THE PROCEEDINGS BOOK

14th International ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH

SEPTEMBER 09-10, 2025/Gaziantep, Türkiye

EDITOR

Prof. Dr. Osman ERKMEN

ISBN: 979-8-89695-180-3

Copyright © Liberty

14th International
ZEUGMA
CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH

SEPTEMBER 09-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye

EDITOR

Prof. Dr. Osman ERKMEN

Date: 30.09.2025

Liberty Publishing House

Water Street Corridor New York, NY 10038

www.libertyacademicbooks.com

+1 (314) 597-0372

ALL RIGHTS RESERVED NO PART OF THIS BOOK MAY BE REPRODUCED IN ANY FORM, BY PHOTOCOPYING OR BY ANY ELECTRONIC OR MECHANICAL MEANS, INCLUDING INFORMATION STORAGE OR RETRIEVAL SYSTEMS, WITHOUT PERMISSION IN WRITING FROM BOTH THE COPYRIGHT OWNER AND THE PUBLISHER OF THIS BOOK.

© Liberty Academic Publishers 2025

The digital PDF version of this title is available Open Access and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits adaptation, alteration, reproduction and distribution for noncommercial use, without further permission provided the original work is attributed. The derivative works do not need to be licensed on the same terms.

adopted by Mariam Rasulan

ISBN: 979-8-89695-180-3

https://www.zeugmakongresi.org/

ORGANIZING INSTITUTION

INSTITUTE OF ECONOMICS DEVELOPMENT AND SPCAIL RESEARCH (IKSAD)

PARTICIPANT COUNTRIES (31)

Algeria, Albania, Azerbaijan, Bangladesh, Botswana, Brazil, China, Ethiopia, Georgia, India, Indonesia, Iraq, Iran, Kazakhstan Kosovo, Malaysia, Mexico, Montenegro, Morocco, Nigeria, Pakistan, Philippines, Romania, Türkiye, Ukraine, Saudi Arabia, USA, Vietnam, Hungary, Hong Kong, Portugal

TOTAL ACCEPTED PAPERS: 349
TOTAL REJECTED PAPERS: 52

TOTAL NUMBER OF PAPERS FROM TÜRKİYE: 167
TOTAL NUMBER OF INTERNATIONAL PARTICIPANTS: 182

EVALUATION PROCESS

All applications have undergone a double-blind peer review process

PRESENTATION

Oral Presentations

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

14th International ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH

DATE AND PLACE

September 09-10, 2025
Gaziantep, Türkiye

ORGANIZING BOARD

Prof. Dr. Osman ERKMEN (Chairman of the Organizing Committee)
İstanbul Arel University

Prof. Dr. Salih ÖZTÜRK
Namık Kemal University

Prof. Dr. Osman Kubilay GÜL
Cumhuriyet University

Doç. Dr. Sehrane KASIMİ
Azerbaijan National Academy of Sciences

Doç. Dr. Okan DEMİR
Atatürk University

Dr. Öğr. Üyesi. Mehmet TATOĞLU
Recep Tayyip Erdoğan University

Dr. Songül DEMİREL DEĞİRMENCİ
Hitit University

Dr. Elvan CAFEROV
Azerbaijan State Pedagogical University

GENERAL COORDINATOR

Merve KÜÇÜK

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

CONGRESS SCIENTIFIC AND ADVISORY BOARD

- Prof. Dr. Emzar MAKARADZE – Batumi Shota Rustaveli State University
- Prof. Dr. Erkut AKKARTA – Yeditepe University
- Prof. Dr. Sədaqət HASANOVA – Nakhchivan State University
- Assoc. Prof. Dr. Okan DEMİR – Atatürk University
- Assoc. Prof. Dr. Ömür MUNZUR – Başkent University
- Assoc. Prof. Dr. Aysel GÜVEN – Başkent University
- Assoc. Prof. Dr. Şeyho Cem YÜCETAŞ – Adıyaman University
- Assoc. Prof. Dr. Ali Korkut ULUDAĞ – Atatürk University
- Assoc. Prof. Dr. Ümit M. KOÇYİĞİT – Sivas Cumhuriyet University
- Assoc. Prof. Dr. Hakan AYDIN – Atatürk University, Faculty of Veterinary Medicine
- Assoc. Prof. Dr. F. Gül KOÇSOY – Fırat University
- Asst. Prof. Dr. Mehmet TATOĞLU – Recep Tayyip Erdoğan University
- Dr. Maha Hamdan ALANAZI – Riyadh King Abdullah University
- Dr. Tamalika SULTANA – University of Dhaka, Bangladesh
- Dr. Nuray PAMUK ÖZTÜRK – Ankara University
- Dr. Songül DEMİREL DEĞİRMENCİ – Hitit University
- Dr. Veysel Karani ŞÜKÜROĞLU – Kastamonu University
- Dr. Violla MAKHZOUM – Lebanese Islamic University
- Dr. Zhihuan MENCHUANG – Renmin University of China
- Op. Dr. Mümtaz Murat YARDIMCI – Gazi University
- Dr. Abdurrakhman MOHAMED – Antalya Bilim University
- Dr. Güller ŞAHİN – Kütahya University of Health Sciences
- Dr. Volkan ERDOĞU – Yedikule Hospital, Department of Thoracic Surgery
- Dr. Recep ERTUĞAY – Atatürk University

14th International

ZEUGMA
CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH

CONGRESS PROGRAM

SEPTEMBER 09-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye

Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

PARTICIPANT COUNTRIES (31)

Algeria, Albania, Azerbaijan, Bangladesh, Botswana, Brazil, China, Ethiopia, Georgia, India, Indonesia, Iraq, Iran, Kazakhstan Kosovo, Malaysia, Mexico, Montenegro, Morocco, Nigeria, Pakistan, Philippines, Romania, Türkiye, Ukraine, Saudi Arabia, USA, Vietnam, Hungary, Hong Kong, Portugal

---

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- To be able to attend a meeting online, login via **https://zoom.us/join** site, enter ID "Meeting ID or Personal Link Name" and solidify the session.
- The Zoom application is free and no need to create an account.
- The Zoom application can be used without registration.
- The application works on tablets, phones and PCs.
- The participant must be connected to the session 5 minutes before the presentation time.
- All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

Points to Take into Consideration - TECHNICAL INFORMATION

- Make sure your computer has a microphone and is working.
- You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.
- Requests such as change of place and time will not be taken into consideration in the congress program.

09.09.2025, Tuesday, Online Session-1, Hall-1

Ankara Local Time: 10:00-12:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Gökçe ÖZDEMİR		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Saliha KOPARAN Prof. Dr. Semra BENZER	*Gazi University* *Türkiye*	ARTIFICIAL INTELLIGENCE LITERACY OF MIDDLE SCHOOL STUDENTS: MOTHERS' AND FATHERS' EDUCATION LEVEL
Eda ÇAKIL Prof. Dr. Semra BENZER	*Gazi University* *Türkiye*	ENHANCING SCIENTIFIC PROCESS SKILLS THROUGH BLOCK-BASED CODING: AN EXAMINATION OF THE GENDER VARIABLE
Beyza KOPARAN Cengiz ÇINAR	*Gazi University* *Türkiye*	AN INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN 6TH GRADE MIDDLE SCHOOL STUDENTS' ATTITUDES AND BELIEFS TOWARD THE HISTORY OF MATHEMATICS AND THEIR ACADEMIC ACHIEVEMENT SCORES
Asst. Prof. Samet DEMİR Tümay KARATAŞ Şenol KURUM	*Kutahya Dumlupinar University* *Türkiye*	IMPLEMENTATION OF THE SCHOOL-BASED PLANNING MODEL: FIRST-GRADE CLASSROOM TEACHERS' VIEWS AND EXPERIENCES
Assoc. Prof. Dr. Gökçe ÖZDEMİR Burak APAYDIN	*Gaziantep University* *MEB* *Türkiye*	A THEORETICAL ANALYSIS OF TEACHER MOTIVATION THROUGH THE CHARACTER OF SAMET IN ABOUT DRY GRASSES: A HERZBERG'S TWO-FACTOR THEORY PERSPECTIVE
Res. Asst. Dr. Betül KOPARAN	*Akdeniz University* *Türkiye*	A REVIEW ON THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SECOND LANGUAGE VOCABULARY TEACHING
Asst. Prof. Arzu DERYA TAŞÇI Prof. Dr. Şule FIRAT DURDUKOCA	*Kafkas University* *Türkiye*	DETERMINATION OF TEACHER CANDIDATES' THOUGHTS AND PERCEPTIONS ABOUT THE FUTURE

09.09.2025, Tuesday, Online Session-1, Hall-2

Ankara Local Time: 10:00-12:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Aslıhan YAVUZALP MARANGOZ		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Prof. Dr. Taner Akçacı Pınar KARAOĞLAN	*Gaziantep University* *Türkiye*	THE IMPACT OF MIGRATION ON REGIONAL DEVELOPMENT: THE CASE OF GAZIANTEP
Prof. Dr. Taner Akçacı Pınar KARAOĞLAN	*Gaziantep University* *Türkiye*	THE ROLE OF CARPET EXPORTS IN GAZIANTEP'S ECONOMIC GROWTH: AN EMPIRICAL ANALYSIS FOR THE PERIOD 2005–2023
Res. Asst. Dr. Ecem ARIK	*Toros University* *Türkiye*	ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING CONSUMER CONFIDENCE INDEX: THE CASE OF TURKEY
Ömer Faruk AYYILDIZ	*Karabuk University* *Türkiye*	AN EMPIRICAL ANALYSIS OF THE IMPACT OF TAX TYPES ON INCOME DISTRIBUTION: THE CASE OF TURKEY
Dr. D. Burcu Eğilmez Gürsoy	*İzmir University of Economics* *Türkiye*	NEOLIBERALISM AND THE RISE OF THE ETHICAL CITIZEN
Birgül AVCI Res. Asst. Dr. Berivan TATAR Prof. Dr. Meral ELÇİ	*Gebze Technical University* *Türkiye*	EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN VISIONARY LEADERSHIP AND EMPLOYEE PERFORMANCE
Assoc. Prof. Aslıhan YAVUZALP MARANGOZ	*Toros University* *Türkiye*	DIGITALIZATION IN REAL ESTATE MARKETING
Elif ERDOĞAN Prof. Dr. Serdar BOZKURT	*Yıldız Technical University* *Türkiye*	ARE CAREER COMMITTED EMPLOYEES LESS EMOTIONALLY EXHAUSTED? A RESEARCH MODEL IN THE CONTEXT OF WORK-FAMILY CONFLICT

09.09.2025, Tuesday, Online Session-1, Hall-3

Ankara Local Time: 10:00-12:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Dr. Turgay ERGİN		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Dr. Turgay ERGİN	*Gazi University Türkiye*	EFFECTS OF ROOF RACK USE ON ROLLOVER DYNAMICS IN ELECTRIC AND INTERNAL COMBUSTION ENGINE VEHICLES
Mehmet YAHŞİ Asst. Prof. Erol GÜLTEKİN	*Turkish Aerospace Industries Inc. (TAI)* *University of Turkish Aeronautical Association Türkiye*	PERFORMANCE EVALUATION OF 3D KAGOME-BASED LATTICE STRUCTURES IN MOTORCYCLE BRAKE DISCS
Mehmet Vurgun Gökay Gürbüz Ömer Coşkun	*Koluman Otomotiv Endüstri A.Ş. Türkiye*	DESIGN AND STRUCTURAL EVALUATION OF A FOLDABLE REAR UNDERRUN PROTECTION DEVICE (RUPD) COMPLYING WITH UN ECE REGULATION NO. R58.03
Asst. Prof. Sinan KEYİNCİ Asst. Prof. Erdi TOSUN	*Çukurova University Türkiye*	THERMAL ANALYSIS OF LIQUID-COOLED BATTERY MODULE UNDER 3C DISCHARGE
Cem KURT Muhiddin ALBAYRAK Prof. Dr. Erkan GÖNÜLOL	*Kurtsan Tarım End. Mak. San. Tic A.Ş. Türkiye*	COMPARISON OF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL PERFORMANCES OF INTEGRATED MILKING CABIN SYSTEMS AND CONVENTIONAL MILKING SYSTEMS
Beyza PALA Ceyhun BALCI Prof. Dr. Onur ÇOBAN	*Kocaeli University Türkiye*	THE EFFECT OF RECYCLED STYRENE-BUTADIENE RUBBER REINFORCEMENT ON THE ADHESION PERFORMANCE OF ADHESIVE JOINTS
Eren YILDIZ Burhan SAHIN Hatice SAY	*Turkish Aerospace Industries* *TOBB Economics and Technology University Türkiye*	OPTIMIZING PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT WITH AUTOMATED CGR PROCESSING FOR COMPLEX ASSEMBLIES

09.09.2025, Tuesday, Online Session-1, Hall-4

Ankara Local Time: 10:00-12:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Dr. Hülya YILDIZ		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Meliha ÇAVDAR Mehmet ÇAVDAR	*İnönü University* *Türkiye*	PCOS AND INSULIN RESISTANCE: THE EFFECT OF LOW-CARBOHYDRATE DIETS
Meliha ÇAVDAR Mehmet ÇAVDAR	*İnönü University* *Türkiye*	SUPPORTIVE BIOACTIVE COMPONENTS IN CANCER TREATMENT
Res. Asst. Muhammed Enes KARTAL Lec. Birgül DAĞ Özlem BARAN	*Lokman Hekım University* *Türkiye*	DETERMINATION OF PHYSICAL ACIVITY LEVELS AMONG UNIVERSITY STUDENTS STUDYING NUTRITION AND DIETETICS
Asst. Prof. Burak ERİM Res. Asst. Ayşenur TAŞLI	*Istanbul Esenyurt University* *Türkiye*	ACADEMIC QUALIFICATION PROFILE OF NUTRITION AND DIETETICS EDUCATION IN TURKIYE: A STUDY ON UNIVERSITY FACULTY MEMBERS
Dilber ÇAĞLAR	*DIMES Food Ind. & Inc* *Türkiye*	THE RISING ROLE OF NATURAL SWEETENERS IN LOW-SUGAR AND SUGAR-FREE FOOD PRODUCTS
Dr. Hülya YILDIZ Prof. Dr. Ayşe Gül MUTLU	*Mehmet Akif Ersoy University* *Türkiye*	EFFECTS OF KEFIR ON METABOLISM
Delal Meryem YAMAN Prof. Dr. Derya KOÇAK YANIK	*Gaziantep University* *Eskişehir Osmangazi University* *Türkiye*	STABILIZATION AND BIOAVAILABILITY ENHANCEMENT OF β-CAROTENE FOR FUNCTIONAL FOOD APPLICATIONS: CHALLENGES AND INNOVATIVE

09.09.2025, Tuesday, Online Session-1, Hall-5

Ankara Local Time: 10:00-12:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Anjali GANESH		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Chanpreet Dr. Rajpal Singh Dr. Shalu	*M.D. University* *India*	CORPORATE GOVERNANCE AND THE CREDIBILITY OF VOLUNTARY RISK DISCLOSURE IN POLITICALLY CONNECTED FIRMS
Dr. William Baldemar López Rodríguez Dra. Deisy María Jerónimo Jiménez Dra. María del Carmen Ancona Alcocer	*Juárez Autonomous University of Tabasco* *Mexico*	THE RELATIONSHIP BETWEEN ORGANIZATIONAL LEARNING AND ORGANIZATIONAL PERFORMANCE IN UNIVERSITY FACULTY: A STUDY AT DACEA–UJAT
Anjali Ganesh Acharya Chitralekha J Roopesh	*St Joseph Engineering College* *India*	WOMEN ENTREPRENEURSHIP DEVELOPMENT; ROLE OF NODAL INSTITUTION
Anjali Ganesh Roopesh Acharya Chitralekha J	*St Joseph Engineering College* *India*	REIMAGINING HIGHER EDUCATION IN INDIA: SWOT ANALYSIS AND THE IMPERATIVE OF CORPORATE COLLABORATION
Harisha B S Anjali Ganesh Dharmananda M	*Nitte Meenakshi Institute of Technology* *St Joseph Engineering College* *India*	ORGANIZATIONAL CULTURE AS A DETERMINANT OF EMPLOYEE PERFORMANCE: AN EMPIRICAL STUDY IN BENGALURU
Anjali Ganesh Akshathraj Jain	*St Joseph Engineering College* *Mangalore Institute of Technology & Engineering Mijar Moodbidri* *India*	FROM CAMPUS TO CORPORATE: RETHINKING CURRICULUM DESIGN THROUGH INDUSTRY ENGAGEMENT
Dharmananda M Anjali Ganesh Harisha B S	*Nitte Meenakshi Institute of Technology* *St Joseph Engineering College* *India*	SUSTAINABILITY AND PERFORMANCE OF MICROFINANCE INSTITUTIONS IN INDIA: A CRITICAL ANALYSIS
Khatami Salma El haimeur Bouchra Bouhallaoui Mina Errhif Ahmed	*Hassan II University of Casablanca* *National Institute of Fisheries Research Casablanca* *Morocco*	INTEGRATED EVALUATION OF SEDIMENT QUALITY ALONG THE MOROCCAN MEDITERRANEAN COAST USING BIOASSAYS AND METAL CONTAMINATION ASSESSMENT
Moses Adeolu AGOI Samuel Olayiwola AJAGA Oluwanifemi Opeyemi AGOI Solomon Abraham UKPANAH	*Lagos State University of Education* *Nigeria*	TECHNOLOGY-ENHANCED TEACHING METHODS IN CS EDUCATION: IMPLICATIONS FOR EDUCATIONAL MANAGERS

09.09.2025, Tuesday, Online Session-1, Hall-6

Ankara Local Time: 10:00-12:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Ali Akbar FIROOZI		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Ali Akbar Firoozi Ali Asghar Firoozi	*University of Botswana* *National University of Malaysia* *Botswana*	MULTISCALE RAINFALL VARIABILITY AND TELECONNECTIONS IN THE NYANDO RIVER BASIN: A CONTINUOUS WAVELET APPROACH
Ali Akbar Firoozi Ali Asghar Firoozi	*University of Botswana* *National University of Malaysia* *Botswana*	GOVERNANCE–CYBERSECURITY–ECONOMICS IN IOT-ENABLED MINING: A TRIAD FOR SAFE AND PROFITABLE DIGITALIZATION
Ali Akbar Firoozi Ali Asghar Firoozi	*University of Botswana* *National University of Malaysia* *Botswana*	UCECI: A UNIFIED CIVIL ENGINEERING HAZARD INDEX FOR MATERIALS, SITES, AND OPERATIONS
Ali Akbar Firoozi Ali Asghar Firoozi	*University of Botswana* *National University of Malaysia* *Botswana*	AI-ENABLED DIGITAL TWINS FOR RISK PATTERN RECOGNITION AND FAILURE PREDICTION IN CIVIL INFRASTRUCTURE
Ali Akbar Firoozi Ali Asghar Firoozi	*University of Botswana* *National University of Malaysia* *Botswana*	HIGH-TEMPERATURE PHASE-CHANGE MATERIALS FOR URBAN SOLAR-THERMAL STORAGE: DESIGN RULES AND CLIMATE SCALING
Ali Akbar Firoozi Ali Asghar Firoozi	*University of Botswana* *National University of Malaysia* *Botswana*	ADSORPTION-LED TREATMENT TRAINS FOR TRACE PHARMACEUTICALS: FROM MEDIA SELECTION TO LEVELIZED COST OF TREATMENT
Nguyen Chi Nguyen Quach Tuyet Minh	*Tran Van Giau High School* *Can Tho University* *Vietnam*	THE APPLICATION OF AI TECHNOLOGY IN TEACHING GRADE 10 LITERATURE FOR HIGH SCHOOL STUDENTS

09.09.2025, Tuesday, Online Session-1, Hall-7

Ankara Local Time: 10:00-12:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Dr. M. K. VIJAYALAKSHMI		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Senior Lect. Pooja Shukla	*Hong Kong Metropolitan University Hong Kong*	CLIMATE-RESILIENT GOVERNANCE: EMBEDDING ENVIRONMENTAL ESG IN AGRIBUSINESS
Tope James Ogidi Blessing Mayowa Sanni	*Newland Polytechnic Kwara State University Nigeria*	PRODUCTION AND SENSORY EVALUATION OF WINE PRODUCED FROM PHOENIX DACTYLIFERA USING SACCHAROMYCES CEREVISIAE
R.vidhyalakshmi Saraswathi.V E.Elavarasi	*Bharath Institute of Higher Education And Research India*	PHARMACOLOGICAL APPROACHES TO MANAGING CHRONIC DISEASES
R.vidhyalakshmi Saraswathi.V E.Elavarasi	*Bharath Institute of Higher Education And Research India*	THE ROLE OF PHARMACOLOGY IN TREATING INFECTIOUS DISEASES
Agwu Ani Ekwe	*University of Abuja Nigeria*	MODERNIZING ABATTOIR SYSTEMS IN NIGERIA: ENHANCING HYGIENE, SAFETY, AND SUSTAINABLE MEAT PRODUCTION
Adekola Saheed Ayodeji Kamoru Adedokun Mustapha Bakare Adekola Dhikroh Oriyomi Igbayilola Yusuff Dimeji	*University of Abuja University at Buffalo Qassim University Medical City Baze University Nigeria*	GENOMIC PROFILING OF RECURRENT PREGNANCY LOSS AMONG AFRICAN WOMEN: TOWARD PERSONALIZED REPRODUCTIVE CARE
Dr. M. K. Vijayalakshmi K. Pooja Puniparthi Sunitha	*Bharath Institute of Higher Education and Research India*	ROLE OF BIOREACTOR IN PHARMACEUTICAL INDUSTRIES
Dr. M. K. Vijayalakshmi K. Pooja Puniparthi Sunitha	*Bharath Institute of Higher Education and Research India*	FERMENTATION TECHNOLOGY IN FOOD AND BEVERAGES
Pooja Rasal Gaurav Kasar	*JES's SND College of Pharmacy Divine College of Pharmacy India*	METALLOESTROGENS AND ESTROGEN-DEPENDENT DISEASES: UNRAVELING THE ENVIRONMENTAL INFLUENCE ON HORMONAL HEALTH

09.09.2025, Tuesday, Online Session-2, Hall-1

Ankara Local Time: 12:30-14:30

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Asst. Prof. Dr. Gül ŞEN		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Hasret YILMAZ Asst. Prof. Ebru Hatice TIĞLI KAYTANLIOĞLU Prof. Hüseyin FAKİR	*Isparta University* *Türkiye*	CHEMICAL CHARACTERIZATION OF TRADITIONALLY EXTRACTED TRAGACANTH FROM ASTRAGALUS SPECIES IN THE BUCAK REGION (BURDUR, TURKIYE)
Asst. Prof. Ebru Hatice TIĞLI KAYTANLIOĞLU	*Isparta University* *Türkiye*	SOME CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THREE ENDEMIC SIDERITIS L. SPECIES FROM TURKIYE: S. RUBRIFLORA, S. VURALII, AND S. BREVIDENS
Sezin BELEN Prof. Mehmet Ali KURT Lecturer Onur GÜVEN Prof. Cüneyt GÜLER Asst. Prof. Ümit YILDIRIM	*Mersin University* *Bayburt University* *Türkiye*	INVESTIGATION OF GROUNDWATER SALINATION IN THE MERSIN-TARSUS ORGANIZED INDUSTRIAL ZONE
Assoc. Prof. Dr. Gülden Gök Asst. Prof. Orhan Atakan Gürbüz	*Aksaray University* *Nigde Omer Halisdemir University* *Türkiye*	THE ROLE OF R PROGRAMMING IN ENVIRONMENTAL SCIENCE: A REVIEW OF APPLICATIONS, METHODS, AND FUTURE DIRECTIONS
Assoc. Prof. Dr. Gülden Gök Lecturer Oya ÖZEL GÜRBÜZ	*Aksaray University* *Niğde Ömer Halisdemir University* *Türkiye*	ANALYSIS OF CARBON FOOTPRINT APPLICATIONS FOR ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY
Assoc. Prof. Ayşe Ülkü KAN Lecturer Esra YEL	*Firat University* *Gaziantep University* *Türkiye*	METAPHORICAL PERCEPTIONS OF SUSTAINABILITY IN THE CONTEXT OF SUSTAINABILITY AWARENESS
Asst. Prof. Dr. Gül ŞEN	*Van Yüzüncü Yıl University* *Türkiye*	PRELIMINARY CYCLOSTRATIGRAPHIC ASSESSMENT OF THE VAN FORMATION (MIOCENE) IN EASTERN ANATOLIA/TURKIYE

09.09.2025, Tuesday, Online Session-2, Hall-2

Ankara Local Time: 12:30-14:30

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Asst. Prof. Dr. Canan TASTIMUR		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Asst. Prof. Dr. Canan TASTIMUR	*Erzincan Binali Yildirim University Türkiye*	DEEP LEARNING-BASED AUTOMATED QUALITY INSPECTION FOR CASTING PRODUCTS
Asst. Prof. Dr. Canan TASTIMUR	*Erzincan Binali Yildirim University Türkiye*	SMART ROAD SURFACE MONITORING USING DEFORMABLE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS
Osama Alkorabi Alireza Souri Nihat İnanç	*Haliç University Türkiye*	ANALYZING PERFORMANCE OF ADVERSARIAL ATTACKS USING PGD AND AUTOATTACK
Nurbahar ŞADOĞLU Ayça Nilay ÖZOĞUL Beyza BAYRAKTAR Elif Merve TARHAN Beyza SAĞLAM CİVEK Nur Banu ALBAYRAK	*Dinçer Information Technology and Education Inc. Türkiye*	SEASONAL CAPACITY AND RESOURCE FORECASTING IN TRANSPORTATION MANAGEMENT SYSTEMS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNIQUES
Fahrettin Görkem DAVAZLI Elif Merve TARHAN Nurbahar ŞADOĞLU Ayça Nilay ÖZOĞUL Emel ARSLAN	*Dinçer Information Technology and Education Inc. İstanbul Üniversity Türkiye*	DEVELOPMENT OF AN AI-POWERED ENTERPRISE ASSISTANT FOR THE LOGISTICS INDUSTRY
Eren AY Assoc. Prof. Dr. Cengiz TEPE	*Ondokuz Mayıs University Türkiye*	CLASSIFICATION OF HUMAN FALL DATA USING MACHINE LEARNING WITH THE LEAST NUMBER OF FEATURES
Orhun ŞERBETÇİ Elif FİLİZ Kübra KESER	*Kutahya Dumlupinar University Türkiye*	SMART HEADBAND FOR THE BLIND
Asst. Prof. Gülsüm Çiğdem ÇAVDAROĞLU	*Işık University Türkiye*	COVID-19 CASE AND MORTALITY PREDICTION VIA LAGGED MOBILITY DATA: AX EXPLAINABLE XGBOOST APPROACH USING SHAP VALUES

09.09.2025, Tuesday, Online Session-2, Hall-3

Ankara Local Time: 12:30-14:30

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Dr. Kenan ÇELİK		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Prof. Dr. Burhan ARSLAN Assoc. Prof. Dr. Emrullah CULPAN	*Tekirdag Namik Kemal University* *Türkiye*	A MAJOR OILSEED IN TÜRKİYE: COTTONSEED
Assoc. Prof. Dr. Emrullah CULPAN	*Tekirdag Namik Kemal University* *Türkiye*	THE CONTRIBUTION OF ALTERNATIVE OILSEED CROPS TO TÜRKİYE'S VEGETABLE OIL PRODUCTION
Dr. Neslihan KILIÇ	*Osmaniye Korkut Ata University* *Türkiye*	GENERAL OVERVIEW OF BLACKBERRY CULTIVATION IN TURKEY
Yudum BURCU Ruveyde TUNCTURK	*Van Yuzuncu Yil University* *Türkiye*	AGRICULTURAL ACTIVITIES WITH REMOTE SENSING SATELLITES
Yudum BURCU Ruveyde TUNCTURK	*Van Yuzuncu Yil University* *Türkiye*	THE IMPACT OF DROUGHT STRESS ON POTATO FARMING
Dr. Kenan ÇELİK	*GAP International Agricultural Research and Education Center* *Türkiye*	CHERRY CULTIVATION IN DIYARBAKIR: POTENTIAL, PROBLEMS, AND PROPOSED SOLUTIONS
Dr. Kenan ÇELİK	*GAP International Agricultural Research and Education Center* *Türkiye*	STRATEGIC IMPORTANCE OF SOUTHEASTERN ANATOLIA FOR ALMOND CULTIVATION IN TURKEY

09.09.2025, Tuesday, Online Session-2, Hall-4

Ankara Local Time: 12:30-14:30

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Orhan SEVİMOĞLU		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Assoc. Prof. Orhan SEVİMOĞLU	*Gebze Technical University Türkiye*	THE IMPACT OF COVID-19 AND MARMARAY ON GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN CLIMATE-RESILIENT UNIVERSITY CAMPUS
Asst. Prof. Dr. Ahmed Hamza Alpay	*Bayburt University Türkiye*	ECOLOGICAL INEQUALITIES IN ENVIRONMENTAL SOCIOLOGY: INDUSTRIAL POLLUTION AND ITS DIFFERENTIATED IMPACTS
Assoc. Prof. Dr. Hatice ONAY	*Recep Tayyip Erdoğan University Türkiye*	SPATIO-TEMPORAL VARIATION IN THE ABUNDANCE OF THORNBACK RAY (RAJA CLAVATA) IN THE SOUTH-EAST BLACK SEA
Assoc. Prof. Dr. Hatice ONAY	*Recep Tayyip Erdoğan University Türkiye*	SEASONAL VARIATION IN THE LENGTH–WEIGHT RELATIONSHIP OF THE THORNBACK RAY (RAJA CLAVATA) FROM BOTTOM TRAWL CATCHES
Res. Asst. Elif Şeyda KESİK Prof. Dr. Nilüfer YAZICI	*Isparta University Türkiye*	EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON WATERSHED HYDROLOGY
Zehra Kelime KASAKOLU Prof. Dr. Ayhan FİLAZİ	*Ankara University Türkiye*	TOXICOLOGICAL EFFECTS OF PHTHALATES
Zehra Kelime KASAKOLU Prof. Dr. Ayhan FİLAZİ	*Ankara University Türkiye*	TOXICOLOGICAL EFFECTS OF ADIPATHES

09.09.2025, Tuesday, Online Session-2, Hall-5

Ankara Local Time: 12:30-14:30

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Dr. Seema S. DESAI		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Dr. Seema S. Desai CHANDKOTI DHANASHRI NAGAPPA	*Shivaji University* *Rajarambapu Institute of Technology* *India*	UNDERSTANDING CONSUMPTION PATTERNS AND MARKETING CHALLENGES IN THE INDIAN DAIRY INDUSTRY
Dr. Seema S. Desai JADHAV ANJALI ASHOK	*Shivaji University* *India*	DAIRY INDUSTRY AS A TOOL FOR RURAL DEVELOPMENT: A CASE STUDY OF UDGAON VILLAGE IN KOLHAPUR DISTRICT
Dr. Seema S. Desai TAMBOLI ASAD ASLAM	*Shivaji University* *India*	STATISTICAL ANALYSIS OF ROLE OF COOPERATIVES IN IMPROVING MILK PROCUREMENT, PROCESSING AND DISTRIBUTION (A CASE STUDY OF WESTERN MAHARASHTRA)
Dr. Seema S. Desai MALI PRIYANKA UTTAM	*Shivaji University* *Rajarambapu Institute of Technology* *India*	SUSTAINABLE DAIRY: BALANCING ENVIRONMENTAL IMPACT WITH ECONOMIC VIABILITY
Mrs. Seema S. Desai YADAV ANKITA SUDAM	*Shivaji University* *Rajarambapu Institute of Technology* *India*	AN IN-DEPTH ANALYSIS OF THE CHALLENGES AND FUTURE PROSPECTS OF DAIRY COOPERATIVES IN MAHARASHTRA
Dr. Mrs. Seema S. Desai KUMBHAR AKSHATA RAJENDRA	*Shivaji University* *Rajarambapu Institute of Technology* *India*	THE ROLE OF OPERATION FLOOD IN MAKING INDIA THE WORLD'S LARGEST MILK PRODUCER: A STUDY OF ITS PHASES AND IMPACT
Dr. Mrs. Seema S. Desai KAMBLE PRERNA VINOD	*Shivaji University* *Rajarambapu Institute of Technology* *India*	THE ROLE OF GOVERNMENT-LED DAIRY DEVELOPMENT PROGRAMS IN ENHANCING FARM PRODUCTIVITY AND SUSTAINABILITY IN INDIA
Dr. Mrs. Seema S. Desai WADAR RENUKA RAMESH	*Shivaji University* *Rajarambapu Institute of Technology* *India*	THE ROLE OF DAIRY FARMING IN ENHANCING RURAL EMPLOYMENT AND INCOME GENERATION IN INDIA
Dr. Mrs. Seema S. Desai PATIL SHIVRAJ CHANDRAKANT	*Shivaji University* *Rajarambapu Institute of Technology* *India*	CONSUMER BEHAVIOR AND THE SHIFTING DEMAND FOR DAIRY PRODUCTS IN INDIA: ADAPTING TO A CHANGING MARKET

09.09.2025, Tuesday, Online Session-2, Hall-6

Ankara Local Time: 12:30-14:30

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Seema SINGH		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Mohamed BAKIR My Abdelkader Youssefi Rachid DAKIR Mouna EL WAFI Younes El KOUDIA	*Hassan First University of Settat* *Ibnou Zohr University* *Ibn Tofail University* *Morocco*	SMART URBAN DRIVING: LIDAR PERCEPTION AND AI-ENHANCED CLUSTERING FOR SAFER AUTONOMOUS VEHICLES
Abed zoulikha Laid Abdelali	*Sidi Bel Abbes University* *Algeria*	OPTICAL PROPERTIES OF TL 1-X B X AS COMPOUNDS IN ZINC BLENDE STRUCTURE; A FIRST-PRINCIPLES STUDY USING GGA
Mr. Souvik Halder Prof. Samiran Chattapadhyay Asst. Prof. Kartick Chandra Mondal	*Jadavpur University* *Techno India University* *India*	MULTIMODAL SENTIMENT ANALYSIS IN AGRICULTURE USING GLOBAL-LOCAL MODAL FUSION
Amirul Hakim bin Shahrulanuar Muhammad Zulhilmi bin Mohammad Zalani Mohammad Shahrul Nizam bin Mohd Fauzi Pravinnat Arumugam Sunatrah Abdullahyi	*Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail* *Malaysia*	OPTIMIZATION OF OIL REMOVAL BY ADSORBENT-BASED PINEAPPLE PEEL WASTE
Prof. Dr. Seema Singh Neha Aggarwal Devika Dabas Prince	*Maharshi Dayanand University* *India*	MAPPING RESEARCH PATTERNS OF SMART HOME DEVICES: EXPLORING THE SCIENTIFIC KNOWLEDGE LANDSCAPE
Bijoylakshmi Boruah P.K. Swain	*National Institute of Technology Arunachal Pradesh* *India*	SYNTHESIS OF MAGNETIC BAMBOO-DERIVED ACTIVATED CARBON FOR REMOVAL OF HEAVY METAL FROM GROUND WATER
Bismillah Iftikhar	*Hajvery University* *Pakistan*	ICTAL INDUCED CARDIOVASCULAR DISEASES AND ASSOCIATED NEUROLOGICAL COMORBIDITIES: A META ANALYTICAL APPROACH
Bishnu Charan Rout U. K. Saha	*National Institute of Technology Arunachal Pradesh* *India*	ANN-BASED ANALYSIS OF MHD CASSON NANOFLUID HEAT AND MASS TRANSFER WITH THERMOPHORESIS EFFECTS NEAR A STAGNATION POINT
Olasina, J. R Aliu, O H	*Federal Polytechnic Ilaro* *Covenant University* *Nigeria*	A MACHINE LEARNING FRAMEWORK FOR REAL-TIME DETECTION OF FRAUDULENT URLS: A COMPARATIVE ANALYSIS OF ENSEMBLE AND DEEP LEARNING MODELS

09.09.2025, Tuesday, Online Session-2, Hall-7

Ankara Local Time: 12:30-14:30

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Sulaiman Mustafa KHAZAAL		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Manar El Kihel Laila Saafadi Cristian Grava Abdessalam Ouallali	*Hassan II University of Casablanca* *University of Oradea* *Morocco*	A DATA-DRIVEN MACHINE LEARNING FRAMEWORK FOR URBAN HEAT ISLAND ASSESSMENT
Kabiri Loubna Forsal Issam	*Sultan Moulay Slimane University* *Morocco*	OPTIMIZATION FOR CORROSION INHIBITION OF CARBON STEEL IN HYDROCHLORIC ACID BY A NOVEL ECO-FRIENDLY INHIBITOR USING FULL FACTORIAL DESIGN
Sulaiman Mustafa Khazaal Szávai Szabolcs	*Miskolc University Middle Technical University* *Hungary*	SELF-LUBRICATION IN METAL COMPOSITES USING GRAPHITE NANOPARTICLES: A REVIEW
Sulaiman Mustafa Khazaal Szávai Szabolcs	*Miskolc University Middle Technical University* *Hungary*	COMPARISON OF SELF-LUBRICATION IN METAL COMPOSITES USING NANOPARTICLES MOS 2 AND GRAPHITE
Aliu O H Olasina J R	*Federal Polytechnic Ilaro* *Nigeria*	LEVERAGING AI IN SMART FARMING AND GREENHOUSE MONITORING FOR SUSTAINABLE AGRICULTURAL DEVELOPMENT IN NIGERIA
Jatinkumar Bhimjibhai Kotadiya Dr. Dharmendra Jayantilal Ambani Ms. Hetal Pravinsinh Jadeja	*Atmiya University Harivandana College* *India*	EVALUATING AI-DRIVEN MACHINE LEARNING MODELS: A COMPARATIVE ANALYSIS FOR ENHANCED PREDICTIVE PERFORMANCE
Zahid Ullah Khan	*Northeastern University* *China*	PARTICLE IMAGE VELOCIMETRY (PIV) EXPERIMENTS AND THEIR APPLICATIONS
S. Reashmi Dr. S. Selvam	*Kamaraj College of Engineering and Technology* *"Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College"* *India*	NEXT-GENERATION IOT WITH EDGE INTELLIGENCE
Abdelali Laid Abed Zoulikha	*University Djillali Liabes of Sidi Bel Abbes* *Algeria*	OPTIMIZATION OF CIGS SOLAR CELL EFFICIENCY THROUGH ZINC SULFIDE INSULATION LAYER INTÉGRATION

09.09.2025, Tuesday, Online Session-3, Hall-1

Ankara Local Time: 15:00-17:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. İclal Geyikli ÇİMENCİ		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Lect. Mustafa Orhan TUNÇEL Lect. Mehmet RAMAT Lect. Kadir EĞİ	*İnönü University* *Harran University* *Gaziantep University* *Türkiye*	EFFECTS OF ANTIOXIDANT AGENTS USED IN CARDIOTOXICITY ON CELL DEATH MECHANISMS
Lect. Mustafa Orhan TUNÇEL Lect. Kadir EĞİ Lect. Mehmet RAMAT	*İnönü University* *Gaziantep University* *Harran University* *Türkiye*	CURRENT ANTIOXIDANT AGENTS USED IN CARDIOTOXICITY
Lect. Mehmet RAMAT Lect. Kadir EĞİ Lect. Mustafa Orhan TUNÇEL	*Harran University* *Gaziantep University* *İnönü University* *Türkiye*	ENDOTHELIAL INJURY INHIBITORS USED IN CARDIOPULMONARY BYPASS SURGERY
Lect. Mehmet RAMAT Lect. Mustafa Orhan TUNÇEL Lect. Kadir EĞİ	*Harran University* *İnönü University* *Gaziantep University* *Türkiye*	CHANGES IN SYNDECAN-1 LEVELS IN PATIENTS UNDERGOING CARDIOPULMONARY BYPASS SURGERY
Lect. Kadir EĞİ Lect. Mehmet RAMAT Lect. Mustafa Orhan TUNÇEL	*Gaziantep University* *Harran University* *Inönü University* *Türkiye*	EFFECTS OF ATORVASTATIN-TYPE DRUGS ON CELL DEATH PATHWAYS IN OBESE INDIVIDUALS
Lect. Kadir EĞİ Lect. Mustafa Orhan TUNÇEL Lect. Mehmet RAMAT	*Gaziantep University* *Inönü University* *Harran University* *Türkiye*	SELECTIVE EFFECTS OF GREEN TEA ON INFLAMMATORY MARKERS IN OBESE INDIVIDUALS
Mehmet Emrah AKSAN Prof. Dr. İclal Geyikli ÇİMENCİ İbrahim Seyfettin ÇELİK	*Gaziantep University* *Kahramanmaras Sutcu Imam University* *Türkiye*	CYTOTOXIC EFFECTS OF ENDOCRINE-DISRUPTING VOC COMPOUNDS IN HUMAN CELL LINES
Erkan ÖZKAN Neşe Hayat AKSOY Caner ÖZTÜRK Ramazan ARSLAN	*Aksaray University* *Türkiye*	INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF OLIVE OIL IN A PROPIONIC ACID-INDUCED AUTISM MODEL: A PRELIMINARY STUDY

09.09.2025, Tuesday, Online Session-3, Hall-2

Ankara Local Time: 15:00-17:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Hikmet Yeter ÇOĞUN		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Sibel YAĞLI Prof. Dr. Hikmet Yeter ÇOĞUN	*Çukurova University* *Türkiye*	EFFECT OF VITAMIN C AND IRON OXIDE NANOPARTICLES ON MOUSE BLOOD TISSUE
Assoc. Prof. Dr. Nesrin Korkmaz Dr. Attia Hamid Prof. Dr. Ahmet Karadağ Lect. Özgenur Dinçer Şahan	*Yozgat Bozok University* *Government College University* *Bursa Uludağ University* *Türkiye*	STRUCTURAL ALTERATIONS IN HEMP CELLULOSE VIA VARIOUS PRETREATMENT TECHNIQUES
Halil AYVAZOĞLU Prof. Dr. Oğuz MERHAN	*Kafkas University* *Türkiye*	BIOCHEMICAL IMPORTANCE OF CYTOKINES, CLINICAL APPLICATIONS, AND THERAPEUTIC DIRECTIONS
Halil AYVAZOĞLU Prof. Dr. Oğuz MERHAN	*Kafkas University* *Türkiye*	PENTOSE PHOSPHATE PATHWAY AND ITS CLINICAL IMPORTANCE
Assoc. Prof. Dr. Aysel VEYİSOĞLU Assoc. Prof. Dr. Demet TATAR	*Sinop University* *Hitit University* *Türkiye*	DETERMINATION OF THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF COMMERCIALLY PURCHASED BEE POLLEN EXTRACTS (METHANOL AND HEXANE) USING THE DISK DIFFUSION METHOD
Assoc. Prof. Dr. Demet TATAR Assoc. Prof. Dr. Aysel VEYİSOĞLU	*Hitit University* *Sinop University* *Türkiye*	DETERMINATION OF ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF COMMERCIALLY PURCHASED SALEP EXTRACTS
Ayşenur SAHIN Güler HASIRCI Prof. Dr. Nilüfer HILMIOGLU	*Kocaeli University* *Türkiye*	DEVELOPMENT OF AN ECO-FRIENDLY ADSORBENT FROM NATURAL POLYMER, NATURAL CLAY, AND NATURAL ORGANIC MATERIAL AND INVESTIGATION OF CRYSTAL VIOLET DYE REMOVAL FROM WATER
Hida ATALAN Güler HASIRCI Prof. Dr. Nilüfer HILMIOGLU	*Kocaeli University* *Türkiye*	DEVELOPMENT OF BIONANOCOMPOSITE ADSORBENT FROM NATURAL MATERIALS BIOPOLYMER, NANOCLAY AND SUGAR ALCOHOL AND INVESTIGATION OF MALACHITE GREEN DYESTUFF REMOVAL FROM WATER

09.09.2025, Tuesday, Online Session-3, Hall-3

Ankara Local Time: 15:00-17:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Nilay COŞGUN		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Dilemnur KUMTAŞ Prof. Dr. Nilay COŞGUN	*Gebze Technical University* *Türkiye*	APPLICABILITY OF THREE-DIMENSIONAL PRINTING TECHNOLOGY IN POST-DISASTER TEMPORARY HOUSING PRODUCTION
Damla KIRLAK Prof. Dr. Nilay COŞGUN Assoc. Prof. Dr. Seher GÜZELÇOBAN MAYUK	*Gebze Technical University* *Türkiye*	TECHNOLOGY-SUPPORTED SOLUTIONS IN ACCESSIBLE HOUSING DESIGN
Lec. Çağlasu ARTUÇ Lec. Çağla KAYA YALÇIN Dr. Buket AKÇAY GÜVEN	*Istanbul Beykent University* *Türkiye*	THE POWER OF SENSORY NARRATIVE: IMMERSIVE AND MULTI-DIMENSIONAL ADAPTIVE REUSE IN INDUSTRIAL HERITAGE BUILDINGS
Eda DALGA Prof. Dr. Rıdvan Saraçoğlu	*Yüzüncü Yıl University* *Türkiye*	WASTE CLASSIFICATION USING RESNET50 ARCHITECTURE
Atakan PİRLİ Dr. Damla PİRLİ Prof. Dr. Bahriye GÜLGÜN	*Ege University Izmir Institute of Technology* *Ege University* *Türkiye*	SUSTAINABILITY OF CULTURAL HERITAGE AND THE MEMORY OF PLACE: A STUDY ON PODIMA ART
Sinem BOYRAZ Ahmet Can ÜNAL	*Marshall Paint and Varnish Industry Inc.* *Türkiye*	DEVELOPMENT OF AN EXTERIOR COATING PRODUCT WITH HIGH FLOWPOINT VALUE AT HIGH SHEAR STRESS, OFFERING CRACK BRIDGING AND HYDROPHOBIC SURFACE PROFILE
Lec. Fatma Şenay DEMİREL YEŞİLMEŞE	*Van Yüzüncü Yıl University* *Türkiye*	THE ROLE AND IMPORTANCE OF REMOTE SENSING AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS TECHNIQUES IN DEFINING ASSEMBLY AREAS
Lec. Fatma Şenay DEMİREL YEŞİLMEŞE	*Van Yüzüncü Yıl University* *Türkiye*	OPPORTUNITIES OF USING REMOTE SENSING AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS TECHNIQUES IN THE ESTABLISHMENT OF SMART CITIES
Asst. Prof. Dr. Mehmet Nuri KOLAK Asst. Prof. Dr. Hasan POLAT	*Bingöl University* *Türkiye*	VALORISATION OF NATURAL WASTES: CEMENTITIOUS COMPOSITES REINFORCED WITH RICE HUSK

09.09.2025, Tuesday, Online Session-3, Hall-4

Ankara Local Time: 15:00-17:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Dr. Emirhan YETİŞ		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Hüsnü Can MURAT Assoc. Prof. Dr. Meral Çalış Duman	*Malatya Turgut Ozal University* *Türkiye*	APPLICABILITY OF LEAN MANAGEMENT IN HUMAN RESOURCES MANAGEMENT
Assoc. Prof. Dr. Gülhan SUADİYE	*Hatay Mustafa Kemal University* *Türkiye*	ACCOUNTING FOR CRYPTOCURRENCIES UNDER FINANCIAL REPORTING STANDARDS
Dr. Emirhan YETİŞ	*Fırat University* *Türkiye*	THEORETICAL CONTRIBUTIONS OF LEADERSHIP STYLES TO THE DEVELOPMENT OF AN INNOVATIVE ORGANIZATIONAL CULTURE
Dr. Emirhan YETİŞ	*Fırat University* *Türkiye*	FROM DIGITAL LEADERSHIP TO AI-SUPPORTED LEADERSHIP: IN SEARCH OF A NEW PARADIGM IN MANAGEMENT AND ORGANIZATION LITERATURE
Eylül SATIR ACAY	*Ankara Yıldırım Beyazıt University* *Türkiye*	RISK-BASED APPROACH IN THE EUROPEAN UNION ARTIFICIAL INTELLIGENCE REGULATION: NORMATIVE FOUNDATIONS OF CATEGORICAL CLASSIFICATION AND IMPLEMENTATION DIFFICULTIES
Dr. İdris YAĞMUR	*Manisa Celal Bayar University* *Türkiye*	THE ROLE OF SERVICE EXPORTS AND IMPORTS IN TÜRKİYE'S TOTAL TRADE GROWTH
Dr. Atilla AYDIN	*Istanbul Gelisim University* *Türkiye*	STABILITY OF REAL SECTOR CONFIDENCE INDEX AND ITS SUBCOMPONENTS IN TURKIYE: FOURIER APPROACH

09.09.2025, Tuesday, Online Session-3, Hall-5

Ankara Local Time: 15:00-17:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Zakariya ARBAOUI		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
H. Fatihi H. Benaali A. Zaghrane A. Abbassi M. El Idrissi	*Sultan Moulay Slimane University* *Sidi Mohamed Ben Abdellah University* *Morocco*	LEAD-FREE DOUBLE HALIDE PEROVSKITES FOR IMPROVED SOLAR CELLS
Youssef Arif Wafaa Bendaoud Mohamed Bouhrim Fatiha Chigr Ahmed Ait Chaoui Ahmed Arif Mustapha Boulghallat	*Sulatan Moulay Slimane University* *Morocco*	COMPUTATIONAL APPROACHES REVEAL THE ANTIDIABETIC POTENTIAL OF CLADANTHUS ARABICUS PHYTOCHEMICALS THROUGH TARGETED IN SILICO MODELING
Saira Malik Syed Mohsan Raza Shah Uniza Fatima Bukhari Tasawar Fatima Bukhari Iqra	*University of Education* *Pakistan*	LEAF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL MODIFICATION OF IPOMOEA CARNEA JACQ. AN INVASIVE PLANT SPECIES, UNDER DIVERSE SALINITY GRADIENT
Alhassan Yunusa Alkali Hassan Gimba Suleiman MAHMUDU Abubakar Bala Abdulahi Musa	*Minna Institute of Technology and Innovations* *Nigeria*	ASSESSING THE IMPACT OF INDUSTRY COLLABORATION ON THE EMPLOYABILITY OF TVET GRADUATES IN NIGERIA
Zakariya Arbaoui Soufiane Elhadfi Mourad Boutahir Abdelhai Rahmani	*Moulay Ismail University* *Morocco*	BLACK PHOSPHORENE: A FIRST-PRINCIPLES STUDY FOR NEXT-GENERATION ENERGY HARVESTING
Dr. K. Dayana N.G. Kalyani Reddy Chayaraju Balasai K. Tharani	*Pulla Reddy Engineering College* *Visakha Institute of Engineering & Technology* *India*	ROBOTS IN CONSTRUCTION: ENABLING TECHNOLOGY, APPLICATIONS, AND CHALLENGES
Beichi Fayçal NOURANI Imane Benkharrour Asma Benbrahim Wassila Oudjehih Messouada	*University Batna* *Algeria*	FIVE-YEAR SURVIVAL RATE FOR COLORECTAL CANCER IN THE WILAYA OF BATNA
Poonam	*Indira Gandhi University* *India*	EFFECT OF ELECTROLYTE ON CHARGE STORAGE PERFORMANCE IN A COMPOST-BASED DEVICE
Dr. Md. Maqubool HOSAIN	*Birla Institute of Technology* *India*	NEXT-GENERATION SMART SENSORS: ENABLING CONNECTED INTELLIGENCE

09.09.2025, Tuesday, Online Session-3, Hall-6

Ankara Local Time: 15:00-17:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Major Gheorghe GIURGIU		
Author(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Roaida Qasm Muhammad	*Erbil Polytechnic University Iraq*	EFFECTS OF RAMADAN FASTING AND DATE CONSUMPTION ON BLOOD GLUCOSE AND BLOOD PRESSURE AMONG HEALTHY ADULTS
Dr. M.K. Vijayalakshmi K. Pooja Puniparthi Sunitha	*Bharath Institute of Higher Education and Research India*	ROLE OF BACTERIOPHAGE IN BACTERIAL EVOLUTION AND THERAPY
Baba Ahmed Sihem Bouriche Rania Charef Nour El Houda	*Abou Bakr Belkaid University Algeria*	CAROB (CERATONIA SILIQUA L.): LITERATURE REVIEW
Rajeev Kumar	*Manav Rachna International Institute of Research and Studies India*	NATURAL, ECO-FRIENDLY MATERIAL FOR THE REMOVAL OF HEAVY METALS FROM WATER
Major Gheorghe Giurgiu Prof Dr Med Manole Cojocaru	*Deniplant-Aide Sante Medical Center Titu Maiorescu University Romania*	MICROBIOTA MODULATION AS THERAPEUTIC APPROACH IN THE NEUROPATHIC PAIN IN DOG WITH SPINAL CORD INJURY: IMPACT OF POLENOPLASMIN
Major Gheorghe GIURGIU Prof. Dr. Manole COJOCARU	*Deniplant-Aide Sante Medical Center Titu Maiorescu University, Faculty of Medicine Romania*	THE ASSOCIATION BETWEEN THE CUTANEOUS MICROBIOME AND HIDRADENITIS SUPPURATIVA
Ojetokun Matthew Bukola Faruk Adamu Kuta	*Federal University of Technology Minna Nigeria*	ASSESSMENT OF EMERGENCY RESPONSE OF IBRAHIM BADAMASI BABANGIDA SPECIALIST HOSPITAL WORKERS, MINNA, NIGERIA
Adegbola Oluwatosin Oluwabukola	*Federal Polytechnic Nigeria*	IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON FOOD SECURITY AND HUMAN
Abduladeem G.M. Al-Selwi Amr Farhan	*University Mohammed V Taiz University in Yemen Morocco*	THE LEVEL OF RAPID RESPONSE TO EPIDEMICS AND EMERGENCIES IN YEMEN

09.09.2025, Tuesday, Online Session-3, Hall-7

Ankara Local Time: 15:00-17:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Elza BITSADZE		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Muhammad Amir Sarwar Asmat Ullah Akande K. O.	*University of Engineering and Technology Peshawar* *University of Engineering and Technology Peshawar Pakistan*	CHARACTERIZATION AND TREATMENT IMPLICATIONS OF PRODUCED WATER FROM ONSHORE OIL AND GAS OPERATIONS
Asst. Prof. Elza Bitsadze Lia janadze	*Akaki Tsereteli State University Georgia*	CLOUD-BASED DATABASE SYSTEMS: PERFORMANCE MODELING AND ARCHITECTURAL SYNERGY
Elza Bitsadze	*Akaki Tsereteli State University Georgia*	IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE ALGORITHMIC MODELS AND OPTIMIZATION STRATEGIES IN DATABASE MANAGEMENT SYSTEMS
Omar Ahmad Al-Freihi	*Qassim University Saudi Arabia*	BATTERY-BUFFERED HOME FAST CHARGING FOR ELECTRIC VEHICLES
Muhanna Alharbi	*Qassim University Saudi Arabia*	SAUDI ARABIA'S INDUSTRIAL TRANSFORMATION THROUGH AUTOMATION
Khanak Dr. Seema Rathee Naiya	*M. D. University India*	INTEGRATING RIDE-SOURCING INTO MAAS: OPPORTUNITIES, CHALLENGES, AND IMPACTS ON URBAN TRANSPORT
Saud Alzain	*Qassim University Saudi Arabia*	ANALYSIS AND APPLICATION OF SUSTAINABLE ENGINEERING APPROACHES IN MODERN RESEARCH
Omar Saud Alharbi	*Qassim University Saudi Arabia*	SOLAR-POWERED DESALINATION CHALLENGES IN SAUDI ARABIA
Khalid Almutiri Salah Althonayan	*Qassim University, Saudi Arabia*	INNOVATIVE COOLING SOLUTIONS FOR HOT ENVIRONMENT

10.09.2025, Wednesday, Online Session-1, Hall-1

Ankara Local Time: 10:00-12:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Merve KOLCU		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Assoc. Prof. Merve KOLCU Assoc. Prof. Elif BÜLBÜL	*University of Health Sciences Türkiye*	INVESTIGATION OF HEALTH LITERACY AND RELATED FACTORS IN HEMODIALYSIS PATIENTS
Assoc. Prof. Elif BÜLBÜL Assoc. Prof. Merve KOLCU	*University of Health Sciences Türkiye*	EVALUATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN DISEASE CHARACTERISTICS AND QUALITY OF LIFE IN PATIENTS UNDERGOING HEMODIALYSIS TREATMENT
Dr. Hüseyin GARİP	*Nizip State Hospital Türkiye*	SHOULD WE PERFORM APPENDECTOMY IN AMYAND HERNIA? CASE PRESENTATION
Dr. Hüseyin GARİP Dr. Muhanned ALKHATIB	*Nizip State Hospital Türkiye*	A CASE OF ILEUS ON THE BACKGROUND OF CLOSED PERFORATION SECONDARY TO SIGMOID COLON DIVERTICULITIS
Tuba DEĞERLİ Assoc. Prof. Dr. Semiha AYDIN ÖZKAN	*Adıyaman University Türkiye*	LACTATION MANAGEMENT AFTER PERINATAL LOSS
Dr. Manolya SANCAKTAR Assoc. Prof. Dr. Nuray BOSTANCIERI Asst. Prof. Dr. Cigdem KARACA Res. Assistant Dr. Merve BOZKURT	*Gaziantep City Hospital* *Gaziantep University* *Gaziantep Islamic Science and Technology University* *Türkiye*	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF GLAUCOCALYXIN A ON TGF-B-INDUCED EPITHELIAL-MESENCHYMAL TRANSITION IN SHSY-5Y CELL LINE
İlkyaz KARAHAN Nazlı KARA Prof. Dr. Selda ÇELİK	*Prof. Dr. Süleyman Yalçın City Hospital* *Kartal Dr. Lütfi Kırdar City Hospital* *University of Health Sciences Türkiye*	NURSING CARE OF A PATIENT DIAGNOSED WITH INFERIOR MYOCARDIAL INFARCTION ACCORDING TO THE ROY ADAPTATION MODEL: A CASE REPORT
Nazlı KARA İlkyaz KARAHAN Prof. Dr. Selda ÇELİK	*Health Sciences University Kartal Dr. Lütfi Kırdar City Hospital* *Prof. Dr. Süleyman Yalçın City Hospital* *University of Health Sciences Türkiye*	NURSING CARE OF A PATIENT DIAGNOSED WITH LUNG CANCER ACCORDING TO THE LIFE ACTIVITIES MODEL: A CASE REPORT
Aylin TURAN Assoc. Prof. Dr. Semiha AYDIN ÖZKAN	*Adıyaman University Türkiye*	A REVIEW OF STUDIES ON THE USE OF THE REBOZO TECHNIQUE DURING LABOR

10.09.2025, Wednesday, Online Session-1, Hall-2

Ankara Local Time: 10:00-12:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Özkan ÖZBEK		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Nihal YUMAK Tayyib Can BAHADIR	*Afyon Kocatepe University* *Türkiye*	DESIGN AND ACOUSTIC PERFORMANCE ANALYSIS OF FUNCTIONALLY GRADED PANELS PRODUCED BY ADDITIVE MANUFACTURING
Nihal YUMAK	*Afyon Kocatepe University* *Türkiye*	FABRICATION OF FUNCTIONALLY GRADED CARDIAC PATCHES USING ELECTROSPINNING AND 3D PRINTING METHODS: CURRENT APPROACHES AND FUTURE PERSPECTIVES
Asst. Prof. Abdulrazzak AKROOT	*Karabuk University* *Türkiye*	INNOVATIVE POWER GENERATION WITH SOFC-GT AND STIRLING ENGINE INTEGRATION
İremnur GENÇ Res. Asst. İnan AĞIR Assoc. Prof. Özkan ÖZBEK	*Pamukkale University* *Türkiye*	THE EFFECT OF HALLOYSITE NANOTUBE ON THE CHARPY IMPACT BEHAVIORS OF TRIAXIAL GLASS FIBER REINFORCED COMPOSITES
İrfan Berk EFE Res. Asst. İnan AĞIR Assoc. Prof. Özkan ÖZBEK	*Pamukkale University* *Türkiye*	AN EXPERIMENTAL STUDY ON HOOP TENSILE CHARACTERISTICS OF GLASS/BASALT INTERPLY FIBER REINFORCED COMPOSITE PIPES
Asst. Prof. Dr. Abdullah UĞUR Asst. Prof. Muhammet Mevlüt KARACA	*Karabuk University* *Türkiye*	DIMENSIONAL AND MECHANICAL PERFORMANCE ANALYSIS BASED ON GEOMETRIC PATTERN IN PLA STRUCTURES PRODUCED BY ADDITIVE MANUFACTURING
Asst. Prof. Muhammet Mevlüt KARACA Asst. Prof. Dr. Abdullah UĞUR	*Karabuk University* *Türkiye*	EFFECT OF RADIUS-BASED GEOMETRIC MODIFICATIONS ON MECHANICAL BEHAVIOR IN AUXETIC RE-ENTRANT HEXAGONAL STRUCTURES
Prof. Dr. Elif ERZAN TOPÇU Serhat Azar	*Bursa Uludağ University* *Türkiye*	MODELING OF A HEAVY-DUTY ROLLER SCREW ACTUATOR SYSTEM AND INVESTIGATION OF ITS ENERGY CONSUMPTION

10.09.2025, Wednesday, Online Session-1, Hall-3

Ankara Local Time: 10:00-12:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Asst. Prof. Gülsüm KIRBAŞ		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Günay ALEKBEROVA	*Nakhchivan State University Azerbaijan*	THE USAGE MOMENTS OF VERB CONSTRUCTION COMPONENTS IN M.T. SIDQI'S WORKS
Prof. Dr. Kemal TİMUR Suna HANGÜN	*Kahramanmaraş Sütçü İmam University Türkiye*	REFIK HALIT KARAY'S THE RELATIONSHIP BETWEEN CHARACTER AND SETTING IN GURBET HİKÂYELERİ
Asst. Prof. Gülsüm KIRBAŞ	*Selcuk University Türkiye*	PHONETIC FEATURES IN CRIMEAN TATAR RIDDLES
Dr. Nazmi ŞEN	*Balıkesir University Türkiye*	PHRASAL VERBS IN TES, TARİAT, ŞİNE US INSCRIPTIONS
Assoc. Professor Sema ÜLPER OKTAR Kerem ÖZŞENTÜRK	*Kocaeli University Türkiye*	THE PHILOSOPHICAL CONSEQUENCES OF THE "PIANO KEY" REDUCTIONISM: THE INDIVIDUAL'S EXISTENTIAL TENSION BETWEEN NECESSITY AND FREEDOM
Dr. Özlem Züleyha KURAN	*Ankara Yıldırım Beyazıt University*	THE ROLE OF TRANSLATION IN 19TH AND 20TH CENTURY LEBANESE LITERATURE
Dr. Musa Tılfarlıoğlu Yılmaz KELEŞ	*Gümüşhane University Karadeniz Technical University Türkiye*	AN UNKNOWN 19TH-CENTURY POET: HİLMİ (B.?/? – D.?/?)

10.09.2025, Wednesday, Online Session-1, Hall-4

Ankara Local Time: 10:00-12:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Seval YİNİLMEZ AKAGÜNDÜZ		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Dr. Nevim TÜZÜN	*Ardahan University Türkiye*	AN ANIMAL DISEASE IN THE OTTOMAN EMPIRE: GLANDERS (LATE 19TH CENTURY TO EARLY 20TH CENTURY)
Mahmut ÖZTÜRK	*Harran University Türkiye*	EVALUATION OF THE FIRST 12 VERSES OF SURAH YASIN IN THE CONTEXT OF COMMUNICATION SCIENCE
Mahmut ÖZTÜRK	*Harran University Türkiye*	PHARAOH'S WIFE, HAZRAT ASIYA, ACCORDING TO CLASSICAL TAFSIRS
Mahmut ÖZTÜRK	*Harran University Türkiye*	ANALYSIS OF THE SURAH AT-TAGHABUN IN THE CONTEXT OF THE MAIN TOPICS OF THE QUR'AN
Dr. Lokman BEDİR Sümeyye TURA	*Bilecik Şeyh Edebali University Türkiye*	THE UNIVERSAL PURPOSE OF ISLAM: TO MAKE THE RELIGION OF GOD SUPERIOR
Dr. Abduljalil ALHAJ ESMAIL ARABI Res. Asst. Salam BOULAD	*Selcuk University Aleppo University Türkiye, Syria*	CAMEL DEPICTION IN PALMYRENE SCULPTURE
Melisa GÖNEN Prof. Dr. Bahriye GÜLGÜN	*Ege University Türkiye*	THE MEMORY OF HALKAPINAR IN YİTİK GÖL: LITERARY TESTIMONY OF A VANISHED PLACE
Assoc. Prof. Dr. Seval YİNİLMEZ AKAGÜNDÜZ Zeynep Dilan KÖYSÜREN	*Kırşehir Ahi Evran University Türkiye*	SUBSTANCE FROM THE MILESIAN SCHOOL TO ARISTOTLE: A PHILOSOPICAL ANTHROPOLOGY PERSPECTIVE

10.09.2025, Wednesday, Online Session-1, Hall-5

Ankara Local Time: 10:00-12:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Skender DEMAKU		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Dr. S. Kalaiselvan K. Yuvashiga Dr P Sathish Dr. V. Jeevananthan Ms K Sujitha	*Rathinam Technical Campus* *India*	FROM MOLECULAR INNOVATIONS TO FIELD APPLICATIONS: THE ROLE OF AGRITECH CHEMISTRY IN ENHANCING PRECISION FARMING, CROP PRODUCTIVITY, AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY
Dr. S. Kalaiselvan Mr M. VigneshwaranMr M. Vigneshwaran A. Sankavi M. Kewin Joanes R. Niveditha	*Rathinam Technical Campus* *India*	NANO-ENGINEERED MATERIALS FOR SUSTAINABLE ENERGY: ADVANCEMENTS IN NANOPARTICLES FOR CONVERSION AND STORAGE APPLICATIONS
Dr. M. Karthigai Priya M. Mohanasundari K. Karpagavalli J. Sandhiya Jenifer Dr. S. Kalaiselvan	*Rathinam Technical Campus* *India*	QUANTUM-SPECTROSCOPIC INSIGHTS INTO CATALYTIC REACTION PATHWAYS: BRIDGING ADVANCED CHEMICAL SCIENCE WITH PHYSICAL PRINCIPLES
EL AROUSY Fatima zohra Adil El Yadini Mouloud El Moudane Abdelkbir Bellaouchou	*Mohammed V University* *Morocco*	SYNTHESE AND CHARACTERIZATION OF NANOMATERIALS FOR WATER TREATMENT: DEGRADATION OF INDUSTRIAL POLLUTANTS BY PHOTOLYSIS AND PHOTOCATALYSIS
Zineb El Hamri M. Karaoui M. Alami M. Assouag	*University Moulay Ismail* *Morocco*	EVALUATION OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES IN SPENT COFFEE GROUND-FILLED POLYPROPYLENE COMPOSITES
Sumayya Akram Prof. Dr. Matloob Ahmad Dr. Sana Aslam	*Government College University Faisalabad* *Government College Women University Faisalabad* *Pakistan*	SYNTHESIS, CHEMICAL TRANSFORMATIONS AND BIOLOGICAL APPLICATIONS OF FUROPYRIDINE DERIVATIVES
Tanzeela Riaz Sana Aslam Matloob Ahmad Muhammad Zubair	*Government College University* *Government College Women University* *Pakistam*	MULTICOMPONENT REACTION METHODOLOGIES FOR THE RAPID CONSTRUCTION OF BIOACTIVE THIOPHENE SCAFFOLDS
Prof. Dr. Skender Demaku Edona Bajrami Krenare Dibrani Arbnorë Aliu	*University of Prishtina* *Kosovo*	EVALUATION OF THE WATER QUALITY IN THE BAJGORA AQUIFER LOCATED WITHIN THE MUNICIPALITY OF MITROVICA, ALONG WITH AN ASSESSMENT OF ITS ADHERENCE TO INTERNATIONAL WATER QUALITY STANDARDS
Prof. Dr. Skender Demaku Msc. Muhamet Kiqina Msc. Arbnorë Aliu	*University of Prishtina* *Kosovo*	CHEMICAL ANALYSIS OF ATMOSPHERIC DUST AROUND THE KISHNICA AREA IN THE MUNICIPALITY OF GRACANICA

10.09.2025, Wednesday, Online Session-1, Hall-6

Ankara Local Time: 10:00-12:00
Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414
https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Mohammad Moneruzzaman KHANDAKER		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
K.Naveen Rajan Dr.S.Selvem	*Nadar Mahajana Sangam S Vellaichamy Nadar College India*	REAL-TIME RENDERING TECHNOLOGIES IN 2D VS 3D ANIMATION: (AN ARCHITECTURAL AND PERFORMANCE ANALYSIS)
Nawrin Tamanna Rasha	*Sylhet Agricultural University Bangladesh*	DEVELOPMENT OF A SMART IOT-BASED MODEL TO GET WEATHER INFORMATION FROM RICE FIELD
Sadiq, M.S Singh, I.P Ahmad, M.M Sani, B.S	*Federal University Dutse Swami Keshwanand Rajasthan Agricultural University Bayero University Kano Nigeria*	IMPACT OF BUHARINOMICS ON YOUTH AND WOMEN IN AGRICULTURE: A REVIEW OF INCLUSION AND EMPOWERMENT INITIATIVES
Hira Zainab Rimsha Imran Maha Tariq	*Lahore College For Women University Pakistan*	THREADS OF ESCAPE: ADAPTIVE REUSE OF TRAINS
N.G. Kalyani Reddy Chayaraju BalaSai K.Tharani	*G Pulla Reddy Engineering College India*	CONCRETE PRODUCTION USING WASTE WATER
Lais Medeiros de Araujo Gerson Araujo de Medeiros	*São Paulo State University Brazil*	LANDSCAPE EFFICIENCY IN URBAN LINEAR PARKS IN THE AMAZON: A CASE STUDY IN RIO BRANCO, STATE OF ACRE, BRAZIL
Tasawar Iqbal Sidra Altaf	*University Of Agriculture Pakistan*	THERAPEUTIC POTENTIAL OF NELUMBO NUCIFERA SEEDS IN THE MANAGEMENT OF RHEUMATOID ARTHRITIS
Mohammad Moneruzzaman Khandaker Shahida Kanwal Mohd Hailmi Sajili	*School Of Agricultural Science Malaysia*	REGULATORY EFFECTS OF SARGASSUM POLYCYSTUM EXTRACTS AS BIO-ELICITORS ON ANATOMICAL CHARACTERISTICS AND INDUCING DISEASE RESISTANCE OF CHILLI (CAPSICUM ANNUUM L.)
Mithila Sen	*Bangladesh Agricultural University Bangladesh*	WATER-BASED PROBIOTIC SUPPLEMENTATION IMPROVES GROWTH AND INTESTINAL MORPHOLOGY IN JUVENILE GULSHA TENGRA (MYSTUS CAVASIUS)
Nasser Alharbi Abdullah Alowaishez	*Qassim University, Saudi Arabia*	SOLAR ENERGY IN AUTOMOBILES

10.09.2025, Wednesday, Online Session-1, Hall-7

Ankara Local Time: 10:00-12:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Fatima CHARBOUB		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Muslim Yusuf Sulaiman Sani Yusuf	*Umaru Musa Yar'adua University* *Nigeria*	CIRCULAR ECONOMY APPROACHES IN MEDICINAL PLANT WASTE MANAGEMENT FOR BIOACTIVE COMPOUND RECOVERY
Mohammed Denzira Abdessamad Tounsi Mohammed El Idrissi	*Sultan Moulay Slimane University* *Morocco*	[4 + 2] CYCLOADDITION OF (E)N-((DIMETHYLAMINO) METHYLENE) BENZOTHIOAMIDE AND (S)3ACRYLOYL4PHENYLOXAZOLIDIN2ONE: ADME, DOCKING, SELECTIVITY, AND MECHANISM
Moulai Mostefa Faiza	*University Yahia Fares of Medea* *Algeria*	EPSTEIN-BARR VIRUS AND ITS ROLE IN AUTOIMMUNE THYROID DISEASES
Fatima Charboub Abdallah Albourine Rachid Ait Akbour	*Ibn Zohr University*	THE IMPACT OF THE PESTICIDE CARBETAMIDE ON THE ADSORPTION OF PB 2+ AND CD 2+ IONS IN WATER CONTAMINATED BY BIOMASS.
R.Thiruchelvi Dr.P.Saravanan Dr.M.Chamundeeswari	*St. Josephs College of Engineering* *India*	VALORIZATION OF FRUIT WASTE THROUGH REUTILIZATIONAPPROACH: A COMPREHENSIVE REVIEW
El.Majdi S. Zerraf Fouad Alloun Said Belaaouad	*Hassan II University of Casablanca* *Mohammed V University* *Morocco*	SYNTHESIS AND THEORETICAL/STRUCTURAL INVESTIGATIONS OF $NA_{0.5}M_{0.25}TI_2(PO_4)_3$ (M = ZN, NI)
Amaan Arif	*Amity University Uttar Pradesh* *India*	ALTERED GUT MICROBIOME COMPOSITION OF STREPTOCOCCACEAE AND LACHNOSPIRACEAE IN MULTIPLE SCLEROSIS PATIENTS
Abdulmajid Khafayat Ope Kazeem Ibraheem Ajadi Abdullahi Nuraddeen Bakori	*Ahmadu Bello University* *Nigeria*	THE FISHER-TROPSCH PROCESS FOR GAS-TO-LIQUID TECHNOLOGY SIMULATION USING DWSIM
Hicham EL-BOUKHARY Hamza ELKISSANY Adil LAAZIZ Abdelouahed HAJJAJI	*Sultan Moulay Slimane University* *Sidi Mohamed Ben Abdellah University* *Morocco*	SECONDARY METABOLITES FROM BACTERIA AND FUNGI: A REVIEW FOR THEIR IMPORTANCE IN BIOTECHNOLOGY

10.09.2025, Wednesday, Online Session-2, Hall-1

Ankara Local Time: 12:30-14:30

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Dr. Omer Shujat BHATTI		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Ajayi O. T. Akande K. O.	*Federal University of Technology Nigeria*	SYMBOLIC REPRESENTATIONS OF FOOD SCARCITY AND CLIMATE CHANGE IN CONTEMPORARY NIGERIAN ART: A MULTIDISCIPLINARY PERSPECTIVE
Bawa, Y. M. Lawal, U. Gidado, S. M. Gumi, A. M. Garga, M. A. Mohammad, A. Bilbis, B. D. Bako, I. Siraj, A. A.	*National Biotechnology Research and Development Agency* *Musa Yar'adua University* *Usman Danfodiyo University* *Nigeria*	ECOTOXICOLOGICAL EFFECTS OF ORGANOPHOSPHATE AND PYRETHROID PESTICIDES ON SOIL PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND NUTRIENT DYNAMICS
Fasika Melese Destaw Damtie Sissay Menkir Mulugeta Kibret	*Bahir Dar University* *Debark University* *Ethiopia*	ENUMERATION AND MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF FUNGUS FROM SOIL SAMPLES IN DIFFERENT ECOSYSTEMS OF THE AMHARA REGION, NORTHERN ETHIOPIA
Dr. Omer Shujat Bhatti Zakra Ahmad	*University of Management and Technology* *Pakistan*	DIGITAL EMPOWERMENT FOR SUSTAINABILITY: ENGAGING COMMUNITIES IN CLIMATE ACTION THROUGH THE METAVERSE
Faisal Nazir	*The University of Agriculture* *Pakistan*	PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF CARBON NANOTUBES FROM BIOCHAR UNDER MICROWAVE IRRADIATION
Naila Rahmadiani Genoveva Genoveva	*President University* *Indonesia*	OERA OAT MILK: A SUSTAINABLE PLANT-BASED BEVERAGE BUSINESS PLAN
Adeniyi, O. A.	*Ajayi Crowther University* *Nigeria*	CURRENT TRENDS IN AQUATIC SCIENCES: INNOVATIONS, CHALLENGES, AND FUTURE DIRECTIONS
Pity Marselia Putri Genoveva Genoveva	*President University* *Nigeria*	BUILDING CONSUMER LOYALTY IN THE BEAUTY INDUSTRY: A CASE OF INNISFREE IN NORTH JAKARTA
Dita Listiani Arie Febrianto Mulyadi Dodyk Pranowo	*University of Brawijaya Indonesia*	EFFECTS OF DRYING TEMPERATURE AND TIME ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF ALOE VERA PEEL POWDER PRODUCED WITH A CABINET DRYER&QUOT

10.09.2025, Wednesday, Online Session-2, Hall-2

Ankara Local Time: 12:30-14:30

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Merve KÜÇÜK		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Gökce ÜNAL Assoc. Prof. Dr. Seyrani KONCAGÜL	*International Center for Livestock Research and Traning* *Ankara University* *Türkiye*	MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING METHODS IN LIVESTOCK ENTERPRISES
Assoc. Prof. Dr. Şeniz Öziş Altınçekiç Assoc. Prof. Dr. Arda Çelik Ezgi Şenses	*Bursa Uludağ University* *Türkiye*	OXIDATIVE STRESS AFFECTS MEAT QUALITY IN FARM ANIMALS
Sedat BEHREM Yunus ARZIK	*Aksaray University* *Türkiye*	THE PLACE AND IMPORTANCE OF THE ANGORA GOAT AMONG NATURAL FIBER SOURCES
Sedat BEHREM Yunus ARZIK	*Aksaray University* *Türkiye*	WOOL QUALITY CHARACTERISTICS OF SOME SHEEP BREEDS IN TÜRKİYE
İlyas Mete Boydak	*University of Erciyes* *Türkiye*	BACTERIOPHAGE APPLICATIONS IN MAINTAINING HERD HEALTH IN RUMINANTS
Asst. Prof. Teoman Özgür SÖKMEN	*Erzincan Binali Yıldırım University* *Türkiye*	AI-BASED FISH DISEASE DIAGNOSIS SYSTEMS: CURRENT APPROACHES FOR EARLY WARNING AND AUTOMATIC DETECTION IN AQUACULTURE
Dr. Özmen İSTEK	*Muş Alparslan Üniversity*	SUTURE AND MATERIAL SELECTION USED IN VETERINARY SURGERY

10.09.2025, Wednesday, Online Session-2, Hall-3

Ankara Local Time: 12:30-14:30

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Emel KİLİT DOĞAN		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Sibel ÇELİK AÇIKBAŞ Assoc. Prof. Dr. ALİ DENİZ Asst. Prof. Dr. Kemal BÜYÜKKABASAKAL	*Uşak University* *Türkiye*	MATHEMATICAL MODELING OF GAS SENSOR SENSING DATA WITH FICK'S SECOND LAW
Sibel ÇELİK AÇIKBAŞ Asst. Prof. Dr. Kemal BÜYÜKKABASAKAL Assoc. Prof. Dr. ALİ DENİZ	*Uşak University* *Türkiye*	MATHEMATICAL MODELING OF CHEMICAL SENSOR TEST RESULT DATA AND CALCULATION OF DIFFUSION COEFFICIENT
Özgen EFE Assoc. Prof. Dr. Gökhan Mutlu	*Gazi University* *Türkiye*	SCHRODINGER OPERATORS ON METRIC GRAPHS
Tutku ÖZDEN SARAY Murat ÜÇÜNCÜ	*Baskent University* *Türkiye*	SAFETY ASSESSMENT OF DISPLAY HEAD ASSEMBLY DESIGN
Lect. Emine KALE AYDIN Prof. Dr. Emel KİLİT DOĞAN Prof. Dr. Sinem ERDEN GÜLEBAĞLAN	*Van Yüzüncü Yıl University* *Türkiye*	INVESTIGATION OF HfPbO 3 CRYSTAL BY DENSITY FUNCTIONAL THEORY
Lect. Emine KALE AYDIN Prof. Dr. Emel KİLİT DOĞAN Prof. Dr. Sinem ERDEN GÜLEBAĞLAN	*Van Yüzüncü Yıl University* *Türkiye*	DETERMINATION OF PHYSICAL PROPERTIES OF ZrPbO 3 CRYSTAL BY DENSITY FUNCTIONAL THEORY
Ahmet AYDIN Assoc. Prof. Emin Argun ORAL Prof. Dr. Tevhit KARACALI	*Atatürk University* *Türkiye*	THE EFFECT OF THE CZOCHRALSKI METHOD ON THE ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF 1350-H19 ALUMINUM ALLOY CABLE

10.09.2025, Wednesday, Online Session-2, Hall-4

Ankara Local Time: 12:30-14:30

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Dr. Sevda DEMİR		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Assoc. Prof. Dr. Evren ERZEN Sena Nur İMALI	*Kırşehir Ahi Evran University* *Türkiye*	THE PREDICTIVE POWER OF INTOLERANCE OF UNCERTAINTY, PSYCHOLOGICAL WELL-BEING, AND ATTACHMENT STYLES ON EMOTION REGULATION DIFFICULTIES
Assist. Prof. Esma Özmaya Assist. Prof. Sakine Fırıncık Assoc. Prof. Sevda Uzun	*Karamanoğlu Mehmetbey University* *Karabuk University* *Gumushane University*	THE EFFECT OF SOLUTION-FOCUSED PSYCHOEDUCATION ON SELF- EFFICACY, FUNCTIONING AND INTERNALIZED STIGMA IN BIPOLAR DISORDER: A QUASI-EXPERIMENTAL STUDY
Res. Assistant Sinan KIZILTOPRAK	*Duzce University* *Türkiye*	METHODOLOGICAL CONTRIBUTIONS OF NEUROSCIENCE TO MANAGEMENT AND ORGANIZATIONAL THEORIES WITHIN THE FRAMEWORK OF MIND-BODY PHILOSOPHY
Res. Assistant Sinan KIZILTOPRAK	*Duzce University* *Türkiye*	CRITIQUE OF THE SUPERHUMAN IN THE RELATIONSHIP BETWEEN LEADERSHIP AND NEUROSCIENCE
Dr. Sevda DEMİR	*Osmaniye Korkut Ata University* *Türkiye*	CROWDED LONELINESS AND DIGITAL FATIGUE IN WORKING LIFE: A QUALITATIVE STUDY ON PUBLIC AND PRIVATE SECTOR EMPLOYEES
Dr. Erhan ATICI	*Elazig Provincial Directorate of Health* *Türkiye*	STRESS MANAGEMENT AMONG HEALTHCARE WORKERS: A SYSTEMATIC REVIEW of the LITERATURE

10.09.2025, Wednesday, Online Session-2, Hall-5

Ankara Local Time: 12:30-14:30

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Res. Asst. Lügen Ceren GÜNEŞ		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Assoc. Prof. Hüseyin ÖZÇAKMAK Hilal ZİNİ	*Hatay Mustafa Kemal University* *Türkiye*	8TH GRADE STUDENTS' VIEWS ON QUIZIZZ AND WORDWALL APPLICATIONS
Gülümser UYSAL Res. Asst. Lügen Ceren GÜNEŞ	*Ankara University* *Türkiye*	DOES PROVIDING OUTDOOR PLAY OPPORTUNITIES AFFECT CHILDREN'S DEVELOPMENT AND CREATIVITY?: PERSPECTIVES OF PARENTS WITH CHILDREN AGED 36–72 MONTHS
Res. Asst. Lügen Ceren GÜNEŞ Prof. Dr. Ender DURUALP	*Ankara University* *Türkiye*	PERCEPTIONS OF HEALTH AND ILLNESS AMONG 60–72-MONTH-OLD CHILDREN: A QUALITATIVE STUDY
Assoc. Prof. Dr. Murat KORUCUK Eylül Buket GÜNDOĞDU	*Kafkas University* *Türkiye*	LEARNING AND SPORTS IN THE DIGITALIZING WORLD
Assoc. Prof. Dr. Qaribova Arifa	*Azerbaijan State Pedagogical University* *Azerbaijan*	THE IMPORTANCE OF MUSIC EDUCATION IN THE DEVELOPMENT OF PRESCHOOL AGE CHILDREN

10.09.2025, Wednesday, Online Session-2, Hall-6

Ankara Local Time: 12:30-14:30

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Ana TSULAIA		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Ana Tsulaia Demetre Janjalashvili	*Georgian Technical University* *Georgia*	THE IMPORTANCE OF ENGINEERING GEODESY IN LANDSLIDE PROCESS MODELING AND HYDRAULIC STRUCTURE PROTECTION MEASURES IN GEORGIA
B. DHARSHINI Dr.S.Selvam	*Nadar College* *Nagamalai* *Madurai* *India*	COGNITIVE CLOUDS INTEGRATING AI WITH INFRASTRUCTURE ORCHESTRATION FOR PREDICTIVE SCALING
P. Sankara Narayanan Dr. S. Selvam	*Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College* *India*	EVOLUTION OF BATTLE ROYALE GAMES: FREE FIRE VS CALL OF DUTY
I. Vaishnavi Dr. S. Selvam	*Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College* *India*	TRANSFERABILITY OF LEARNED POLICIES: A COMPARISON BETWEEN SUPERVISED AND REINFORCEMENT LEARNING IN MULTI-ROBOT SYSTEMS
S.Gayathri Dr. S. Selvam	*Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College* *India*	FASTER THAN LIGHT: UNPACKING THE SOCIETAL IMPLICATIONS OF 5G
BENFRID Abdelmoutalib	*Djillali Liabès University in Sidi Bel Abbès* *Algeria*	REINFORCEMENT OF RETAINING WALLS USING KEVLAR
J.Jeyavarshana Dr. S. Selvam	*Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College* *India*	ASTROLOGY-POWERED AI: A STUDY OF AI HOROSCOPES AND THEIR SOCIOTECHNICAL IMPLICATIONS
P. Veeralakshmi Dr. S. Selvam	*Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College* *India*	RPA VS. AI: THE BATTLE FOR AUTOMATION SUPREMACY
S. Reashmi Dr. S. Selvam	*Kamaraj College of Engineering and Technology* *India*	NEXT-GENERATION IOT WITH EDGE INTELLIGENCE

10.09.2025, Wednesday, Online Session-2, Hall-7

Ankara Local Time: 12:30-14:30

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Dr. K.G. DEGTYAREV		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Yassine Charikki Driss Khattach Mohammed-Rachid Houari Radia El Gout	*Mohamed First University Morocco*	STRUCTURAL MAPPING OF THE TAOUDENI BASIN: CONTRIBUTION OF GRAVITY DATA ANALYSIS
Imane Ahnouz	*Mohammed V University in Rabat Morocco*	MULTI-STAGE LEARNING TECHNIQUES FOR MIXED RADIATION PULSE DISCRIMINATION
Mourad Aloui Elhalaoui Menana	*Sidi Mohamed Ben Abdellah University Morocco*	COMPUTATIONAL DESIGN OF NEW DIHYDROPTERIDONE-OXADIAZOLE DERIVATIVES AS POTENT INHIBITORS AGAINST MCF-7 BREAST CANCER CELLS
Olena Sierikova Vadym Babakin	*National Scientific Center "Hon. Prof. M.S. Bokarius Forensic Science Institute" Ukraine*	3D SCANNING TO DETECT THE DAMAGE CAUSES OF PETROLEUM STORAGE TANKS
Dr. K.G. Degtyarev Dr. M.O. Chugay Dr. V.I. Gnitko Dr. A. O. Koshkin DSc E.A. Strelnikova	*Kharkiv National University V.N. Karazin Kharkiv National University Ukraine*	ANALYSIS OF CRACK GROWTH IN POWER MACHINE COMPONENTS WITH DEFECTS AND HOLES
Youssef Arif Wafaa Bendaoud Mohamed Bouhrim Fatiha Chigr Ahmed Ait Chaoui Ahmed Arif Mustapha Boulghallat	*Sulatan Moulay Slimane University Morocco*	IN SILICO MODELING OF CLADANTHUS ARABICUS PHYTOCHEMICALS REVEALS PROMISING ANTIDIABETIC POTENTIAL
Abdelmalek Matine Benharaf El Mostafa Habib El Alaoui El Abdallaoui Mohammed El Idrissi Abdellah Zeroual	*Sulatan Moulay Slimane University Morocco*	EXPERIMENTAL AND THEORETICAL STUDIES ON CORROSION INHIBITION OF MILD STEEL IN MOLAR HYDROCHLORIC ACID SOLUTION BY A NEWLY PYRAZOLE DERIVATIVE
Abdelhamid Ait M'hid Guojian Li Mourad Boughrara Mohamed Kerouad Qiang Wang	*Northeastern University Moulay Ismail University China*	MULTIFUNCTIONAL PROPERTIES OF ZNO THIN FILMS: STRUCTURE, MAGNETISM, AND ELECTRICAL TRANSPORT
Dr.L.Priya Megavarshini G U Nashrin Fathima K Ritika T Threya K S	*Sri Eshwar College of Engineering India*	NON-INVASIVE INSOMNIA TREATMENT USING A VIBRO-THERMAL NECKPAD: DESIGN AND PRELIMINARY EVALUATION

10.09.2025, Wednesday, Online Session-3, Hall-1

Ankara Local Time: 15:00-17:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Voroneanu Popa Rareş VASILE		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Masom Mia Most. Rawnak Islam	*University of Rajshahi Bangladesh*	PERCEIVED BARRIERS TO SEEKING TREATMENT FOR SUBSTANCE ABUSE AMONG THE GENERAL BANGLADESHI POPULATION – A CROSS-SECTIONAL STUDY
Mr. Hari Lama Dr. Naveen Kumar Thoila Dr. Archana Prasad	*Om Sterling Global University Tribhuvan University India*	EVALUATING THE GROWTH-ENHANCING EFFECTS OF LAPSI FRUIT (CHOEROSPONDIA AXILLARIS)AS A DIETARY SUPPLEMENT FOR RAINBOW TROUT (ONCORHYNCHUS MYKISS)
Saheed A. Adekola Igbayilola Yusuff Dimeji Mustapha Bakare	*University of Abuja Nigeria*	ASSESSMENT OF KNOWLEDGE, ATTITUDES, AND PRACTICES TOWARDS INFERTILITY AMONG WOMEN IN LOW-INCOME URBAN AREAS IN NIGERIA: A REVIEW STUDY
Mythili V Vardhana Janakiraman	*Vels Institute of Science India*	EVALUATION OF PHYTOCHEMICALS FROM MIMOSA PUDICA AND SANTALUM ALBUM FOR THE MANAGEMENT OF URINARY TRACT INFECTIONS
Taskeen Fatima	*Hajvery University Pakistan*	AN OVERVIEW OF CAD; ETIOLOGICAL FACTORS & SURGICAL MANAGEMENTS AUTHORS
Voroneanu-Popa Rareş-Vasile Richard Constantinescu	*Grigore T. Popa University Romania*	THE LIABILITY OF VETERINARY PRACTITIONERS FOR ACTS OF MEDICAL MALPRACTICE
Agwu, Ani Ekwe Essien, Kemfon Friday	*Bayero University Federal Polytechnic Ngodo-Isuochi Nigeria*	EVALUATION OF THE CARCASS CHARACTERISTICS OF ARBOR ACRE BROILER CHICKENS FED DIETS WITH INCREMENTAL LEVELS OF SCENT LEAF (OCIMUM GRATISSIMUM) MEAL
A. I. Yaradua A. J. Alhassan M. K. Atiku K. I. Matazu A. Nasir L. Shuaibu Y. Y. Riko I. Muhammad	*Umaru Musa Yar'adua University Nigeria*	PREVALENCE OF CARDIOVASCULAR RISK FACTORS AND METABOLIC SYNDROME IN SUBJECTS ATTENDING THE GENERAL OUTPATIENT DEPARTMENT OF THE FEDERAL MEDICAL CENTER KATSINA STATE, NORTH WEST NIGERIA
Md. Selim Ali	*University of Rajshahi Bangladesh*	EVALUATING MICROBIAL COMMUNITIES IN POULTRY MEAT AND THEIR IMPLICATIONS FOR HUMAN HEALTH

10.09.2025, Wednesday, Online Session-3, Hall-2

Ankara Local Time: 15:00-17:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Mine KOÇYİĞİT		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Assist. Prof. Cagla CELIK YOLDAS	*Harran University Türkiye*	SYNTHESIS OF INDOCYANINE GREEN (ICG)-COPPER ION NANOSTRUCTURES AND INVESTIGATION OF THEIR USE AS EFFECTIVE PHOTODYNAMIC AGENTS
Res. Asst. Fatma SARI Prof. Dr. Mine KOÇYİĞİT	*Istanbul Medipol University* *Istanbul University Türkiye*	CLINICAL FINDINGS AND ETHNOBOTANICAL DATA ON THE MEDICINAL VALUE OF ESSIAC® TEA
Res. Asst. Fatma SARI Prof. Dr. Ahmet Ulvi ZEYBEK Res. Asst. Ayşenur ÖLMEZ Hediye YURDAKUL Berna TAHMAZOĞLU	*Istanbul Medipol University Türkiye*	AROMATHERAPEUTIC EVALUATION OF THE MEDICINAL PLANTS Oenothera biennis L., Borago officinalis L., and Litsea cubeba(Lour.) Pers.
Res. Asst. Ayşenur ÖLMEZ Şükran KÜLTÜR	*Istanbul Medipol University* *Istanbul University Türkiye*	PHYTOCHEMICAL BASIS AND HEPATOPROTECTIVE PROPERTIES OF Glycyrrhiza glabra
Murat TİKEN Prof. Dr. İsmail KOYUNCU Özgür YÜKSEKDAĞ	*Gaziantep University* *Harran University Türkiye*	A CURRENT PERSPECTIVE ON THE PHYTOTHERAPEUTIC ROLE OF MORINGA OLEIFERA IN SEPSIS
Murat TİKEN Prof. Dr. İsmail KOYUNCU Özgür YÜKSEKDAĞ	*Gaziantep University* *Harran University Türkiye*	THE EFFECTS OF POLYPHENOLS ON MITOPHAGY AND CELLULAR AGING: NUTRITION AND MOLECULAR MECHANISMS

10.09.2025, Wednesday, Online Session-3, Hall-3

Ankara Local Time: 15:00-17:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Dr. Derya BULUÇ		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Res. Asst. Sündüz ADİLAK	*Malatya Turgut Özal University Türkiye*	FROM TEXT ANALYSIS TO CHARACTER CREATION: THE ROLE OF LABAN MOVEMENT ANALYSIS IN CONTEMPORARY ACTING
Res. Asst. Sündüz ADİLAK	*Malatya Turgut Özal University Türkiye*	PARADIGM, PERFORMATIVITY AND THE PERFORMANCE CONTINUUM IN RICHARD SCHECHNER'S THEORY
Dr. Derya BULUÇ	*Mimar Sinan Fine Arts University Türkiye*	AN EXAMINATION OF THE SHAPE, FABRIC, AND DECORATIVE FEATURES OF HANDKERCHIEFS IN TRADITIONAL TURKISH CULTURE
Res. Asst. Duygu KIZILDEMİR	*Batman University Türkiye*	A CONCEPTUAL ASSESSMENT OF THE RELATIONSHIP BETWEEN GRAPHIC DESIGN AND HEDONIC CONSUMPTION
Asst. Prof. Atakan ASLAN	*Malatya Turgut Özal University Türkiye*	THE PLACE OF TA'ZIYEH IN POSTMODERN THEATRE: FROM TRADITION TO MODERNITY
Res. Asst. Muhammet EROĞLU Assoc. Prof. Dr. Derya KARABURUN DOĞAN	*Adıyaman University İnönü University Türkiye*	ALEVI RELIGIOUS RITUALS AND THE SEMAH TRADITION AT YENI MAHALLE RIZA TANRIVERDI CEMEVI
Asst. Prof. Alev ÇIRPICI	*Istanbul Beykent University Türkiye*	DIGITAL LABOR IN FASHION: THE VISIBILITY PURSUIT OF WOMEN DESIGNERS VIA DIGITAL DESIGN TOOLS

10.09.2025, Wednesday, Online Session-3, Hall-4

Ankara Local Time: 15:00-17:00
Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414
https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Yeşim AKTÜRK DİZMAN		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Dr. Büşran SUNYAR	*Iğdır University Türkiye*	BIBLIOMETRIC REVIEW OF BITKI GROWTH-PROMOTED BACTERIA TOWARD SIDEROPHORE TRAP TRANSMISSIONS
Dr. Büşran SUNYAR	*Iğdır University Türkiye*	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS ON FIRE BLIGHT (Erwinia amylovora) DISEASE IN APPLE TREES
Dr. Sibel BOYSAN CANAL	*Van Yüzüncü Yıl University Türkiye*	THE EFFECT OF BIOFERTILIZER COMBINED WITH BIOSTIMULANTS ON THE MICROELEMENT CONTENT OF ACCUMULATOR PLANTS IN HEAVY METAL-CONTAMINATED SOIL
Assoc. Prof. Dr. Yeşim AKTÜRK DİZMAN	*Recep Tayyip Erdoğan University Türkiye*	ANALYSIS OF CODON USAGE BIAS OF THE POLYPHENOL OXIDASE GENES IN CAMELLIA SINENSIS
Prof. Dr. M. Alp FURAN Gülistan GENLİ	*Van Yüzüncü Yıl University Türkiye*	DIFFERENTIAL GENE EXPRESSION ANALYSIS AND FUNCTIONAL INSIGHTS IN CORIANDRUM SATIVUM VIA RNA-SEQ
Asst. Prof. Dr. Demet Yilmazkaya Gogus Prof. Dr. Aycan Tosunoglu Prof. Dr. Hasan Akgul Prof. Dr. Adem Bicakci	*Gaziantep Islam Science and Technology University* *Uludağ University* *Akdeniz University* *Türkiye*	A FUNGAL SPORE CALENDAR FOR THE ATMOSPHERE OF HATAY (2015)

10.09.2025, Wednesday, Online Session-3, Hall-5

Ankara Local Time: 15:00-17:00
Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414
https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Claudine Ann NAKILA		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Ritabrata Biswas	*University of Burdwan India*	FRACTALISED BLACK HOLE ENTROPY: RELATED THERMODYNAMIC GEOMETRY
Hassina Hafida Boukhalfa Haroun Boumaraf Nesrine Chebri	*Mohamed Khider University* *University of Ouargla* *University of Biskra* *Algeria*	CONSUMER PERCEPTİONS OF LOCAL AND IMPORTED MEAT İN BİSKRA, ALGERİA
Hassina Hafida Boukhalfa Haroun Boumaraf Nesrine Chebri	*Mohamed Khider University* *University of Ouargla* *University of Biskra* *Algeria*	BUTCHERS' PREFERENCES AND PRACTİCES REGARDİNG LOCAL AND IMPORTED MEAT İN BİSKRA, ALGERİA
Ephesus O. Fatunmbi Olumuyiwa O. Akanbi	*Federal Polytechnic, Ilaro* *Nigeria*	REACTIVE MAGNETO-NANOFLUID FLOW AND HEAT TRANSFER ON A VERTICAL STRETCHING DISK: EFFECTS OF NONLINEAR RADIATION AND ACTIVATION ENERGY
Satyajit Pal	*The University of Burdwan* *India*	INVESTIGATING COSMIC EVOLUTION THROUGH QUASAR J152750.96+520358.9 AT HIGH REDSHIFT
Rakesh Ranjan Bipin Prasad Amar Kumar	*Government Polytechnic Munger University* *India*	A NOVEL FITTED NUMERICAL SOLUTION FOR SINGULARLY PERTURBED DELAY DIFFERENTIAL EQUATIONS
Ritabrata Biswas	*The University of Burdwan* *India*	THERMODYNAMIC ANALYSES WITHIN THE FRAMEWORK OF BARROW ENTROPY IN THE CONTEXT OF BLACK HOLES
Claudine Ann Nakila Amera Malaco Rodelyn Dalayap Sharon Rose Tabugo	*MSU-IIT* *Sultan Kudarat State University* *Philippines*	DIATOM COMMUNITY STRUCTURE AS AN INDICATOR OF AQUACULTURE IMPACTS IN LAKE BULUAN, MAGUINDANAO, PHILIPPINES
Bouchra Bourhabi Latifa Mouhir	*Hassan II University* *Morocco*	FROM RESERVOIR TO CONSTRUCTION: VALORIZATION OF SEDIMENTS FROM BIN EL OUIDANE DAM (MOROCCO) FOR CIVIL ENGINEERING

10.09.2025, Wednesday, Online Session-3, Hall-6

Ankara Local Time: 15:00-17:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Abdolhossein DALIMI		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Saraswathi.V Vidhyalakshmi Kowsika.M Dr.W.Helen Dr.R.Srinivasam	*Bharath Institute of Higher Education and Research* *India*	NEUROPHYSIOLOGY OF DOMESTIC ANIMALS: CLINICAL SIGNIFICANCE
Abdolhossein Dalimi Alireza Mohammady	*Tarbiat Modares University* *Iran*	ACANTHAMOEBA AS A RESERVOIR FOR ACINETOBACTER BAUMANNII, HELICOBACTER PYLORI, AND CAMPYLOBACTER JEJUNI IN THERMAL SPRINGS
Naiya Beri	*M.D. University* *India*	SMARTER HIRING WITH AI: OPPORTUNITIES, CHALLENGES, AND THE FUTURE OF TALENT ACQUISITION
R. Swathi G.David	*Bharath Institute of Higher Education and Research* *India*	DEVELOPMENT AND FUTURE SCOPE OF ATROPINE DRUG
Abdelkader METIDJI Mohamed RAHAL	*Yahya Fares University* *Algeria*	PREVALENCE AND DRUG RESISTANCE OF ENTEROHAEMORRHAGIC ESCHERICHIA COLI ISOLATED FROM PATIENT SUFFERING FROM URINARY TRACT INFECTIONS IN MÉDEA, ALGERIA
Abdolhossein Dalimi Alireza Mohammadi	*Tarbiat Modares University* *Iran*	ACANTHAMOEBA IN HOSPITAL ENVIRONMENTS: REVEALING CAMPYLOBACTER JEJUNI ENDOSYMBIONTS AND HEALTH CONCERNS
Umar Rabiu Bello	*Umaru Musa Yar'adua University* *Nigeria*	PHYTOCHEMICAL SCREENING AND ANTIMICROBIAL ACTIVITIES OF LEAVES EXTRACT OF DODONAEA VISCOSA LINN
Yazeed Alharbi Abdulelah Alharbi	*Qassim University* *Saudi Arabia*	ADVANCEMENTS AND FUTURE OF RENEWABLE ENERGY
Ibrahim Altasan Saud Alzain	*Qassim University* *Saudi Arabia*	3D PRINTING APPLICATIONS IN MODERN ENGINEERING

10.09.2025, Wednesday, Online Session-3, Hall-7

Ankara Local Time: 15:00-17:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

HEAD OF SESSION: Gilda HOXHA		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Gilda Hoxha	*Mediterrean University of Albania*	PEACE MOVEMENTS AND CONFLICT RESOLUTION
Aynaou Anass Nouyati Nordine Khattach Driss	*Abdelmalek Essaadi University Morocco*	IMPACT OF PRECIPITATION INTENSITY AND DROUGHT PATTERNS ON GROUNDWATER STORAGE FLUCTUATIONS WITHIN THE GHIS-NEKOR AQUIFER (MOROCCO)
Sabri Safaa Sabri Chaima Kabine Mostafa	*Univercité Hassan II Casa* *Univercité ibno tofail, FS Morocco*	SPICE ADULTERATION AND FOOD SAFETY
Laura Orynbay Banu Yergesh	*L.N. Gumilyov Eurasian National University Kazakhstan*	PHONOLOGICAL MODELS OF THE KAZAKH LANGUAGE
Milos RABRENOVIC	*Montenegro Dance Sport Federation Montenegro*	PSYCHOLOGICAL SUPPORT AND MOTIVATION IN TRAINING YOUNG DANCERS: CHALLENGES IN APPLYING ADULT TRAINING METHODS
Ananda Majumdar	*Harvard University USA*	THE LASTING LEGACY OF THE NORMAN CONQUEST: A TURNING POINT IN ENGLISH AND EUROPEAN HISTORY
Lê Tuấn Anh	*Bùi Hữu Nghĩa High School, Department of History Vietnam*	CURRENT SITUATION AND SOLUTIONS TO ENHANCE THE ROLE OF THE CLASS EXECUTIVE COMMITTEE IN BUILDING A SELF-GOVERNING CLASSROOM: A CASE STUDY OF CLASS 11A8 AT BÙI HỮU NGHĨA HIGH SCHOOL, VIETNAM
Nuno BAPTISTA Anna BOECHAT	*Polytechnic University of Leiria* *IADE, European University Portugal*	TURNING CRISIS-INDUCED CHALLENGES INTO OPPORTUNITIES FOR BUILDING SUSTAINABLE SHORT FOOD SUPPLY CHAINS: THE CASE OF THE COVID PANDEMIC
Nuno BAPTISTA Maria Dos-Santos Natacha SILVA Fernando MATA	*Polytechnic University of Leiria* *Polytechnic University of Lisbon* *Polytechnic University of Bragança* *Polytechnic University of Viana do Castelo Portugal*	ADVANCING SUSTAINABLE CONSUMPTION THROUGH URBAN SHORT SUPPLY CHAINS

10.09.2025, Wednesday, Online Session-3, Hall-8

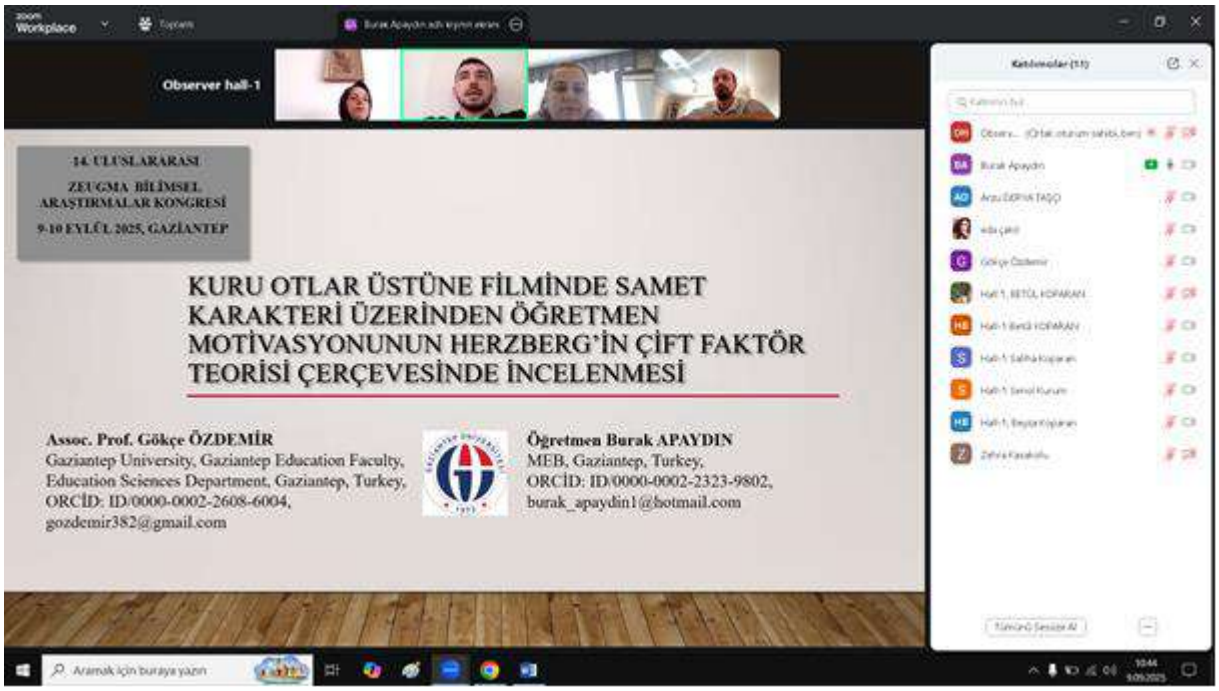
Ankara Local Time: 15:00-17:00

Meeting ID: 833 1287 1999 / Passcode: 141414

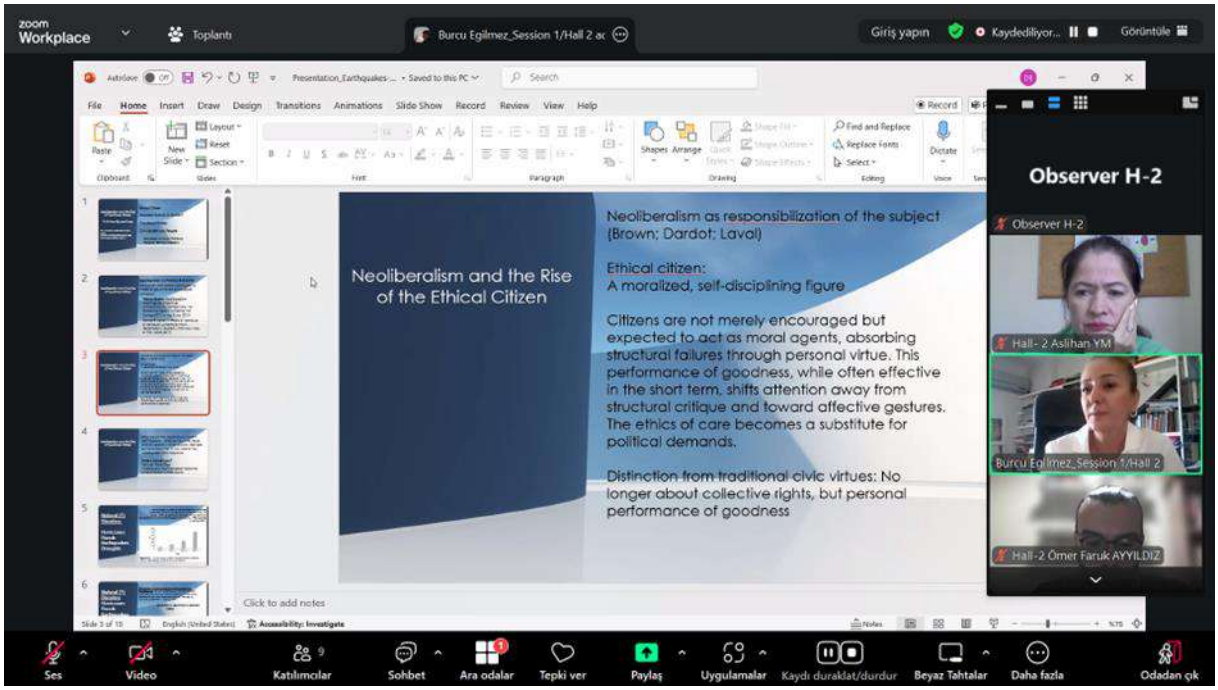
https://us02web.zoom.us/j/83312871999?pwd=APWWlFTeDCaP2ffihylQ4q5JA3IaVc.1

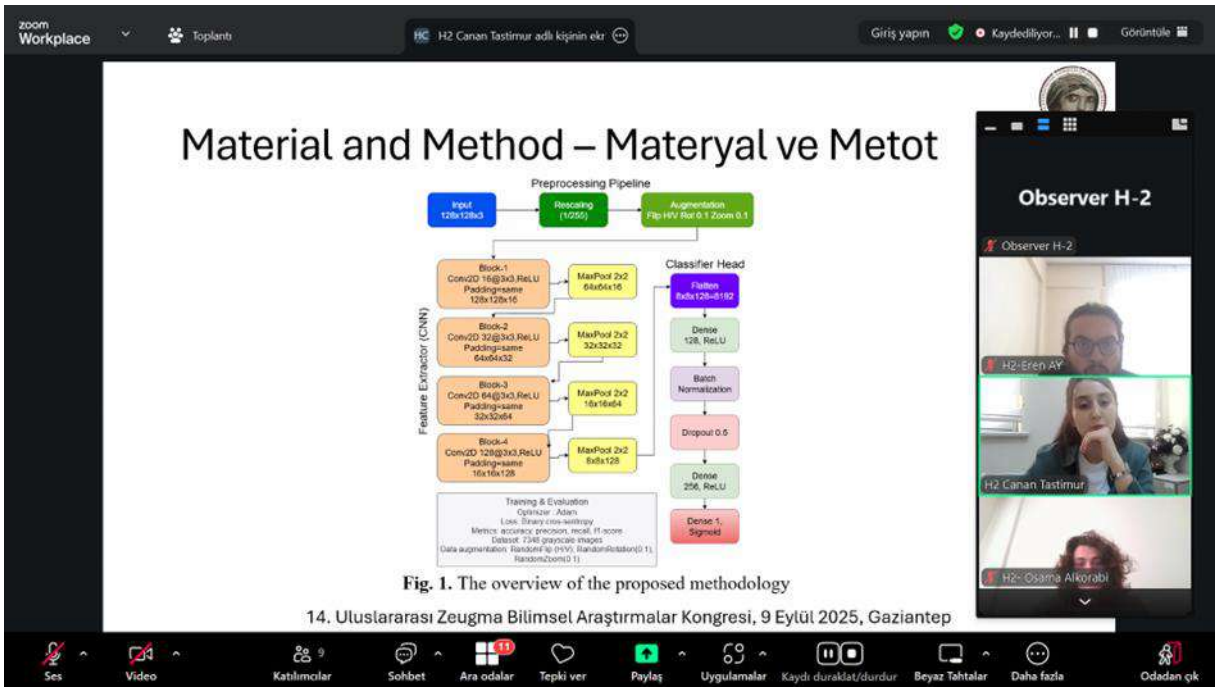
HEAD OF SESSION: Dr. German Martínez PRATS		
AUTHOR(S)	**ORGANISATION**	**TOPIC TITLE**
Alfredo Guatemala Mariano Gabriel García Becerril Maximiliano Martínez Ortiz	*Universidad Olmeca Mexico*	NEGOTIATION AND TRADE POLICY STRATEGIES FOR EMERGING ECONOMIES: MITIGATING RESTRICTIVE CLAUSES IN THE USMCA CONTEXT AND DIVERSIFICATION TOWARDS ASIA
Luis Manuel Hernández Govea Arturo Martínez de Escobar Fernández Heidi Gabriela Estrada Calix Jessica Esther Cruz Velazco	*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco Mexico*	METHODOLOGIES FOR MEASURING AND PROJECTING DIRECT EMPLOYMENT: AN EVIDENCE-BASED ANALYSIS FOR PUBLIC POLICY EVALUATION
Alfredo Guatemala Mariano Gabriel García Becerril Maximiliano Martínez Ortiz	*Universidad Olmeca Mexico*	FINANCING MODELS FOR MEGAPROJECTS IN EMERGING ECONOMIES: ALTERNATIVES TO TAX-BASED FUNDING FOR ATTRACTING PRIVATE INVESTMENT
Luis Manuel Hernández Govea Arturo Martínez de Escobar Fernández Heidi Gabriela Estrada Calix Fabiola Itzel Ortiz Martínez	*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco Mexico*	PROGRESSIVE FISCAL REFORM MODELS FOR THE SUSTAINABILITY OF MULTIDIMENSIONAL POVERTY REDUCTION IN MEXICO
Uriel De la Cruz De la Cruz Dra. Candelaria Guzmán Fernández	*Juárez Autonomous University of Tabasco Mexico*	THE EVOLUTION OF AN INDUSTRIAL COMPANY'S TAX CONTRIBUTIONS IN VILLAHERMOSA UNDER THE TAX INCORPORATION REGIME AND THE SIMPLIFIED TRUST REGIME AS A SOLUTION TO TAX EVASION
Xochilt Yomara Pérez Castro Dra. Candelaria Guzmán Fernández	*Juárez Autonomous University of Tabasco Mexico*	ACCOUNTING MANIPULATION AND ITS IMPACT ON FINANCIAL TRANSPARENCY
Juan Antonio Pérez Jiménez Dra. Candelaria Guzmán Fernández Dr. Germán Martínez Prats	*Juárez Autonomous University of Tabasco Mexico*	FINANCIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
José Antonio Gomez Arias Candelaria Guzmán Fernández German Martínez Prats	*Juárez Autonomous University of Tabasco Mexico*	FINANCIAL INSTRUMENTS FOR THE UNDERGRADUATE STUDENT POPULATION
Dr. William Baldemar López Rodríguez Mtra. Verónica Vázquez Vidal Dra. Christian Ydette Cabra Vidal Dr. Francisco Javier Jiménez Tecillo	*Juárez Autonomous University of Tabasco Mexico*	THE INFLUENCE OF CUSTOMER AND COMPETITOR ORIENTATION ON THE PERFORMANCE OF COMMERCIAL SMES IN TABASCO
Dr. William Baldemar López Rodríguez Mtra. Verónica Vázquez Vidal Dr. Alejandro Mustieles Ocaña Dra. Patricia Selván García	*Juárez Autonomous University of Tabasco Mexico*	THE INFLUENCE OF ORGANIZATIONAL LEARNING ON THE COMPETITIVENESS AND ORGANIZATIONAL PERFORMANCE OF SMES IN THE COMMERCIAL SECTOR OF TABASCO
Prof. Dr. Salih ÖZTÜRK Anıl Yüksel YURTSEVER	*Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye*	HUMAN CAPITAL IN TURKIYE AND ITS IMPACT ON THE ECONOMY
Prof. Dr. Salih ÖZTÜRK Engin Ege MAVİSU	*Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye*	SOCIO-ECONOMIC IMPLICATIONS OF GLOBALIZATION

CONFERENCE GALLERY



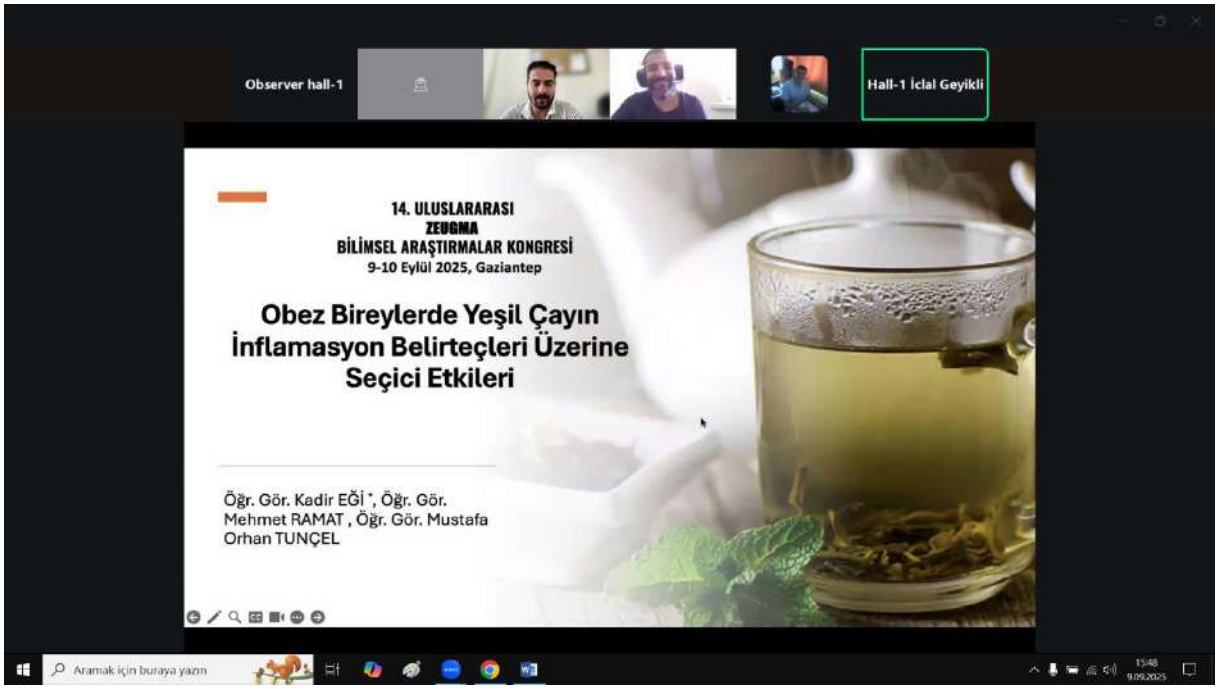
zoom Workplace
Toplantı - HALL 2
Giriş yapın
Kaydediliyor...
Görüntüle
Observer H-2
Hall- 2 Aslihan YM
Observer H-2
Hall-2 Pınar Karaoğlan
Hall-2 Elif Erdoğan
Hall-2 Ömer Faruk AYYILDIZ
Burcu Egilmez_Session 1/Hall 2
Ecem Arık
Hall-2 Birgül AVCI
observer-hall2-...
observer-hall2-mehmet
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydı duraklat/durdur
Beyaz Tahtalar
Daha fazla
Odadan çık


zoom Workplace
Toplantı
Burcu Egilmez_Session 1/Hall 2 ac
Giriş yapın
Kaydediliyor...
Görüntüle
Neoliberalism and the Rise of the Ethical Citizen
Neoliberalism as responsibilization of the subject (Brown; Dardot; Laval)
Ethical citizen:
A moralized, self-disciplining figure
Citizens are not merely encouraged but expected to act as moral agents, absorbing structural failures through personal virtue. This performance of goodness, while often effective in the short term, shifts attention away from structural critique and toward affective gestures. The ethics of care becomes a substitute for political demands.
Distinction from traditional civic virtues: No longer about collective rights, but personal performance of goodness
Observer H-2
Observer H-2
Hall- 2 Aslihan YM
Burcu Egilmez_Session 1/Hall 2
Hall-2 Ömer Faruk AYYILDIZ
Click to add notes
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydı duraklat/durdur
Beyaz Tahtalar
Daha fazla
Odadan çık

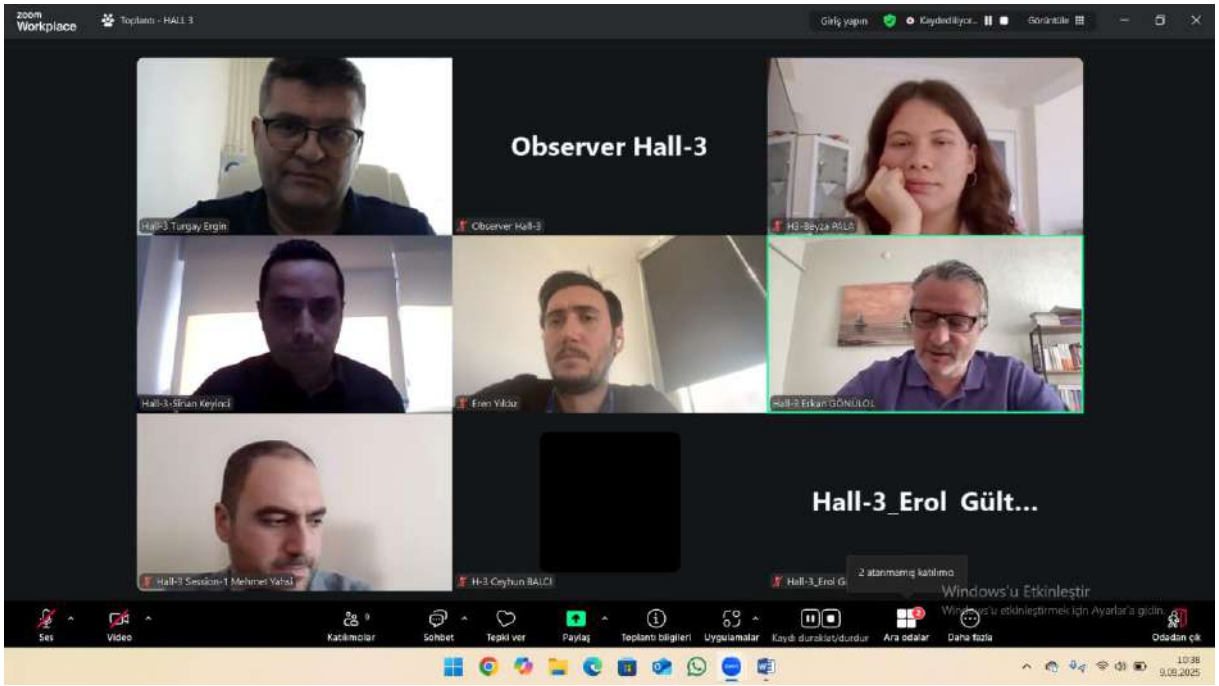

Material and Method – Materyal ve Metot
Preprocessing Pipeline
Input 128x128x3
Rescaling (1/255)
Augmentation Flip H/V Rot 0.1 Zoom 0.1
Feature Extractor (CNN)
Block-1 Conv2D 16@3x3,ReLU Padding=same 128x128x16
MaxPool 2x2 64x64x16
Block-2 Conv2D 32@3x3,ReLU Padding=same 64x64x32
MaxPool 2x2 32x32x32
Block-3 Conv2D 64@3x3,ReLU Padding=same 32x32x64
MaxPool 2x2 16x16x64
Block-4 Conv2D 128@3x3,ReLU Padding=same 16x16x128
MaxPool 2x2 8x8x128
Classifier Head
Flatten 8x8x128=8192
Dense 128, ReLU
Batch Normalization
Dropout 0.5
Dense 256, ReLU
Dense 1, Sigmoid
Training & Evaluation
Optimizer: Adam
Loss: Binary cross-entropy
Metrics: accuracy, precision, recall, f1-score
Dataset: 7340 grayscale images
Data augmentation: RandomFlip (H/V), RandomRotation(0.1), RandomZoom(0.1)
Observer H-2
Observer H-2
H2-Eren AY
H2 Canan Tastimur
H2- Osama Alkorabi
Fig. 1. The overview of the proposed methodology
14. Uluslararası Zeugma Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 9 Eylül 2025, Gaziantep

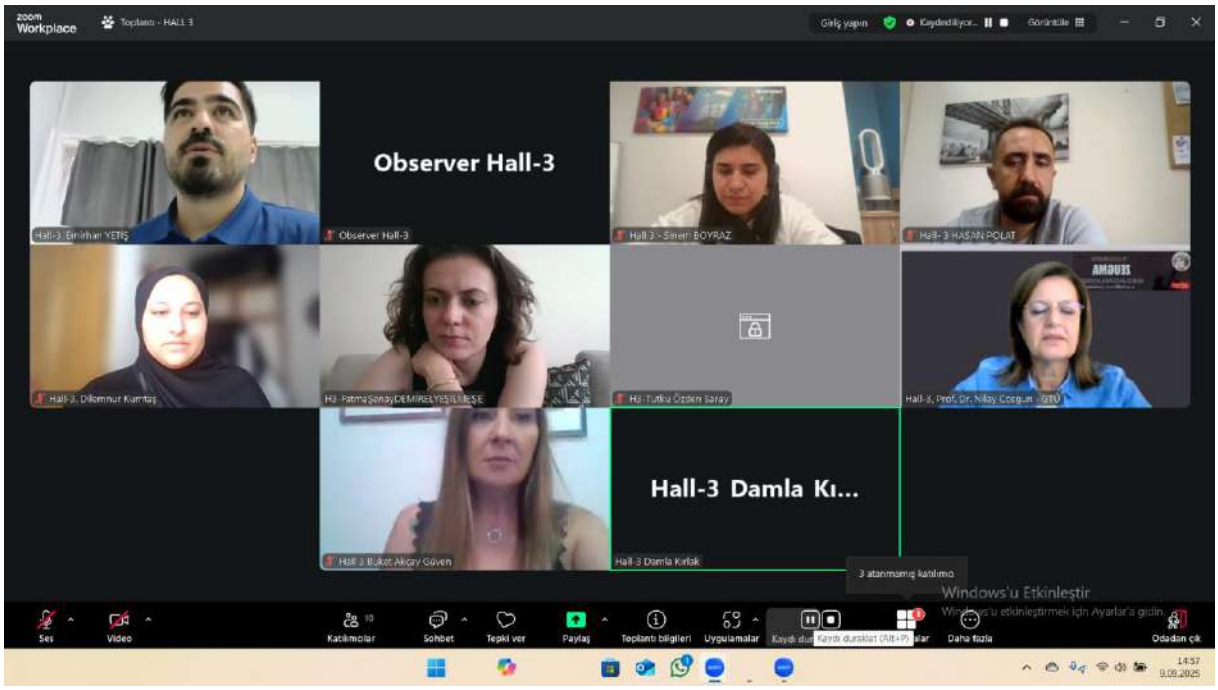
Observer H-2
Hall-2, Aysel VEYİSOĞLU
Observer H-2
Hida Atalan
Hall-2, Demet TATAR
Hall-2, Ayşenur ŞAHİN
hikmet yeter çoğun
Hall-2, Halil Ayvazoğlu
Hall2 Nesrin korkmaz
Güler Hasırcı hal...
Nilüfer Hilmioğlu
Güler Hasırcı hall-2
Nilüfer Hilmioğlu

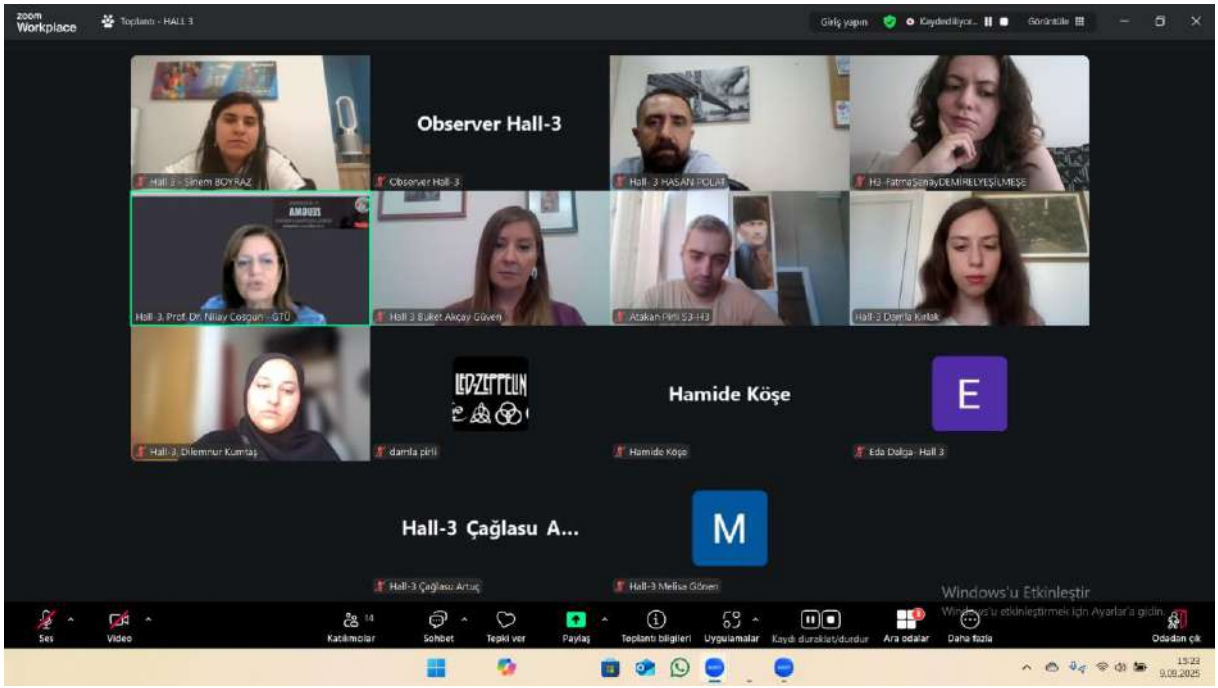
Observer hall-1
Mehmet RAMAT
Hall-1 İclal Geyi...
Aramak için buraya yazın

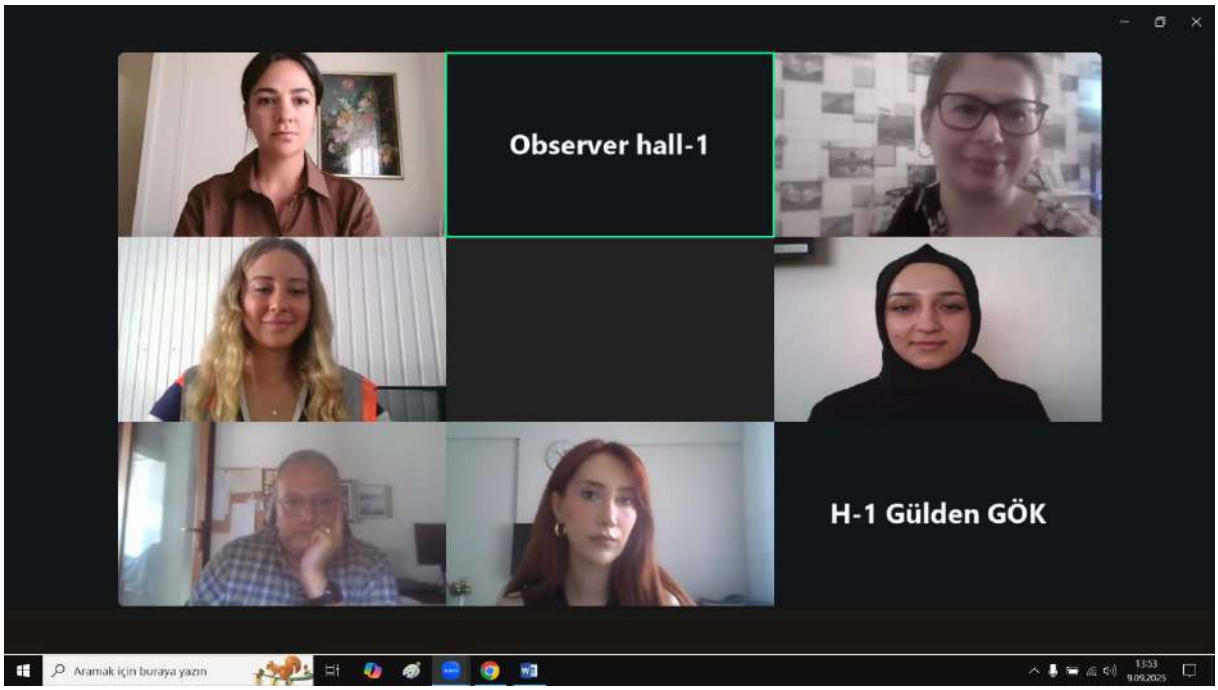

Observer hall-1
Hall-1 İclal Geyikli
14. ULUSLARARASI
ZEUGMA
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
9-10 Eylül 2025, Gaziantep
Obez Bireylerde Yeşil Çayın İnflamasyon Belirteçleri Üzerine Seçici Etkileri
Öğr. Gör. Kadir EĞİ *, Öğr. Gör. Mehmet RAMAT , Öğr. Gör. Mustafa Orhan TUNÇEL
Aramak için buraya yazın

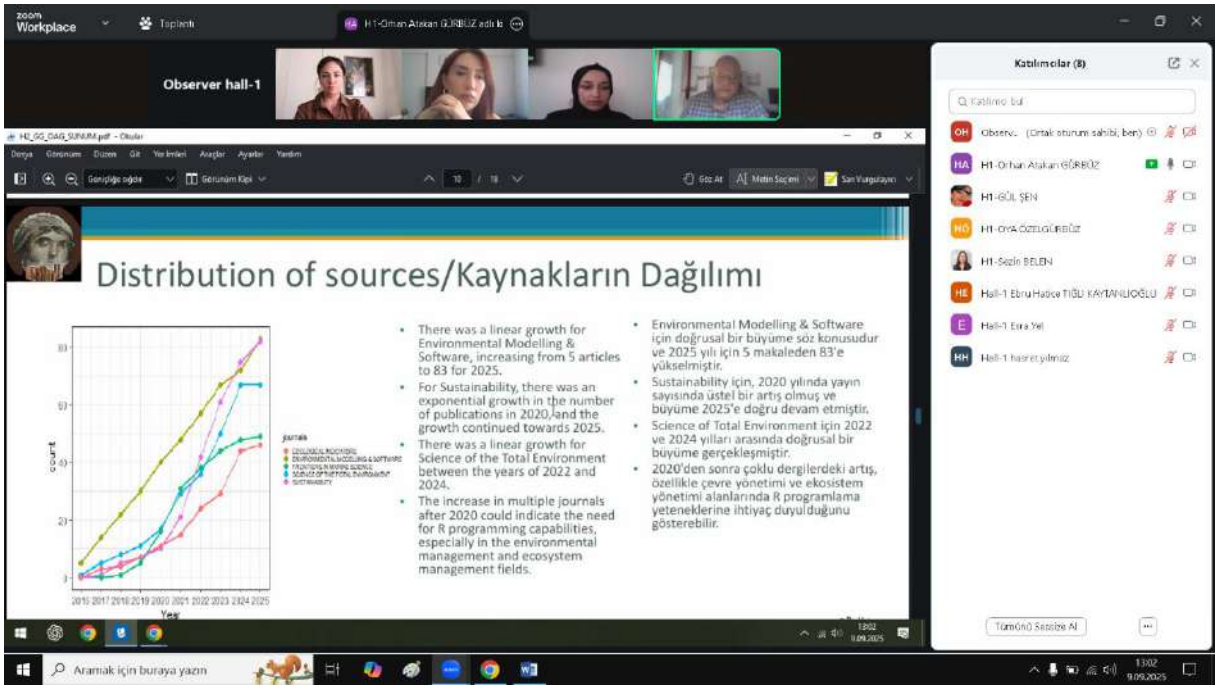
Observer hall-1
Mehmet RAMAT
kadiregi
Hall-1 İclal Geyikli
INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF OLIVE OIL IN A PROPIONIC ACID-INDUCED AUTISM MODEL: A PRELIMINARY STUDY
Erkan Özkan, Lecturer Dr.
Nese Hayat AKSOY, Assoc. Prof. Dr.
Caner ÖZTÜRK, Assoc. Prof. Dr.
Ramazan ARSLAN, Research Assistant
14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
September 09-10, 2025 Gaziantep, Turkiye


Observer Hall-3
Hall-3_Erol Gült...
Windows'u Etkinleştir

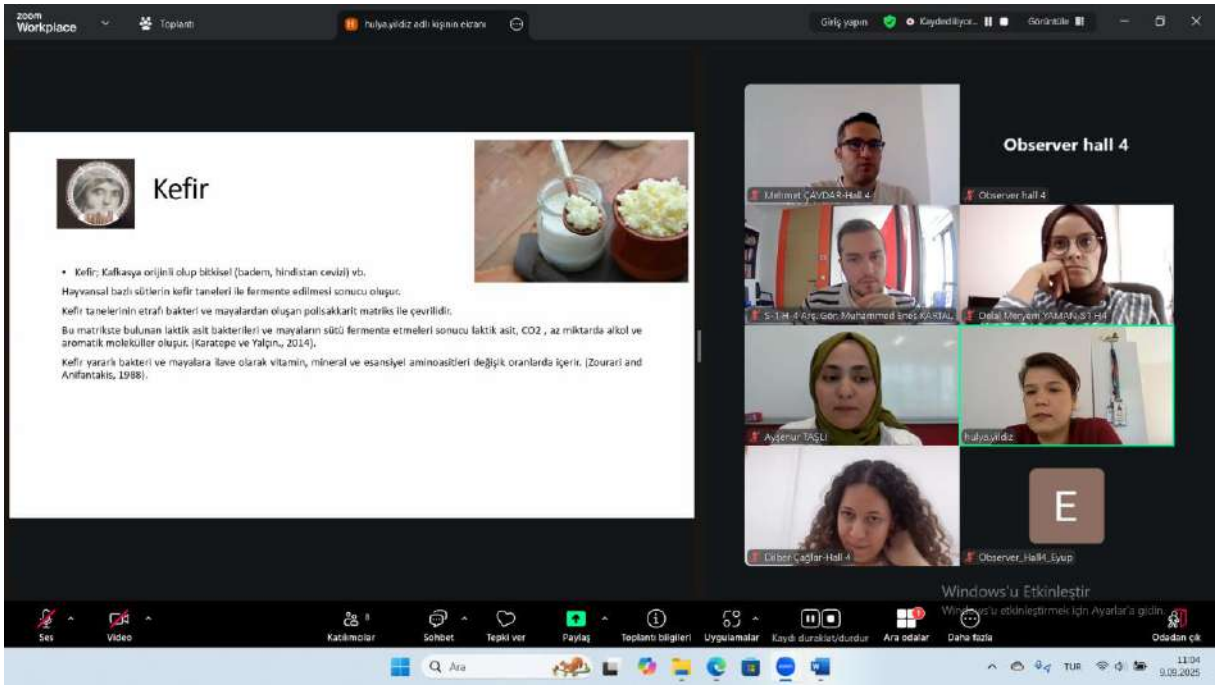

Observer Hall-3
Hall-3 Damla Kı...
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Toplantı bilgileri
Uygulamalar
Daha fazla
Odadan çık

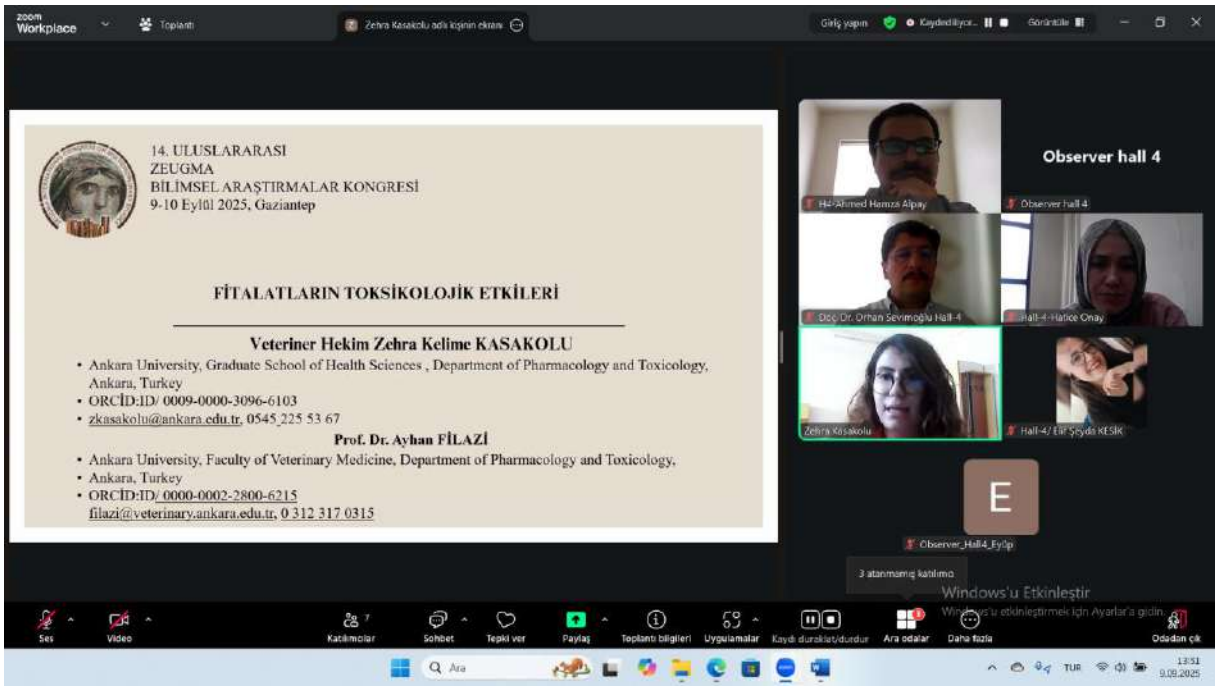

Observer Hall-3
Hamide Köşe
Hall-3 Çağlasu A...
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Toplantı bilgileri
Uygulamalar
Ara odalar
Daha fazla
Odadan çık


Observer hall-1
H-1 Gülden GÖK
Aramak için buraya yazın

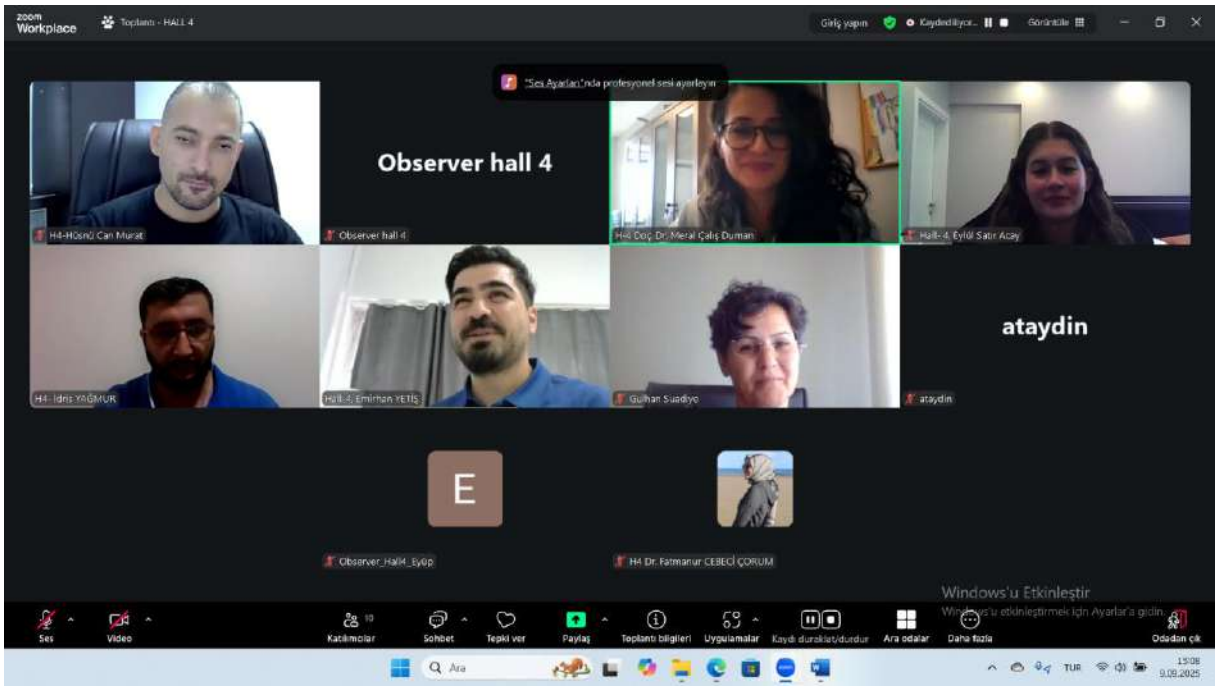

Workplace
Toplantı
Observer hall-1
Katılımcılar (8)
Distribution of sources/Kaynakların Dağılımı
There was a linear growth for Environmental Modelling & Software, increasing from 5 articles to 83 for 2025.
For Sustainability, there was an exponential growth in the number of publications in 2020, and the growth continued towards 2025.
There was a linear growth for Science of the Total Environment between the years of 2022 and 2024.
The increase in multiple journals after 2020 could indicate the need for R programming capabilities, especially in the environmental management and ecosystem management fields.
Environmental Modelling & Software için doğrusal bir büyüme söz konusudur ve 2025 yılı için 5 makaleden 83'e yükselmiştir.
Sustainability için, 2020 yılında yayın sayısında üstel bir artış olmuş ve büyüme 2025'e doğru devam etmiştir.
Science of Total Environment için 2022 ve 2024 yılları arasında doğrusal bir büyüme gerçekleşmiştir.
2020'den sonra çoklu dergilerdeki artış, özellikle çevre yönetimi ve ekosistem yönetimi alanlarında R programlama yeteneklerine ihtiyaç duyulduğunu gösterebilir.
count
Year
Aramak için buraya yazın

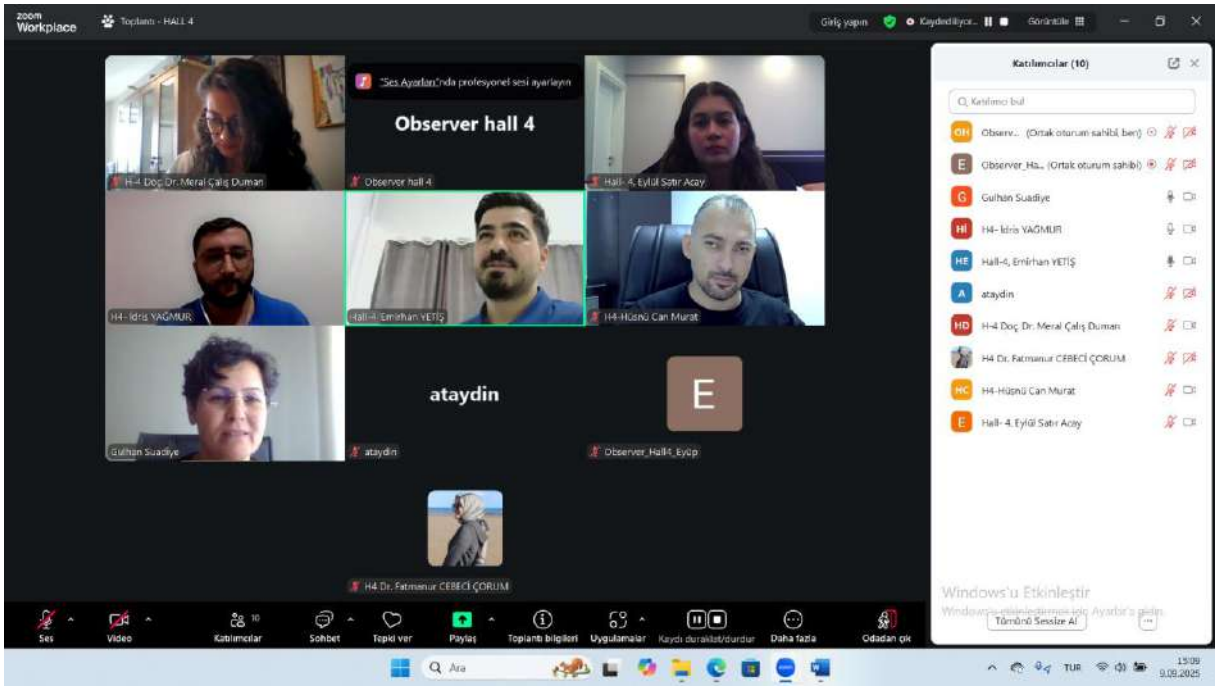
Observer hall 4
E
Observer_Hall4_Eyup
Windows'u Etkinleştir

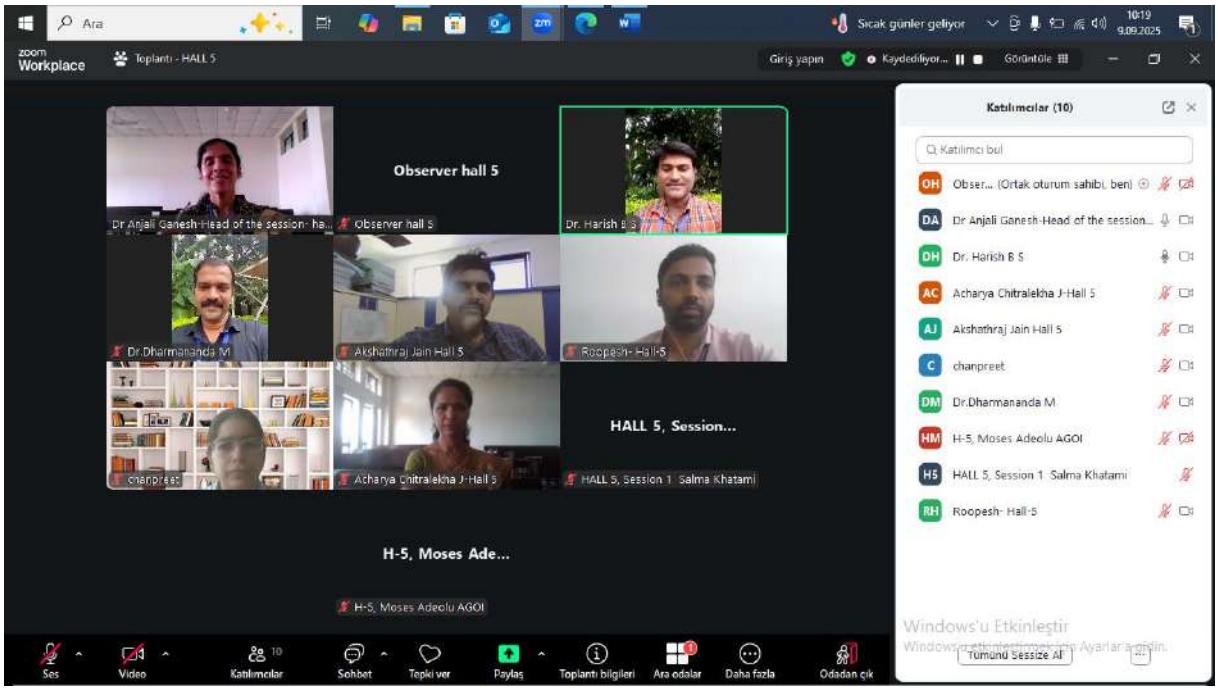

Kefir
Observer hall 4
E
Observer_Hall4_Eyup
Windows'u Etkinleştir

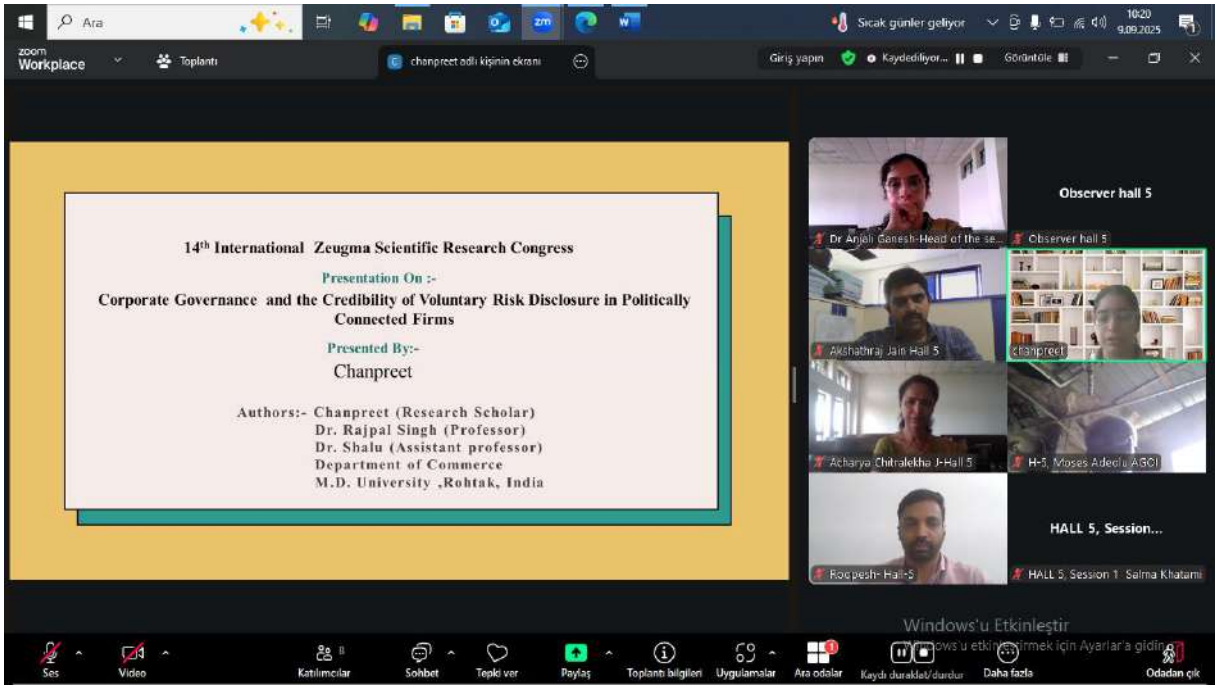

14. ULUSLARARASI
ZEUGMA
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
9-10 Eylül 2025, Gaziantep
FİTALATLARIN TOKSİKOLOJİK ETKİLERİ
Veteriner Hekim Zehra Kelime KASAKOLU
• Ankara University, Graduate School of Health Sciences , Department of Pharmacology and Toxicology, Ankara, Turkey
• ORCİD:ID/ 0009-0000-3096-6103
• zkasakolu@ankara.edu.tr, 0545 225 53 67
Prof. Dr. Ayhan FİLAZİ
• Ankara University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pharmacology and Toxicology,
• Ankara, Turkey
• ORCİD:ID/ 0000-0002-2800-6215
filazi@veterinary.ankara.edu.tr, 0 312 317 0315
Observer hall 4

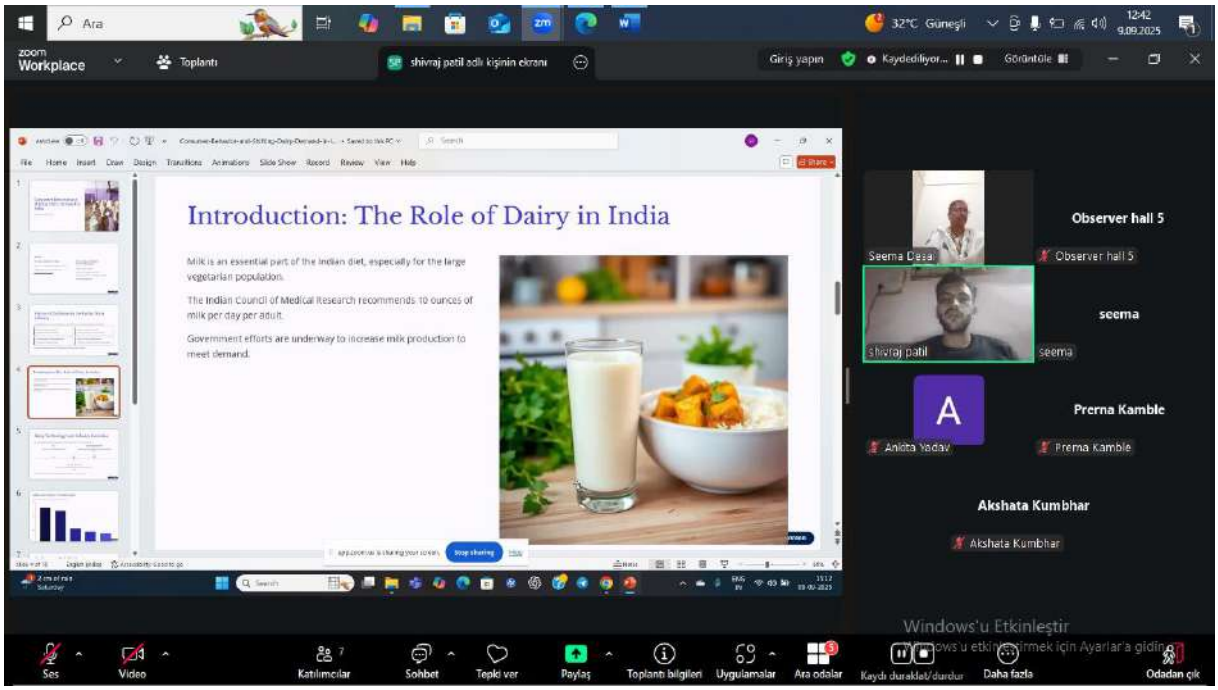
Observer hall 4
Observer_Hall4_Eylp

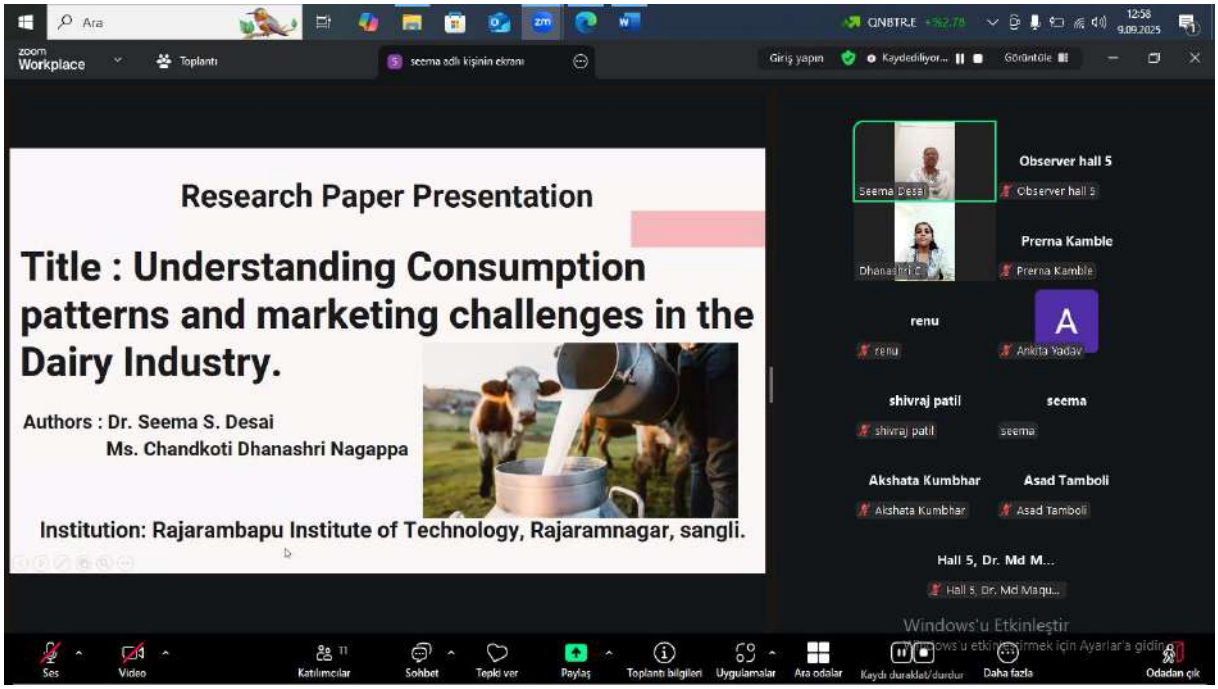

Observer hall 4
ataydin
E
Observer_Hall4_Eyüp
H4 Dr. Fatmanur CEBECİ ÇORUM
Windows'u Etkinleştir

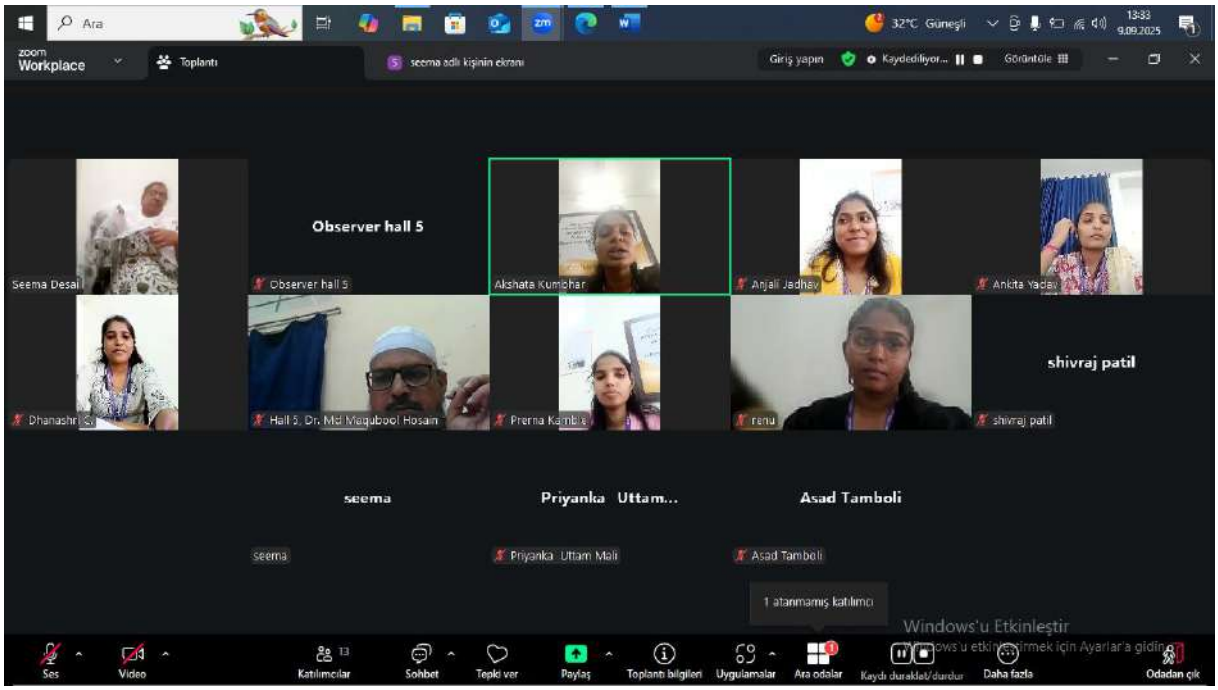

Observer hall 4
ataydin
E
Observer_Hall4_Eyüp
H4 Dr. Fatmanur CEBECİ ÇORUM
Katılımcılar (10)
Windows'u Etkinleştir

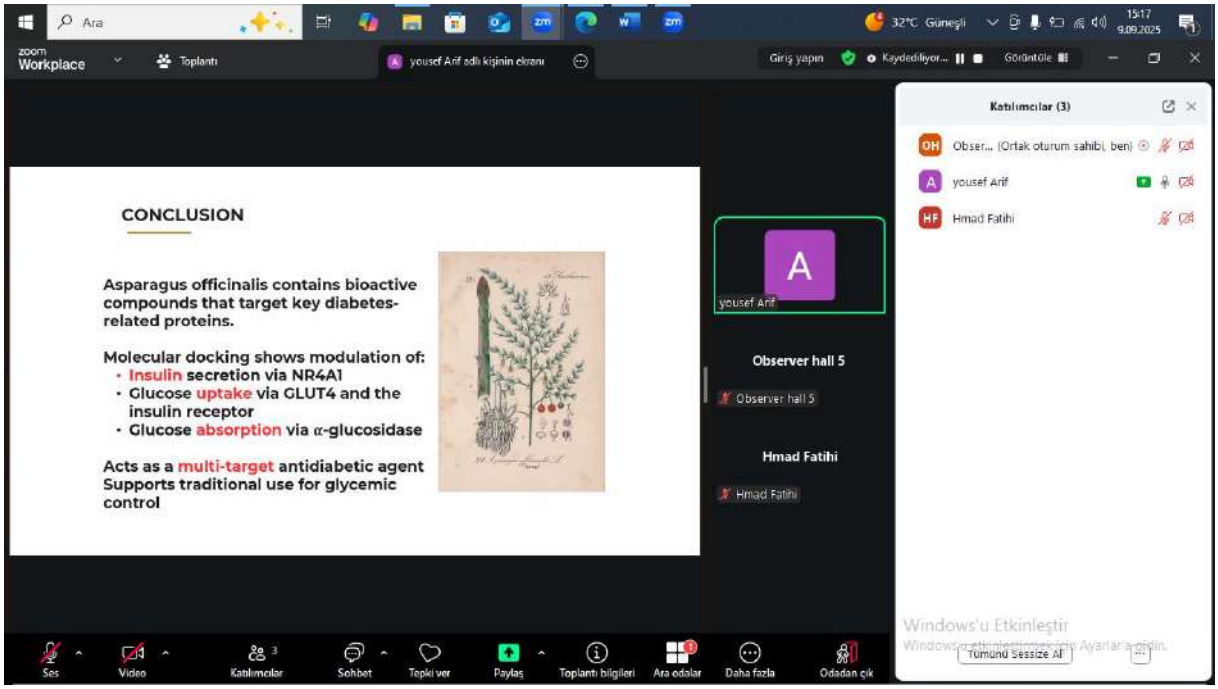

Observer hall 5
HALL 5, Session...
H-5, Moses Ade...
Katılımcılar (10)

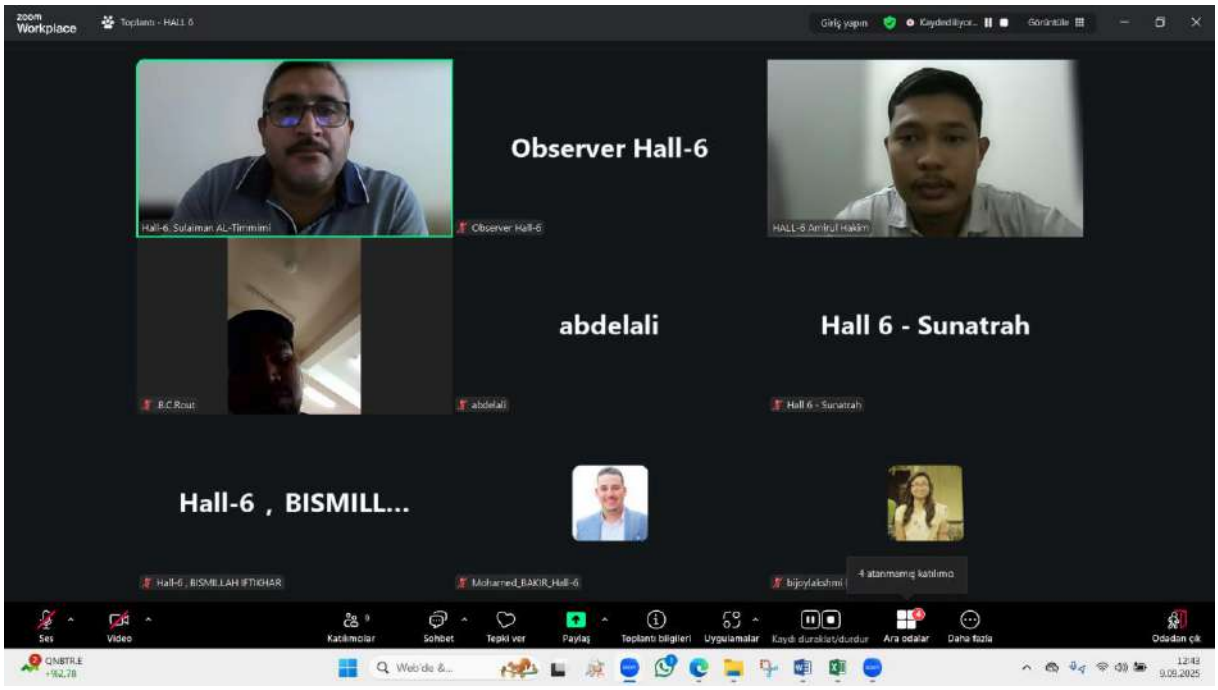

14th International Zeugma Scientific Research Congress
Presentation On :-
Corporate Governance and the Credibility of Voluntary Risk Disclosure in Politically Connected Firms
Presented By:-
Chanpreet
Authors:- Chanpreet (Research Scholar)
Dr. Rajpal Singh (Professor)
Dr. Shalu (Assistant professor)
Department of Commerce
M.D. University ,Rohtak, India
Observer hall 5
HALL 5, Session...


Introduction: The Role of Dairy in India
Milk is an essential part of the Indian diet, especially for the large vegetarian population.
The Indian Council of Medical Research recommends 10 ounces of milk per day per adult.
Government efforts are underway to increase milk production to meet demand.
Observer hall 5
seema
Prerna Kamble
Akshata Kumbhar

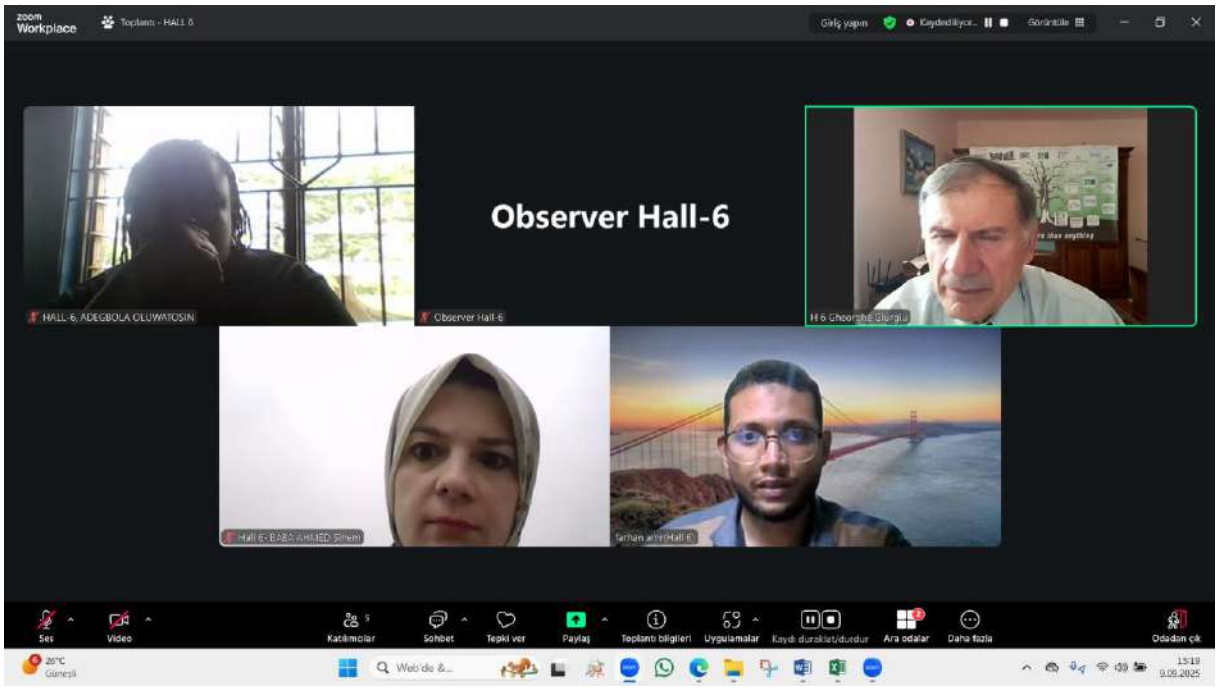

Research Paper Presentation
Title : Understanding Consumption patterns and marketing challenges in the Dairy Industry.
Authors : Dr. Seema S. Desai
Ms. Chandkoti Dhanashri Nagappa
Institution: Rajarambapu Institute of Technology, Rajaramnagar, sangli.
Observer hall 5
Prerna Kamble
renu
shivraj patil
seema
Akshata Kumbhar
Asad Tamboli

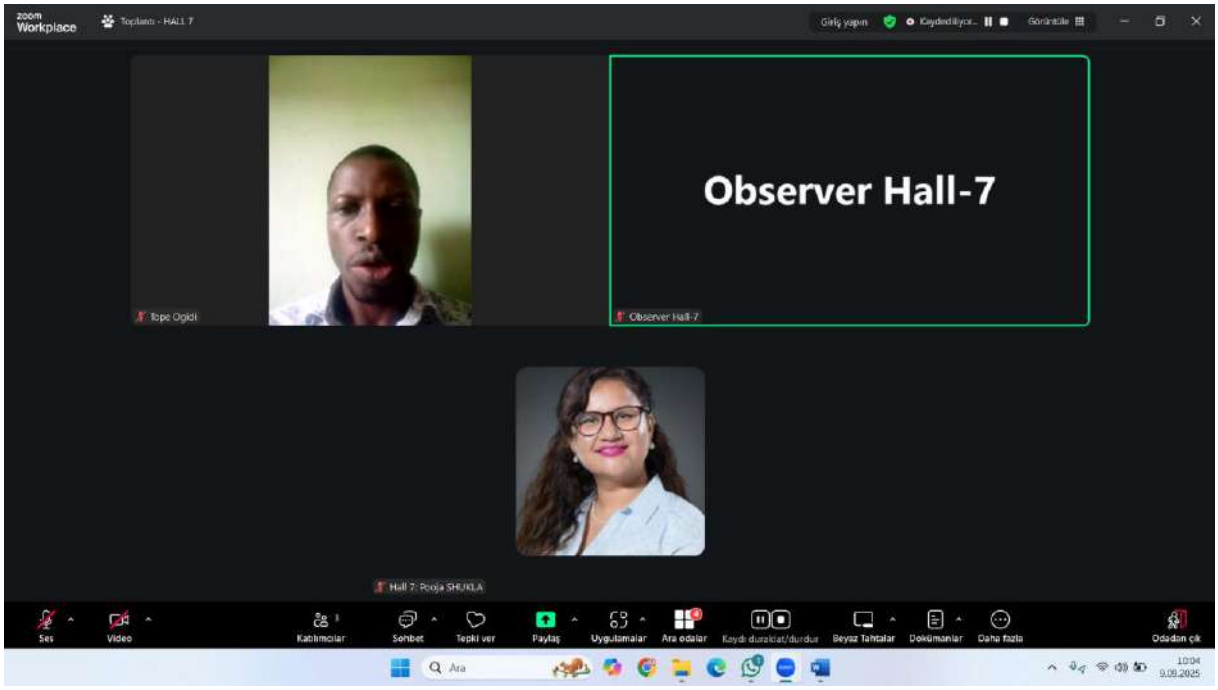

Observer hall 5
Seema Desai
Akshata Kumbhar
Anjali Jadhav
Ankita Yadav
Dhanashri
Hall 5, Dr. Md Maqubool Hosain
Prerna Kamble
renu
shivraj patil
seema
Priyanka Uttam...
Asad Tamboli
1 atanmamış katılımcı

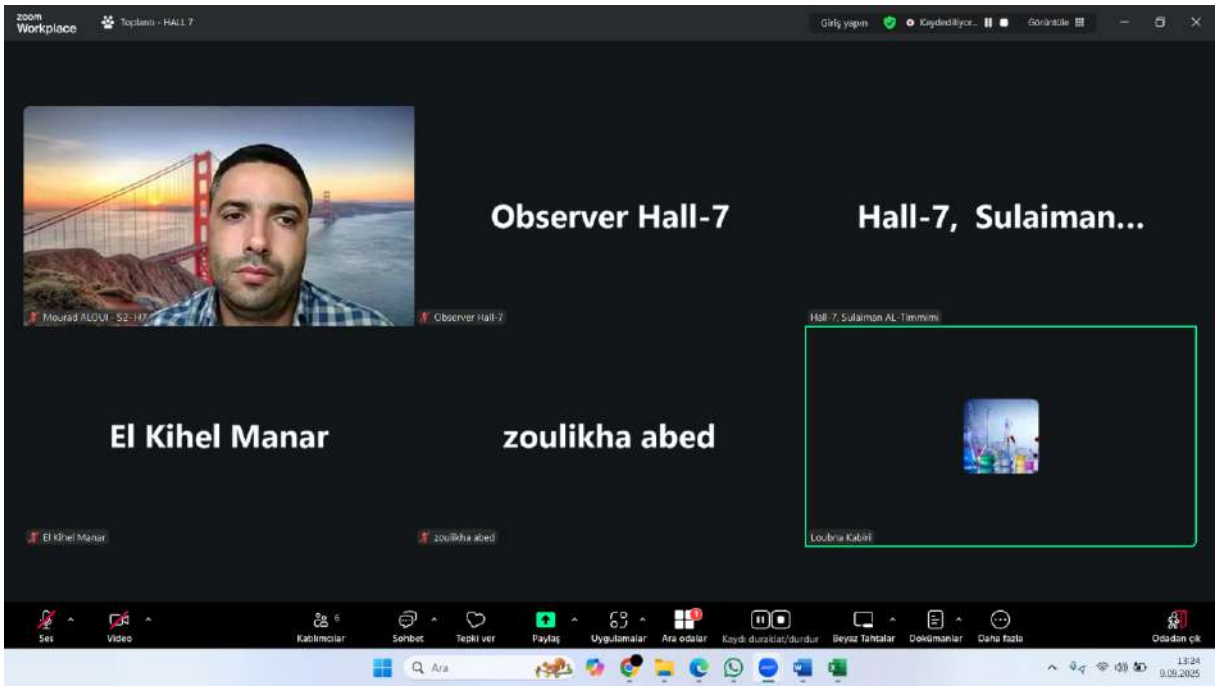

CONCLUSION
Asparagus officinalis contains bioactive compounds that target key diabetes-related proteins.
Molecular docking shows modulation of:
Insulin secretion via NR4A1
Glucose uptake via GLUT4 and the insulin receptor
Glucose absorption via α-glucosidase
Acts as a multi-target antidiabetic agent
Supports traditional use for glycemic control
Katılımcılar (3)
yousef Arif
Observer hall 5
Hmad Fatihi


Observer Hall-6
abdelali
Hall 6 - Sunatrah
Hall-6 , BISMILL...

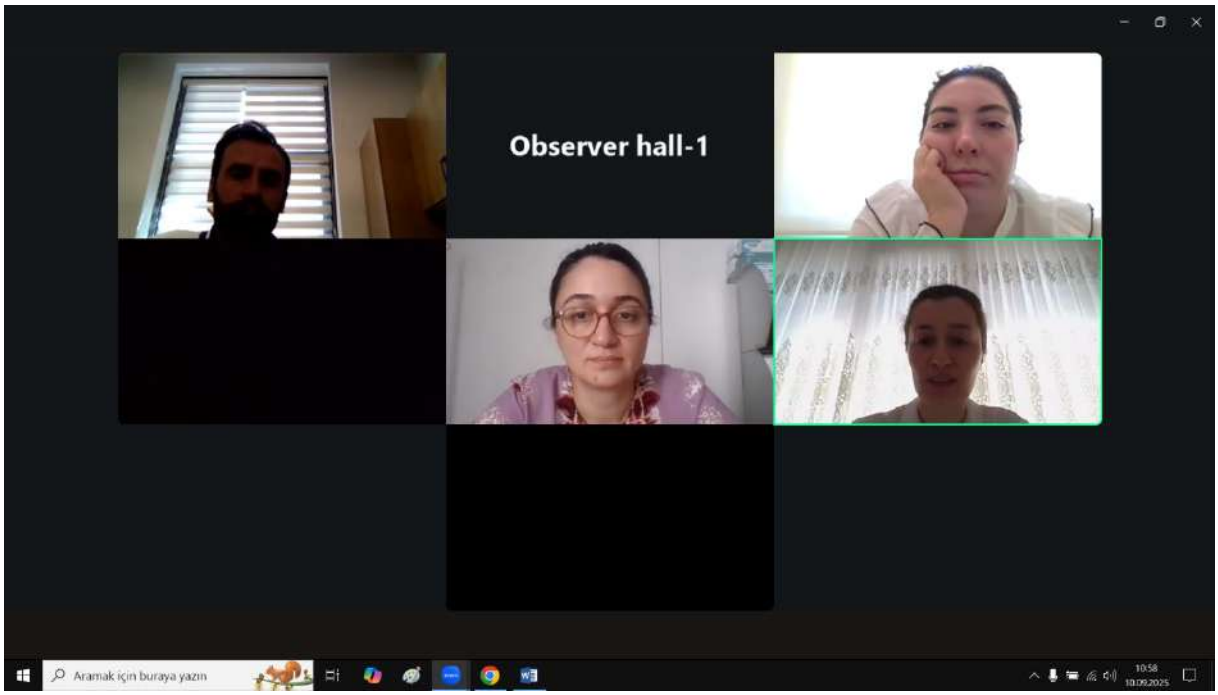
Observer Hall-6

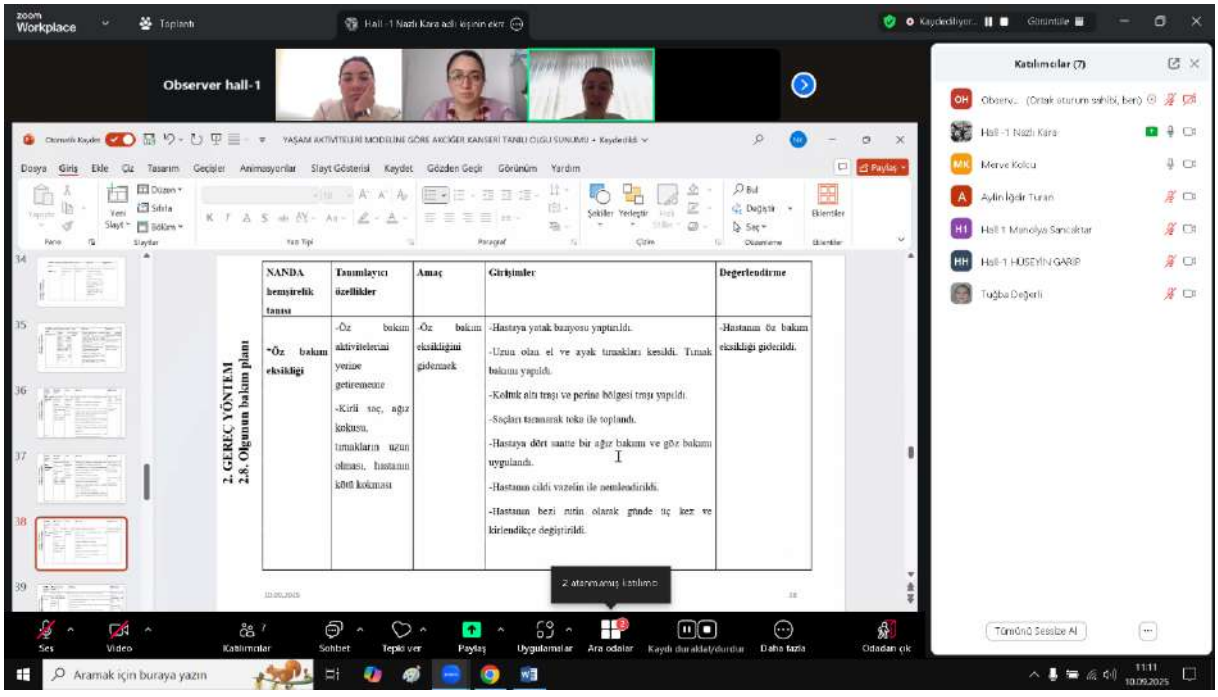

Observer Hall-6
HALL-6, ADEGBOLA OLUWATOSIN
Observer Hall-6


Observer Hall-7
Tope Ogidi
Observer Hall-7
Hall 7: Pooja SHUKLA


Observer Hall-7
Hall-7, Sulaiman...
El Kihel Manar
zoulikha abed

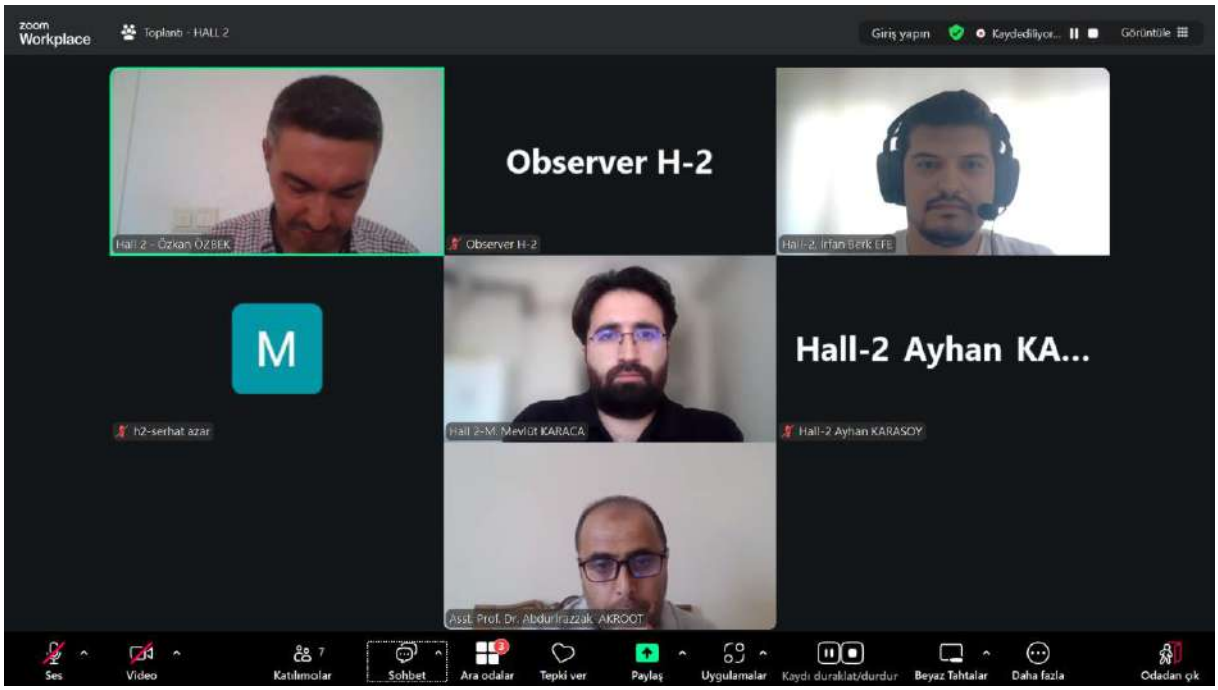
Observer Hall-7

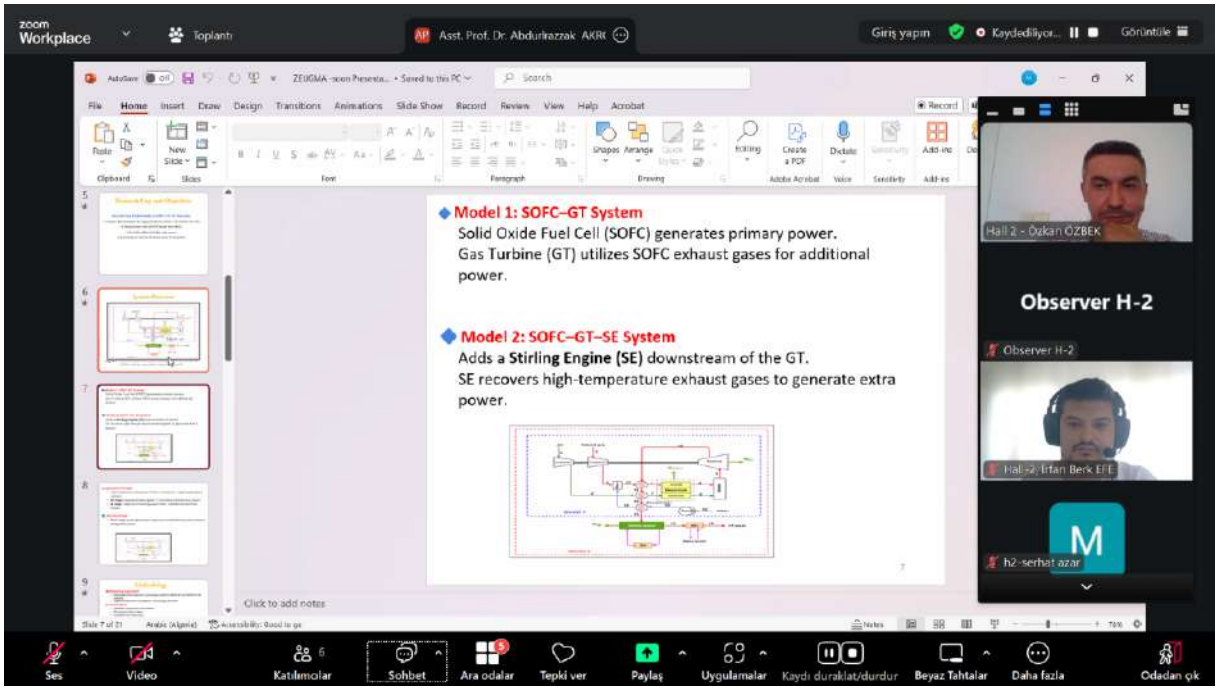

Observer hall-1
Aramak için buraya yazın


Workplace
Observer hall-1
Katılımcılar (7)
Dosya Giriş Ekle Çiz Tasarım Geçişler Animasyonlar Slayt Gösterisi Kaydet Gözden Geçir Görünüm Yardım
2. GEREÇ YÖNTEM
2.8. Öğrenim bakım planı
NANDA hemşirelik tanısı
Tanımlayıcı özellikler
Amaç
Girişimler
Değerlendirme
"Öz bakım eksikliği
-Öz bakım aktivitelerini yerine getirememe
-Kirli saç, ağız kokusu, tırnakların uzun olması, hastanın kötü kokması
-Öz bakım eksikliğini gidermek
-Hastaya yatak banyosu yaptırıldı.
-Uzun olan el ve ayak tırnakları kesildi. Tırnak bakımı yapıldı.
-Kolostomi altı temizlendi ve perine bölgesi temizlendi.
-Saçları temizlendi toka ile toplandı.
-Hastaya dört saatte bir ağız bakımı ve göz bakımı uygulandı.
-Hastanın cildi vazelin ile nemlendirildi.
-Hastanın bezi sürüm olarak günde üç kez ve kirlendikçe değiştirildi.
-Hastanın öz bakım eksikliği giderildi.
2 ateşlenmiş katılımcı
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydı durdur/devam
Daha fazla
Odadan çık
Aramak için buraya yazın

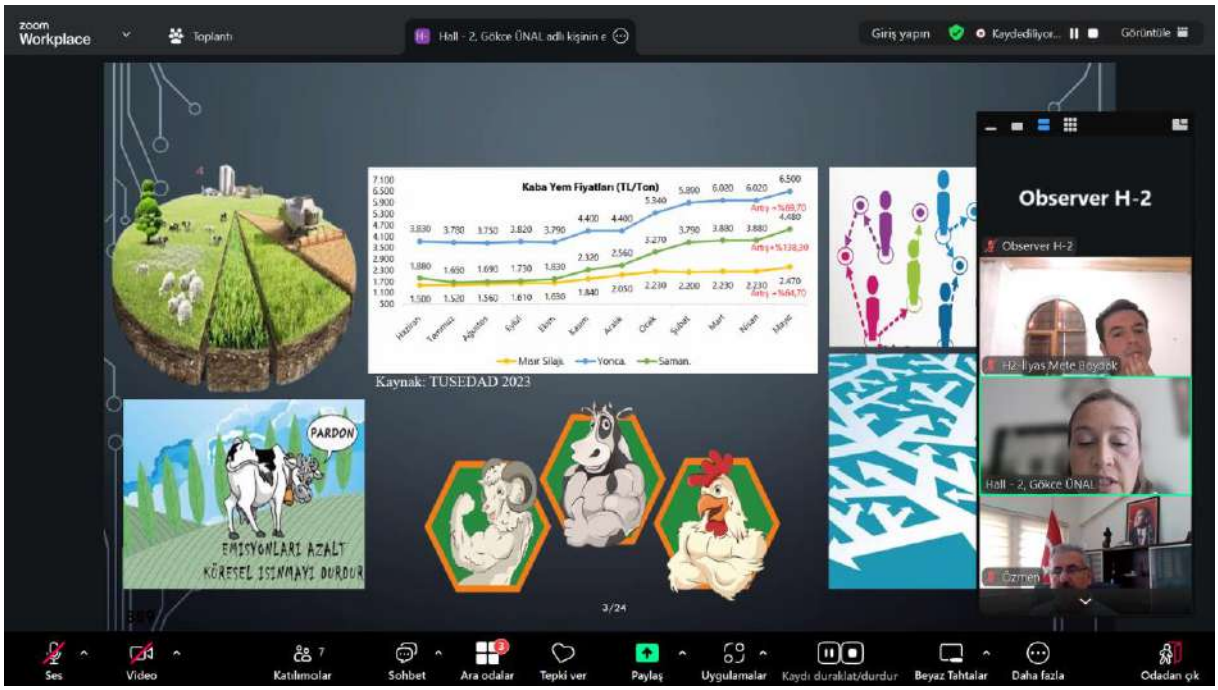
Observer hall-1
HALL 1 - ANISA...
Zakra Ahmad

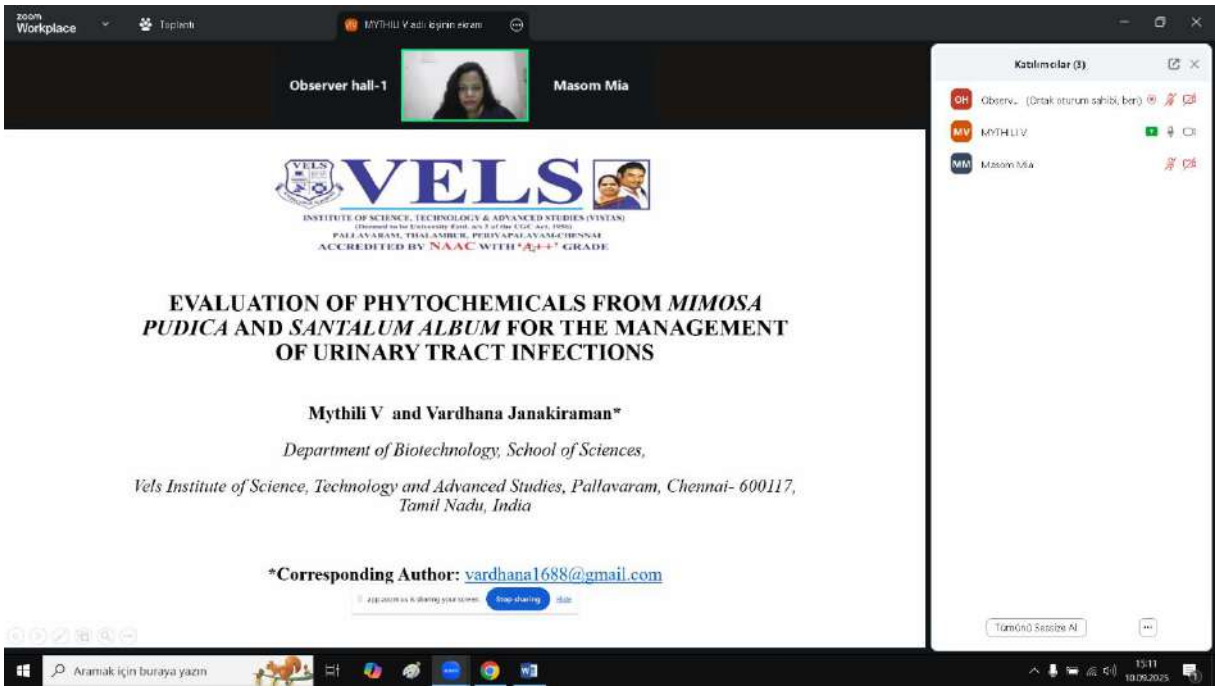
Observer hall-1
Zakra Ahmad
UMT_Ar. Dr. Om...
DIGITAL EMPOWERMENT FOR SUSTAINABILITY:
ENGAGING COMMUNITIES IN CLIMATE ACTION
THROUGH THE METAVERSE
Author Details:
Ar. Dr. Omer Shujat Bhatti
Associate Professor
Department of Architecture
School of Architecture and Planning
Zakra Ahmad
Researcher
University of Management and Technology
14th International ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
SEPTEMBER 09-10, 2025
Click to add notes

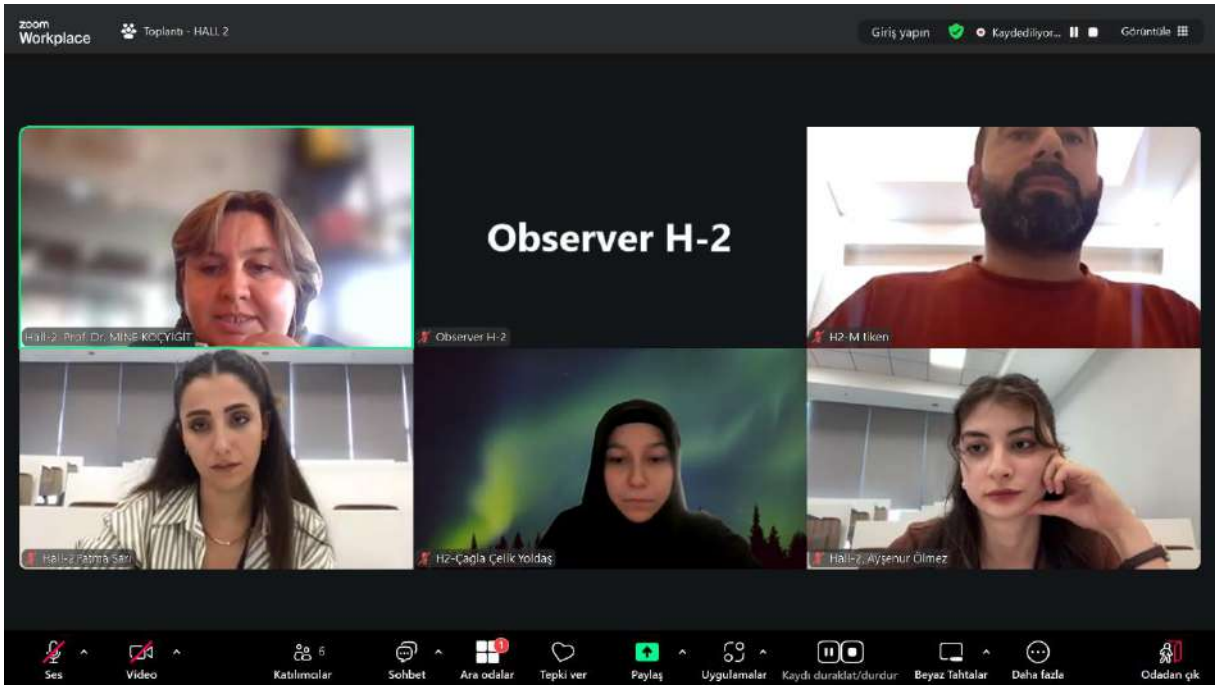

zoom Workplace
Toplantı - HALL 2
Giriş yapın
Kaydediliyor...
Görüntüle
Observer H-2
Hall 2 - Özkan ÖZBEK
Observer H-2
Hall-2, İrfan Berk EFE
M
h2-serhat azar
Hall 2-M. Mevlüt KARACA
Hall-2 Ayhan KA...
Hall-2 Ayhan KARASOY
Asst. Prof. Dr. Abdurrazzak AKROOT
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydı duraklat/durdur
Beyaz Tahtalar
Daha fazla
Odadan çık

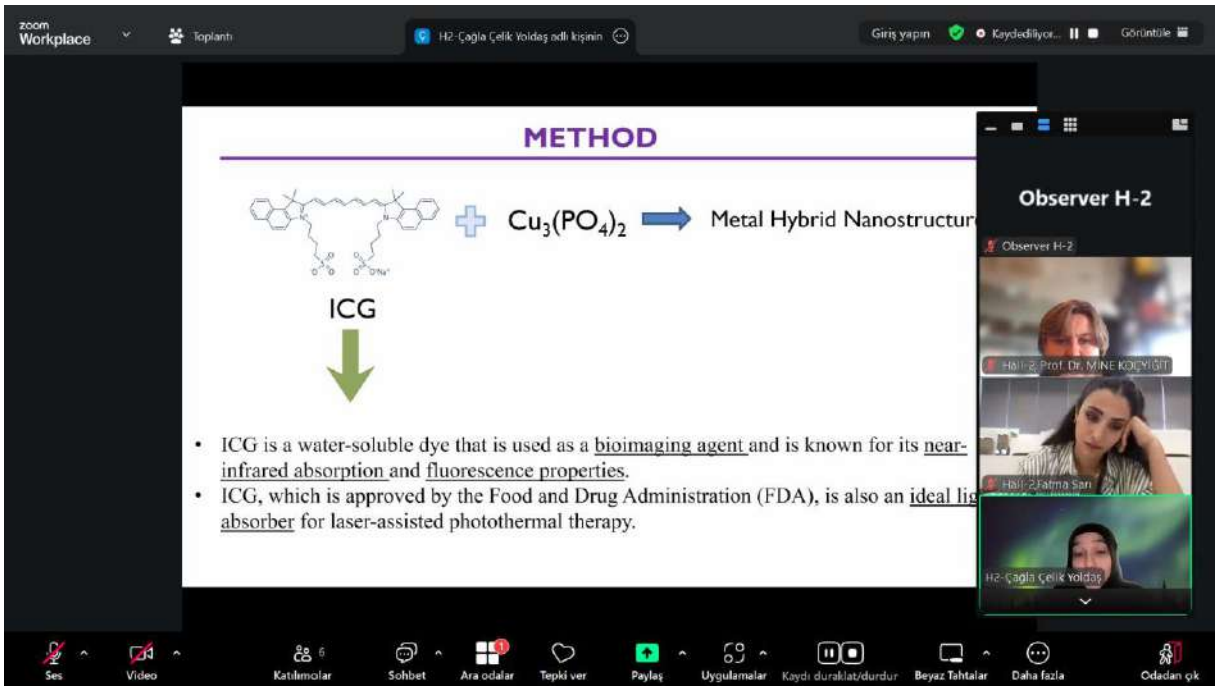

zoom Workplace
Toplantı
Asst. Prof. Dr. Abdurrazzak AKR
Giriş yapın
Kaydediliyor...
Görüntüle
Model 1: SOFC–GT System
Solid Oxide Fuel Cell (SOFC) generates primary power.
Gas Turbine (GT) utilizes SOFC exhaust gases for additional power.
Model 2: SOFC–GT–SE System
Adds a Stirling Engine (SE) downstream of the GT.
SE recovers high-temperature exhaust gases to generate extra power.
Hall 2 - Özkan ÖZBEK
Observer H-2
Observer H-2
Hall-2, İrfan Berk EFE
M
h2-serhat azar
Click to add notes
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydı duraklat/durdur
Beyaz Tahtalar
Daha fazla
Odadan çık

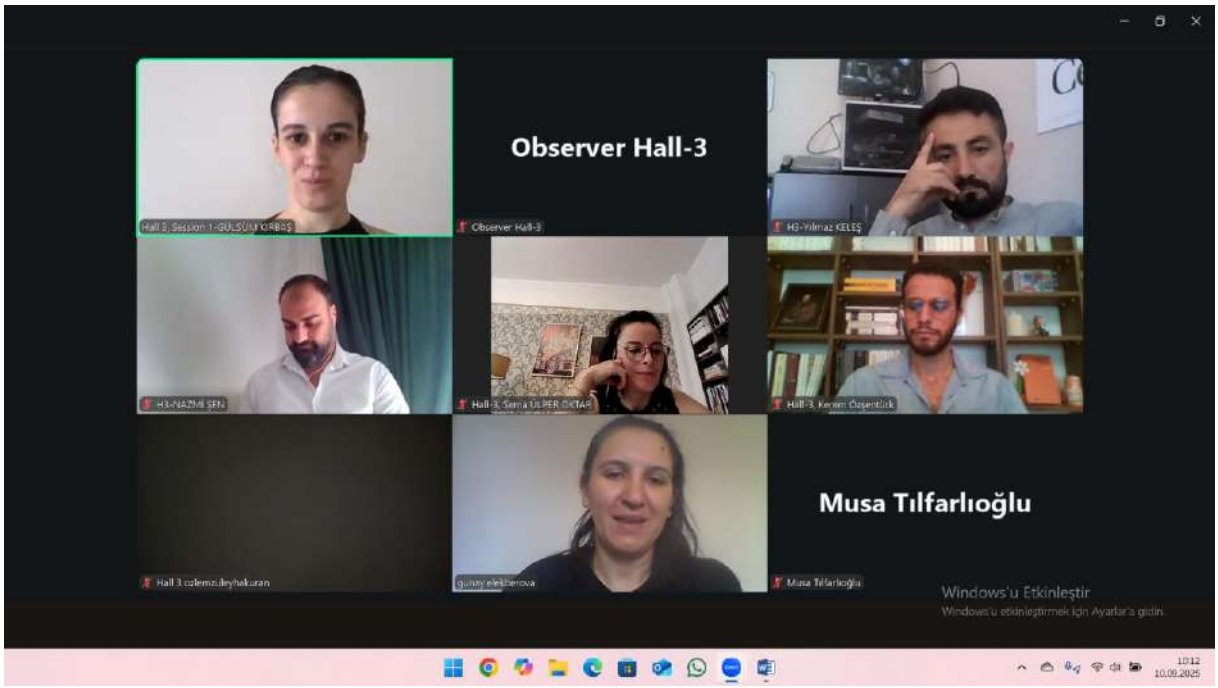
Toplantı - HALL 2
Giriş yapın
Kaydediliyor...
Görüntüle
Observer H-2
Observer H-2
Hall - 2, Gökce ÜNAL
Özmen
Hall-2 Ezgi Şenses
Sedat BEHREM
Hall-2 Teoman Özgür SÖKMEN
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydı duraklat/durdur
Beyaz Tahtalar
Daha fazla
Odadan çık


Toplantı
Hall - 2, Gökce ÜNAL adlı kişinin e
Giriş yapın
Kaydediliyor...
Görüntüle
Kaba Yem Fiyatları (TL/Ton)
Kaynak: TUSEDAD 2023
Observer H-2
Observer H-2
Hall - 2, Gökce ÜNAL
Özmen
PARDON
EMİSYONLARI AZALT
KÜRESEL ISINMAYI DURDUR
3/24
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydı duraklat/durdur
Beyaz Tahtalar
Daha fazla
Odadan çık


Observer hall-1
Masom Mia
VELS
INSTITUTE OF SCIENCE, TECHNOLOGY & ADVANCED STUDIES (VISTAS)
ACCREDITED BY NAAC WITH 'A++' GRADE
EVALUATION OF PHYTOCHEMICALS FROM MIMOSA PUDICA AND SANTALUM ALBUM FOR THE MANAGEMENT OF URINARY TRACT INFECTIONS
Mythili V and Vardhana Janakiraman*
Department of Biotechnology, School of Sciences,
Vels Institute of Science, Technology and Advanced Studies, Pallavaram, Chennai- 600117, Tamil Nadu, India
*Corresponding Author: vardhana1688@gmail.com
Katılımcılar (3)
MYTHILI V
Masom Mia

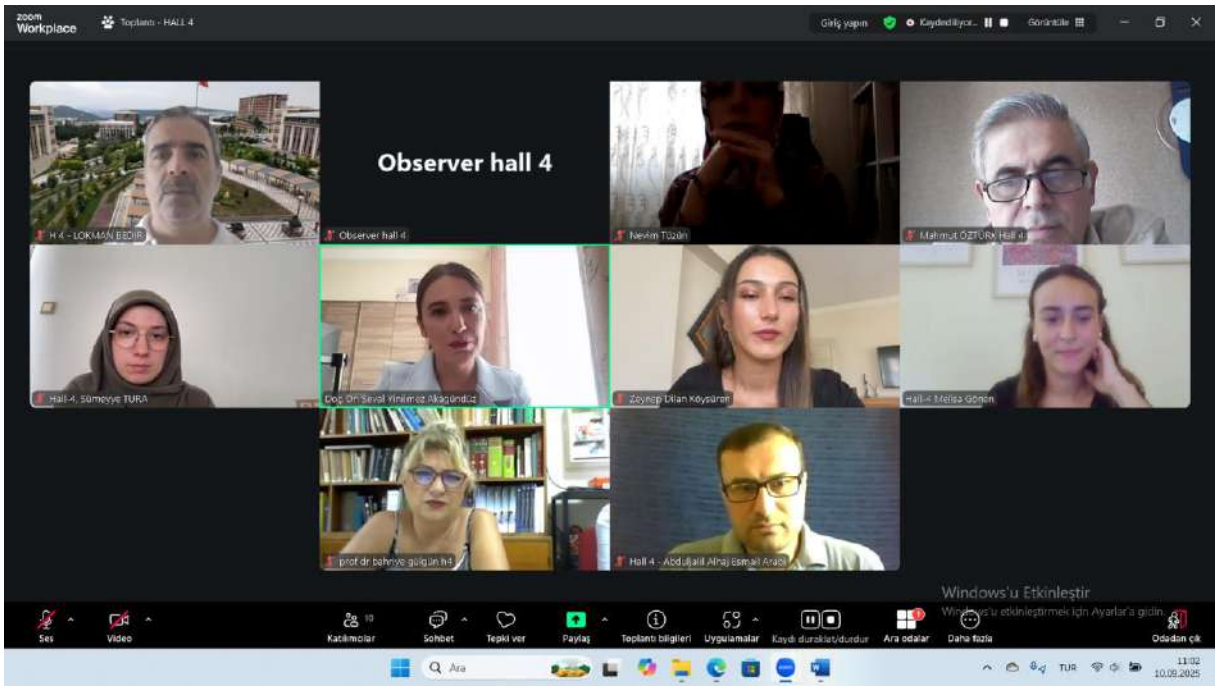

Observer H-2
Hall-2 Prof. Dr. MİNE KOÇYİĞİT
Observer H-2
H2-M Tiken
Hall-2 Fatma Sarı
H2-Çağla Çelik Yoldaş
Hall-2, Ayşenur Ölmez
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydı duraklat/durdur
Beyaz Tahtalar
Daha fazla
Odadan çık

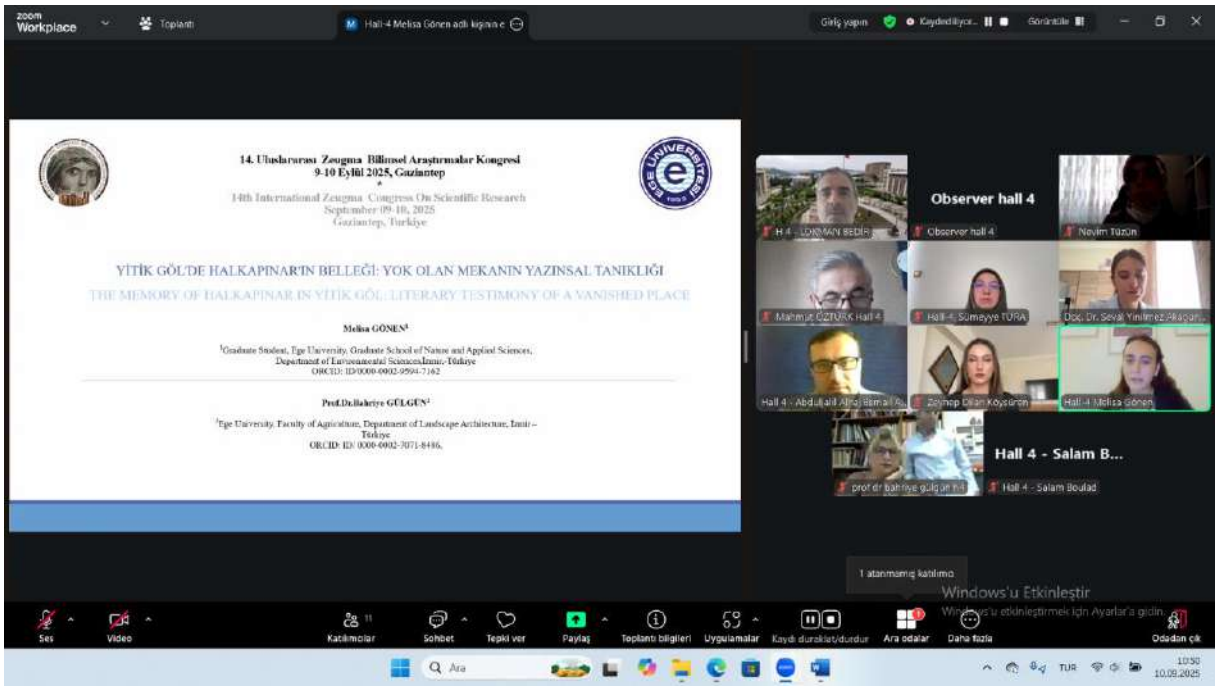

zoom Workplace
Toplantı
H2-Çağla Çelik Yoldaş adlı kişinin
Giriş yapın
Kaydediliyor...
Görüntüle
METHOD
$Cu_3(PO_4)_2$
Metal Hybrid Nanostructur
ICG
ICG is a water-soluble dye that is used as a bioimaging agent and is known for its near-infrared absorption and fluorescence properties.
ICG, which is approved by the Food and Drug Administration (FDA), is also an ideal lig absorber for laser-assisted photothermal therapy.
Observer H-2
Observer H-2
Hall-2 Prof. Dr. MİNE KÖSEYİĞİT
Hall-2 Fatma Sarı
H2-Çağla Çelik yoldaş
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydı duraklat/durdur
Beyaz Tahtalar
Daha fazla
Odadan çık


Observer Hall-3
Observer Hall-3
H3-Yılmaz KELEŞ
H3-NAZMİ ŞEN
Hall-3, Sema ÜLPER DİKTAŞ
Hall-3, Kenan Özsentürk
Hall 3 ozlemzuleyhakuran
gulnaz elekberova
Musa Tılfarlıoğlu
Musa Tılfarlıoğlu
Windows'u Etkinleştir
Windows'u etkinleştirmek için Ayarlar'a gidin.

Observer Hall-3
Windows'u Etkinleştir

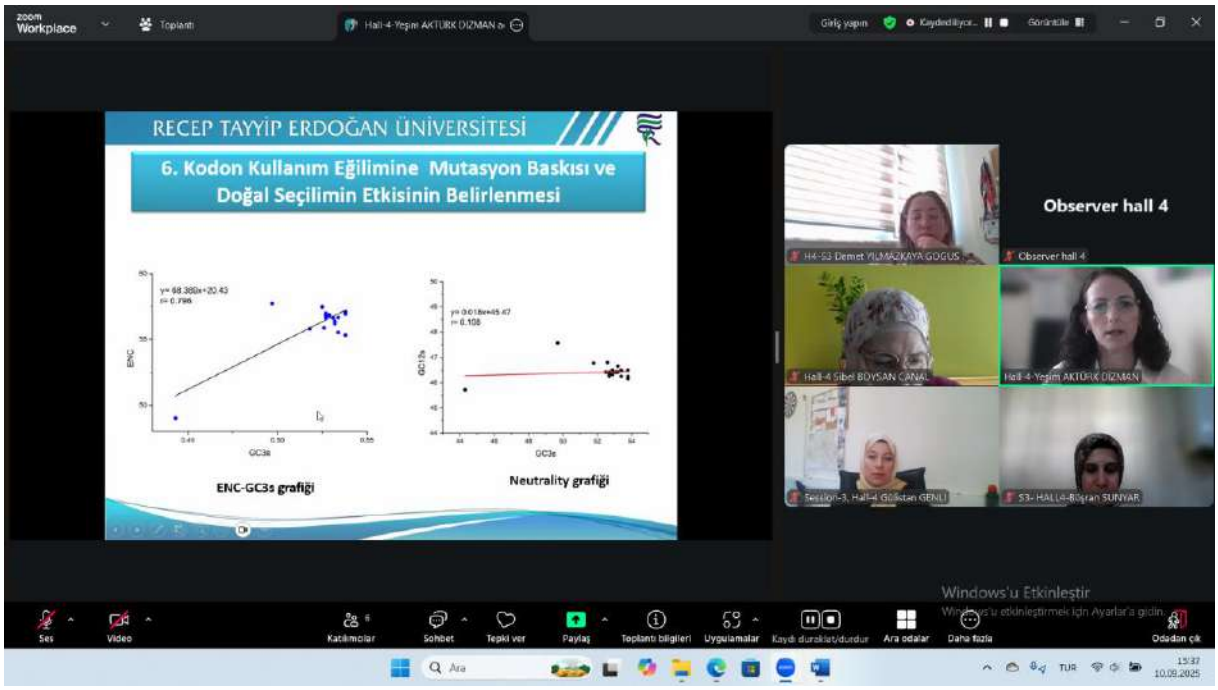
Observer Hall-3
Windows'u Etkinleştir

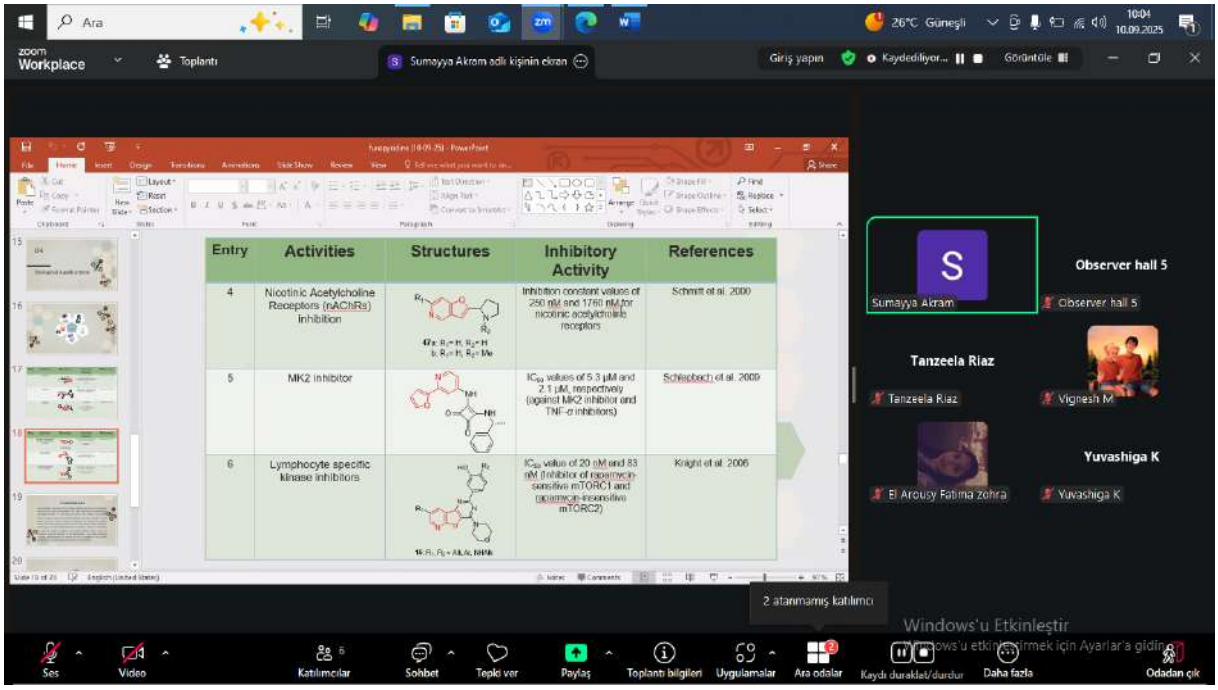

Observer hall 4
Windows'u Etkinleştir

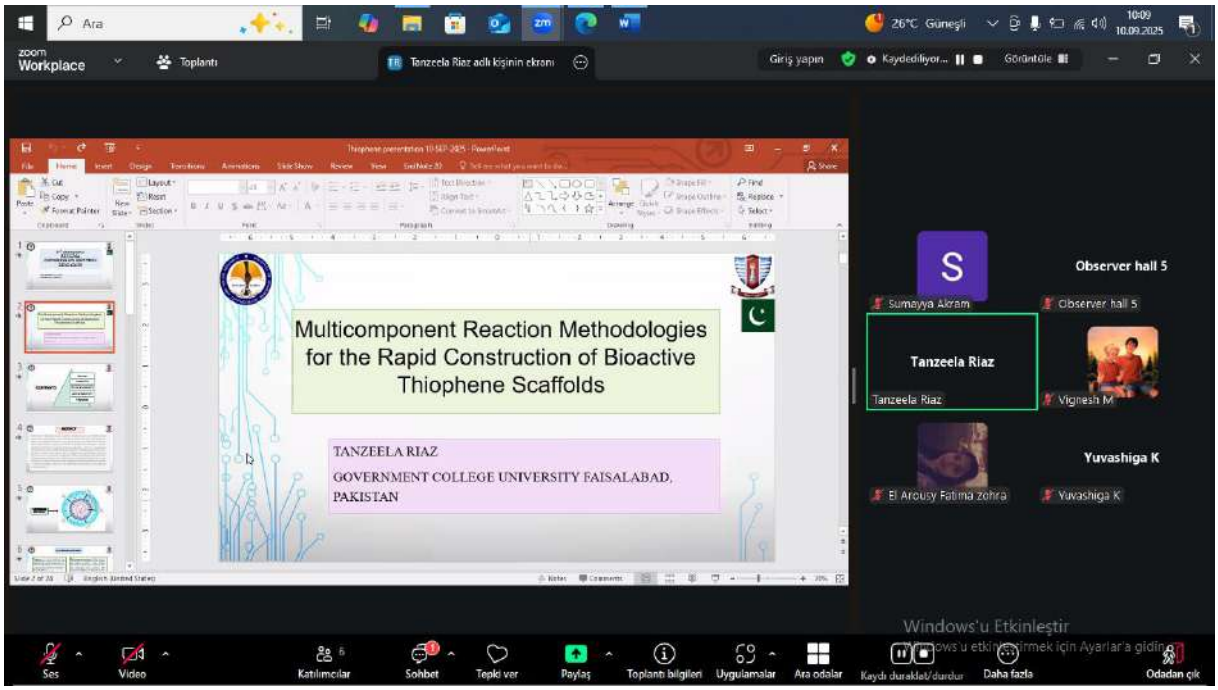

14. Uluslararası Zeugma Bilimsel Araştırmalar Kongresi
9-10 Eylül 2025, Gaziantep
14th International Zeugma Congress On Scientific Research
September 09-10, 2025
Gaziantep, Türkiye
YİTİK GÖL'DE HALKAPINAR'IN BELLEĞİ: YOK OLAN MEKANIN YAZINSAL TANIKLIĞI
THE MEMORY OF HALKAPINAR IN YİTİK GÖL: LITERARY TESTIMONY OF A VANISHED PLACE
Melisa GÖNEN
Prof.Dr.Bahriye GÜLGÜN
Observer hall 4
Hall 4 - Salam B...
Windows'u Etkinleştir

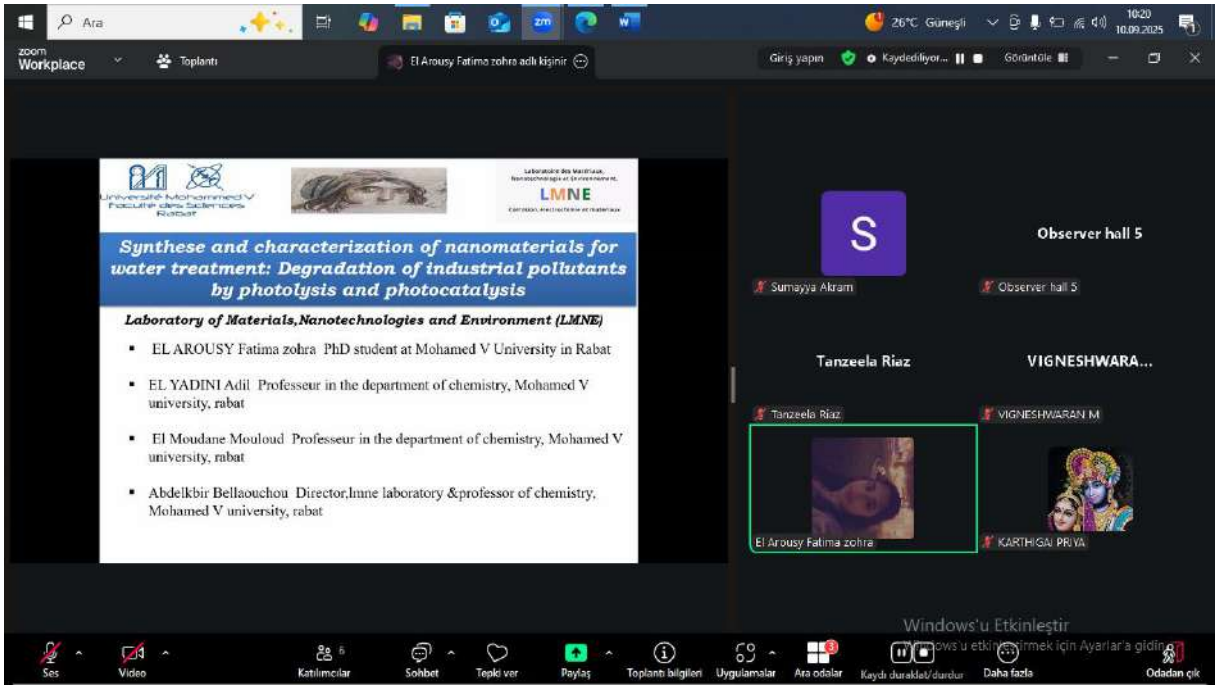
Observer hall 4
Observer hall 4
Windows'u Etkinleştir

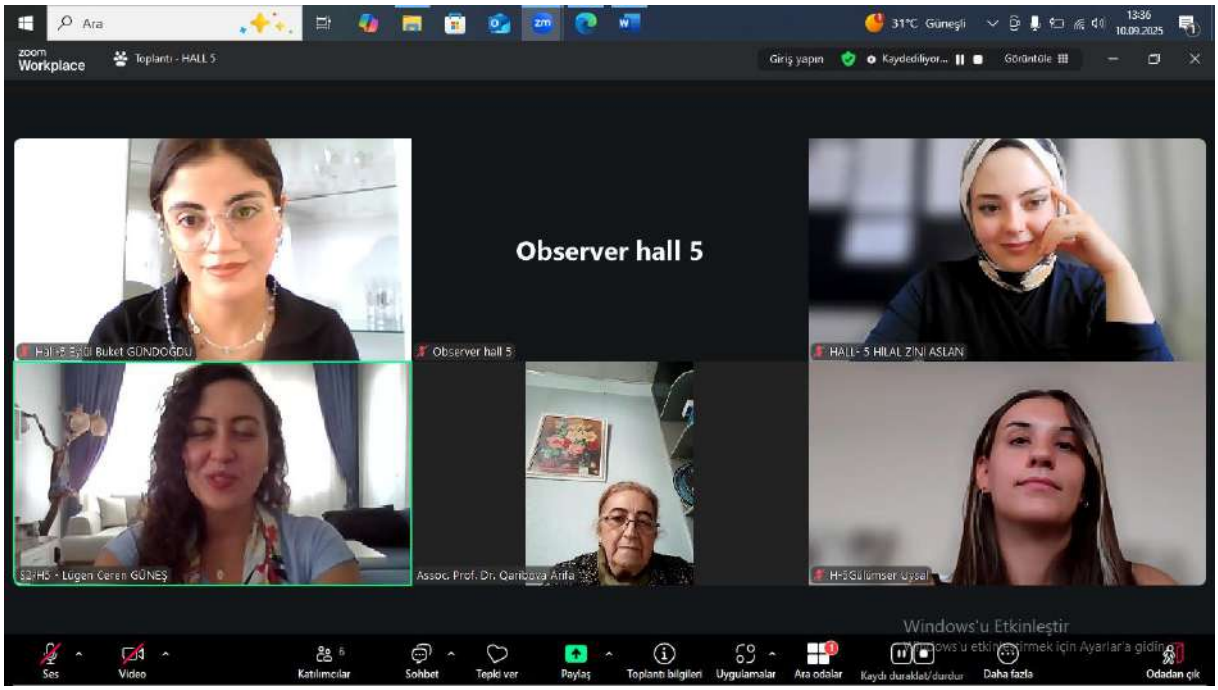
Observer hall 4
Observer hall 4
Windows'u Etkinleştir

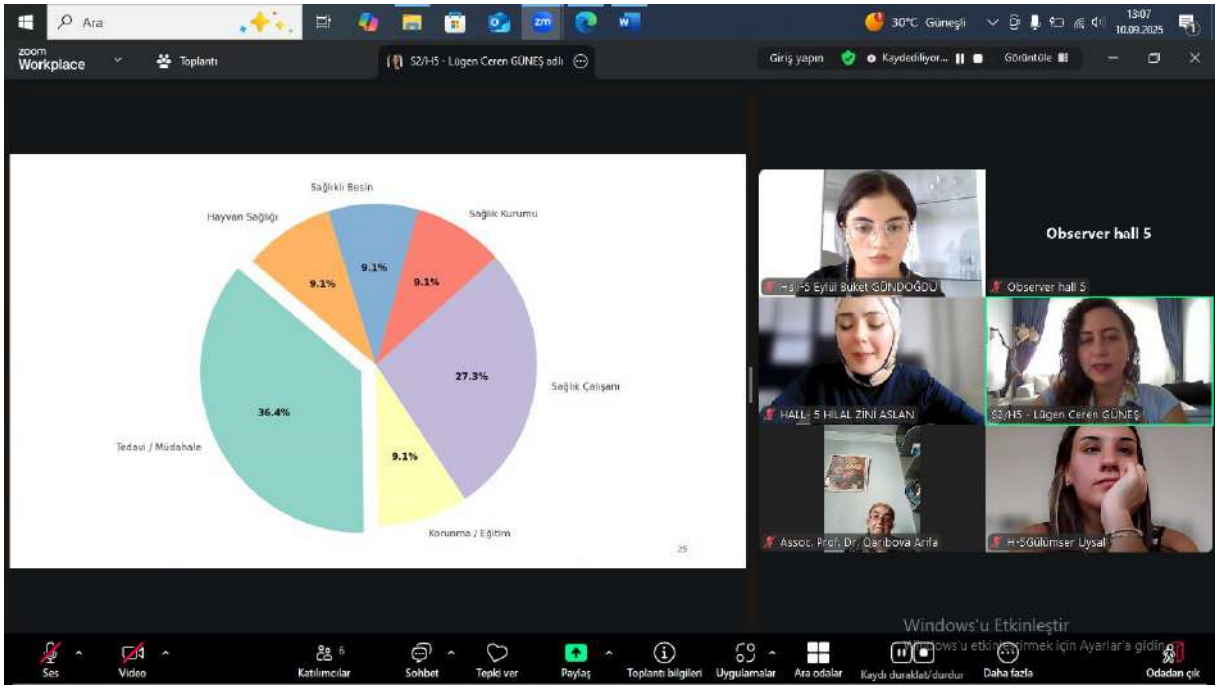

RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
6. Kodon Kullanım Eğilimine Mutasyon Baskısı ve Doğal Seçilimin Etkisinin Belirlenmesi
ENC-GC3s grafiği
Neutrality grafiği
Observer hall 4

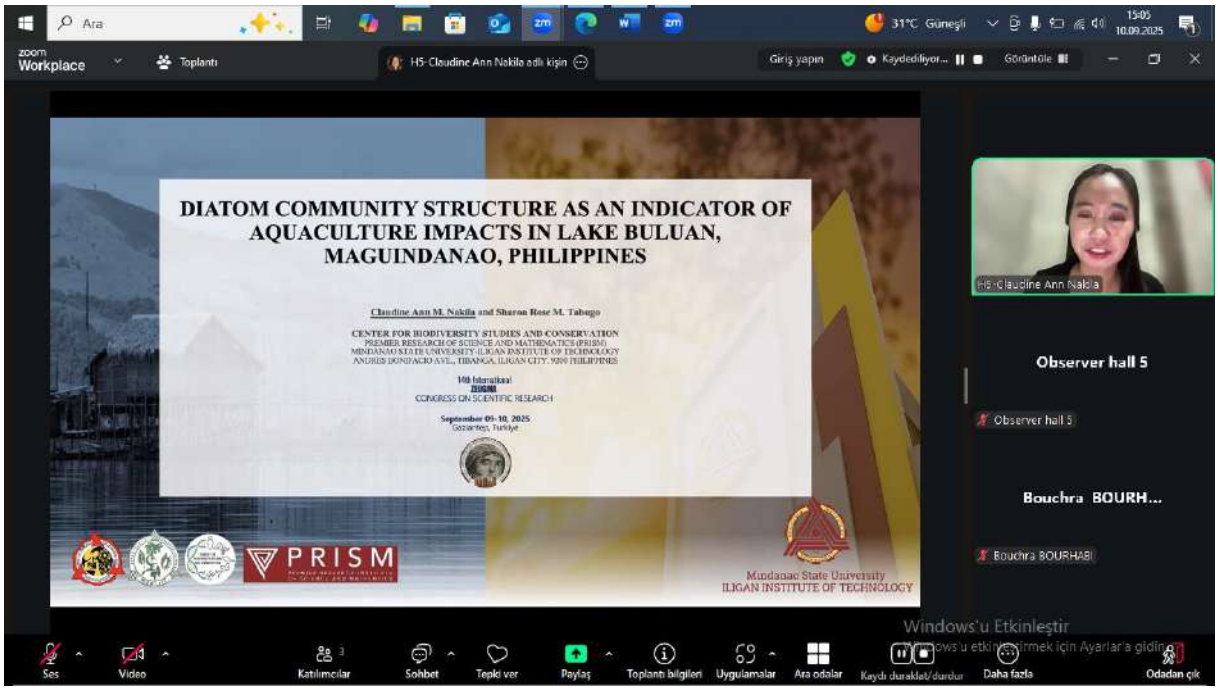

Entry
Activities
Structures
Inhibitory Activity
References
Nicotinic Acetylcholine Receptors (nAChRs) Inhibition
MK2 inhibitor
Lymphocyte specific kinase inhibitors
Observer hall 5
Tanzeela Riaz
Yuvashiga K


Multicomponent Reaction Methodologies for the Rapid Construction of Bioactive Thiophene Scaffolds
TANZEELA RIAZ
GOVERNMENT COLLEGE UNIVERSITY FAISALABAD, PAKISTAN
Observer hall 5
Tanzeela Riaz
Yuvashiga K

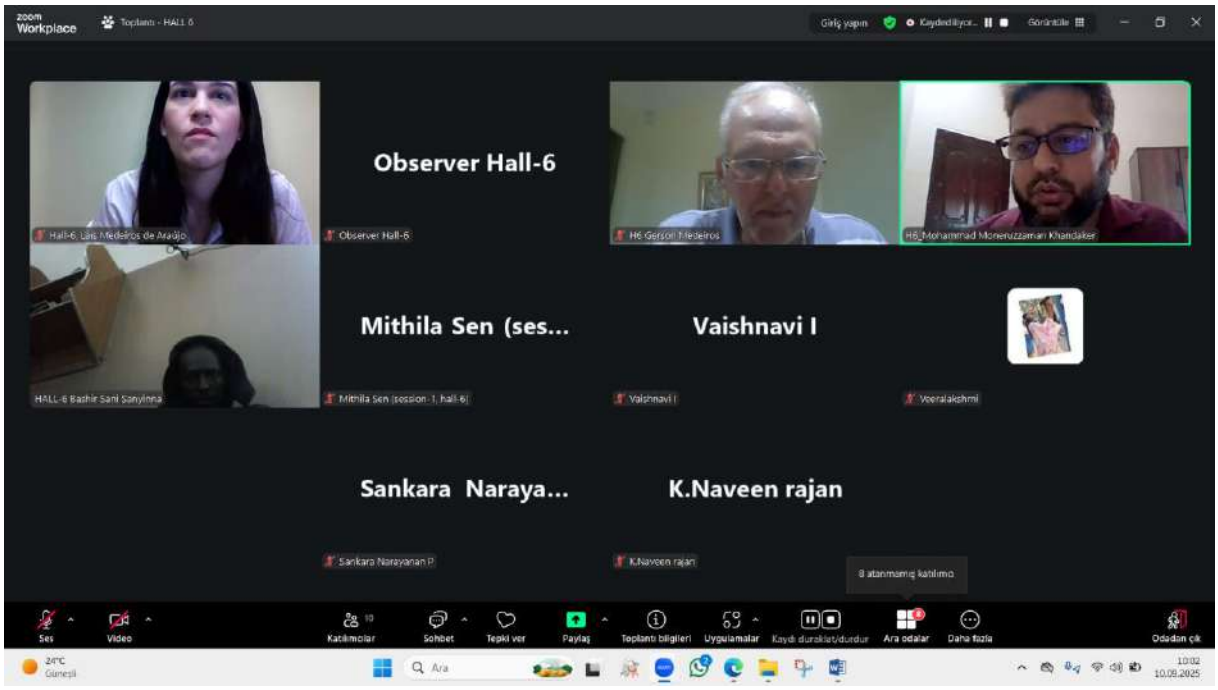

Synthese and characterization of nanomaterials for water treatment: Degradation of industrial pollutants by photolysis and photocatalysis
Laboratory of Materials, Nanotechnologies and Environment (LMNE)
EL AROUSY Fatima zohra PhD student at Mohamed V University in Rabat
EL YADINI Adil Professeur in the department of chemistry, Mohamed V university, rabat
El Moudane Mouloud Professeur in the department of chemistry, Mohamed V university, rabat
Abdelkbir Bellaouchou Director,lmne laboratory &professor of chemistry, Mohamed V university, rabat
Observer hall 5
Tanzeela Riaz
VIGNESHWARA...

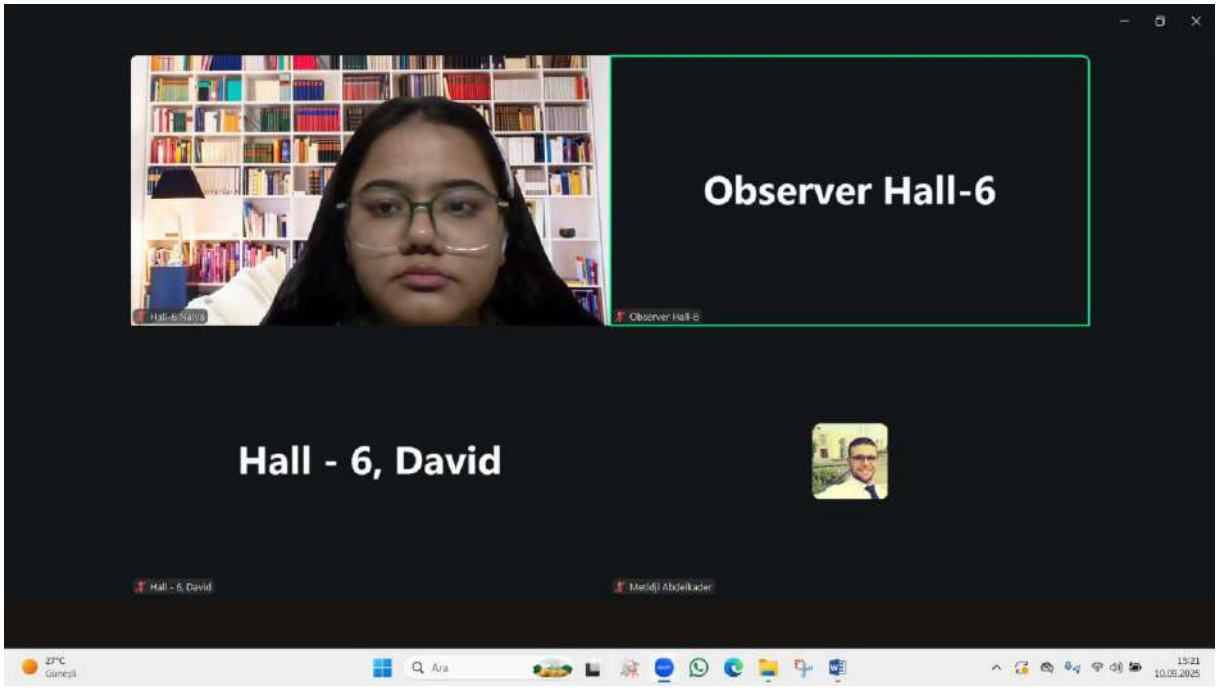

Observer hall 5
Observer hall 5
HALL- 5 HILAL ZİNİ ASLAN
S2/H5 - Lügen Ceren GÜNEŞ
Assoc. Prof. Dr. Qaribova Arifa
H-5Gülümser Uysal


Sağlıklı Besin
Hayvan Sağlığı
Sağlık Kurumu
9.1%
9.1%
9.1%
27.3%
Sağlık Çalışanı
36.4%
Tedavi / Müdahale
9.1%
Korunma / Eğitim
Observer hall 5
HALL- 5 HILAL ZİNİ ASLAN
S2/H5 - Lügen Ceren GÜNEŞ
Assoc. Prof. Dr. Qaribova Arifa
H-5Gülümser Uysal


DIATOM COMMUNITY STRUCTURE AS AN INDICATOR OF AQUACULTURE IMPACTS IN LAKE BULUAN, MAGUINDANAO, PHILIPPINES
Claudine Ann M. Nakila and Sharon Rose M. Tabugo
CENTER FOR BIODIVERSITY STUDIES AND CONSERVATION
PRISM
Mindanao State University
ILIGAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY
Observer hall 5
Bouchra BOURH...

Significance
WATER is central to achieving all Sustainable Development Goals
SIWI
14 LIFE BELOW WATER
My study highlights the importance of sustainable practices that support biodiversity and prevent degradation of water quality. By suggesting ways to reduce nutrient buildup and improve oxygen levels, the study contributes to SDG 14's aim of conserving and sustainably using water resources.
6 CLEAN WATER AND SANITATION
Aims to improve water quality. My study on Diatoms as bioindicators of water quality emphasizes the need for monitoring and maintaining healthy water systems that support biodiversity.
12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION
By suggesting ways to manage and improve fish farming practices, my study supports SDG 12 by advocating fro more efficient, sustainable, and responsible aquaculture practices that reduce environmental impact
Observer hall 5
Bouchra BOURH...

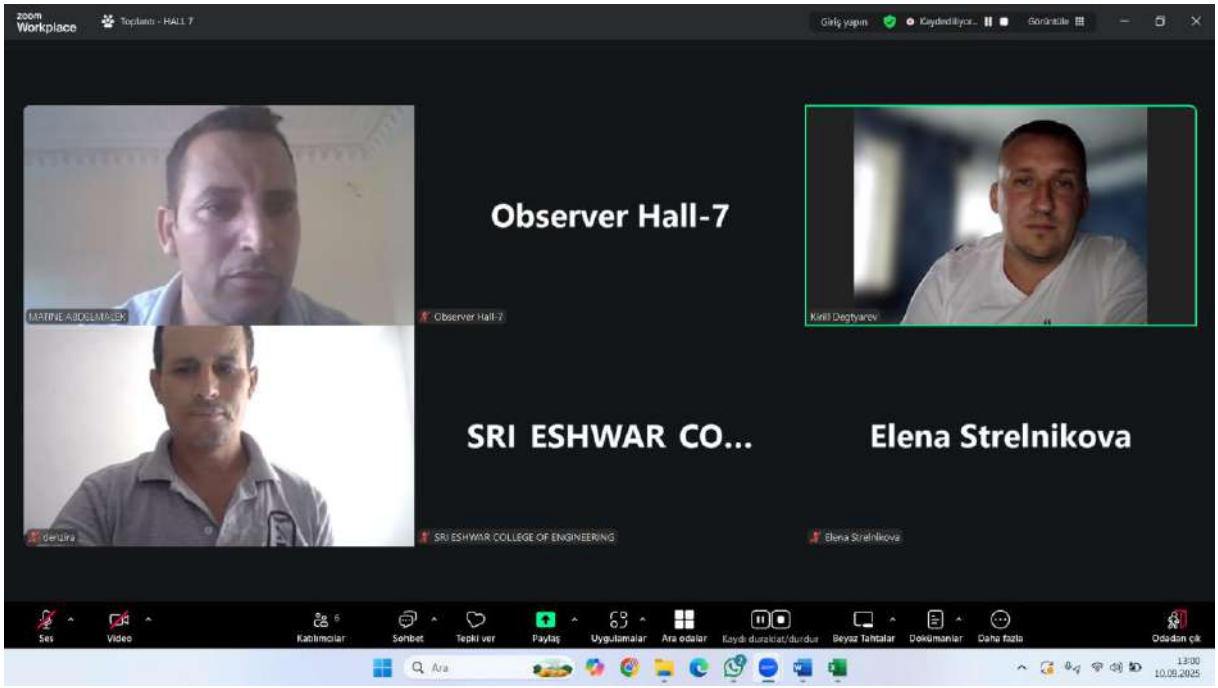

Observer Hall-6
Mithila Sen (ses...
Vaishnavi I
Sankara Naraya...
K.Naveen rajan


Observer Hall-6
Hall - 6, David

Observer Hall-6
Vaishnavi I

Observer Hall-7
H

Observer Hall-7
denzira
Kirill Degtyarev
Elena Strelnikova


Observer Hall-7
SRI ESHWAR CO...
Elena Strelnikova
MATINE ABDELMALEK
Kirill Degtyarev
SRI ESHWAR COLLEGE OF ENGINEERING

Workplace
Toplantı - HALL 7
Giriş yapın
Görüntüle
Observer Hall-7
Hall 7, 5 - 3. Milos Rabrenovic
Observer Hall-7
Laura
Hall7-Gilda Hoxha
Anass Ayraou
Hall-7 Anında Majumdar
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydı durakla/durdur
Beyaz Tahtalar
Dokümanlar
Daha fazla
Odadan çık
Ara
14:59
10.09.2025

TABLE OF CONTENTS

AUTHORS	PRESENTATION TITLE	NO
Saliha KOPARAN Semra BENZER	ARTIFICIAL INTELLIGENCE LITERACY OF MIDDLE SCHOOL STUDENTS: MOTHERS' AND FATHERS' EDUCATION LEVEL	1-7
Eda ÇAKIL Semra BENZER	ENHANCING SCIENTIFIC PROCESS SKILLS THROUGH BLOCK-BASED CODING: AN EXAMINATION OF THE GENDER VARIABLE	8-11
Beyza KOPARAN Cengiz ÇINAR	AN INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN 6TH GRADE MIDDLE SCHOOL STUDENTS' ATTITUDES AND BELIEFS TOWARD THE HISTORY OF MATHEMATICS AND THEIR ACADEMIC ACHIEVEMENT SCORES	12-13
Samet DEMİR Tümay KARATAŞ Şenol KURUM	IMPLEMENTATION OF THE SCHOOL-BASED PLANNING MODEL: FIRST-GRADE CLASSROOM TEACHERS' VIEWS AND EXPERIENCES	14-15
Gökçe ÖZDEMİR Burak APAYDIN	A THEORETICAL ANALYSIS OF TEACHER MOTIVATION THROUGH THE CHARACTER OF SAMET IN ABOUT DRY GRASSES: A HERZBERG'S TWO-FACTOR THEORY PERSPECTIVE	16-21
Betül KOPARAN	A REVIEW ON THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SECOND LANGUAGE VOCABULARY TEACHING	22-23
Arzu DERYA TAŞÇI Şule FIRAT DURDUKOCA	DETERMINATION OF TEACHER CANDIDATES' THOUGHTS AND PERCEPTIONS ABOUT THE FUTURE	24-33
Taner AKÇACI Pınar KARAOĞLAN	THE ROLE OF CARPET EXPORTS IN GAZIANTEP'S ECONOMIC GROWTH: AN EMPIRICAL ANALYSIS FOR THE PERIOD 2005–2023	34-43
Taner AKÇACI Pınar KARAOĞLAN	THE IMPACT OF MIGRATION ON REGIONAL DEVELOPMENT: THE CASE OF GAZIANTEP	44-53
Ecem ARIK	ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING CONSUMER CONFIDENCE INDEX: THE CASE OF TURKEY	54-55
Ömer Faruk AYYILDIZ	AN EMPIRICAL ANALYSIS OF THE IMPACT OF TAX TYPES ON INCOME DISTRIBUTION: THE CASE OF TÜRKİYE	56-67
Burcu Eğilmez GÜRSOY	NEOLIBERALISM AND THE RISE OF THE ETHICAL CITIZEN	68-69
Birgül AVCI Berivan TATAR Meral ELÇİ	EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN VISIONARY LEADERSHIP AND EMPLOYEE PERFORMANCE	70-71
Aslıhan YAVUZALP MARANGOZ	DIGITALIZATION IN REAL ESTATE MARKETING	72
Elif ERDOĞAN Serdar BOZKURT	ARE CAREER COMMITTED EMPLOYEES LESS EMOTIONALLY EXHAUSTED? A RESEARCH MODEL IN THE CONTEXT OF WORK-FAMILY CONFLICT	73-78
Turgay ERGİN	EFFECTS OF ROOF RACK USE ON ROLLOVER DYNAMICS IN ELECTRIC AND INTERNAL COMBUSTION ENGINE VEHICLES	79-86
Mehmet YAHŞİ Erol GÜLTEKİN	PERFORMANCE EVALUATION OF 3D KAGOME-BASED LATTICE STRUCTURES IN MOTORCYCLE BRAKE DISCS	87

Mehmet VURGUN Gökay GÜRBÜZ Ömer COŞKUN	DESIGN AND STRUCTURAL EVALUATION OF A FOLDABLE REAR UNDERRUN PROTECTION DEVICE (RUPD) COMPLYING WITH UN ECE REGULATION NO. R58.03	88-95
Sinan KEYİNCİ Erdi TOSUN	THERMAL ANALYSIS OF LIQUID-COOLED BATTERY MODULE UNDER 3C DISCHARGE	96-97
Cem KURT Muhiddin ALBAYRAK Erkan GÖNÜLOL	COMPARISON OF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL PERFORMANCES OF INTEGRATED MILKING CABIN SYSTEMS AND CONVENTIONAL MILKING SYSTEMS	98-99
Beyza PALA Ceyhun BALCI Onur ÇOBAN	THE EFFECT OF RECYCLED STYRENE-BUTADIENE RUBBER REINFORCEMENT ON THE ADHESION PERFORMANCE OF ADHESIVE JOINTS	100-112
Eren YILDIZ Burhan SAHIN Hatice SAY	OPTIMIZING PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT WITH AUTOMATED CGR PROCESSING FOR COMPLEX ASSEMBLIES	113
Meliha ÇAVDAR Mehmet ÇAVDAR	SUPPORTIVE BIOACTIVE COMPONENTS IN CANCER TREATMENT	114-120
Meliha ÇAVDAR Mehmet ÇAVDAR	PCOS AND INSULIN RESISTANCE: THE EFFECT OF LOW-CARBOHYDRATE DIETS	121-124
Muhammed Enes KARTAL Birgül DAĞ Özlem BARAN	DETERMINATION OF PHYSICAL ACIVITY LEVELS AMONG UNIVERSITY STUDENTS STUDYING NUTRITION AND DIETETICS	125-126
Burak ERİM Ayşenur TAŞLI	ACADEMIC QUALIFICATION PROFILE OF NUTRITION AND DIETETICS EDUCATION IN TURKIYE: A STUDY ON UNIVERSITY FACULTY MEMBERS	127-137
Dilber ÇAĞLAR	THE RISING ROLE OF NATURAL SWEETENERS IN LOW-SUGAR AND SUGAR-FREE FOOD PRODUCTS	138-139
Hülya YILDIZ Ayşe Gül MUTLU	EFFECTS OF KEFIR ON METABOLISM	140-141
Delal Meryem YAMAN Derya KOÇAK YANIK	STABILIZATION AND BIOAVAILABILITY ENHANCEMENT OF β-CAROTENE FOR FUNCTIONAL FOOD APPLICATIONS: CHALLENGES AND INNOVATIVE	142-146
Chanpreet Rajpal Singh Shalu	CORPORATE GOVERNANCE AND THE CREDIBILITY OF VOLUNTARY RISK DISCLOSURE IN POLITICALLY CONNECTED FIRMS	147
William Baldemar López Rodríguez Deisy María Jerónimo Jiménez María del Carmen Ancona Alcocer	THE RELATIONSHIP BETWEEN ORGANIZATIONAL LEARNING AND ORGANIZATIONAL PERFORMANCE IN UNIVERSITY FACULTY: A STUDY AT DACEA–UJAT	148
Anjali Ganesh Acharya Chitralekha J Roopesh	WOMEN ENTREPRENEURSHIP DEVELOPMENT; ROLE OF NODAL INSTITUTION	149
Anjali Ganesh Roopesh Acharya Chitralekha J	REIMAGINING HIGHER EDUCATION IN INDIA: SWOT ANALYSIS AND THE IMPERATIVE OF CORPORATE COLLABORATION	150
Harisha B S Anjali Ganesh Dharmananda M	ORGANIZATIONAL CULTURE AS A DETERMINANT OF EMPLOYEE PERFORMANCE: AN EMPIRICAL STUDY IN BENGALURU	151
Anjali Ganesh Akshathraj Jain	FROM CAMPUS TO CORPORATE: RETHINKING CURRICULUM DESIGN THROUGH INDUSTRY ENGAGEMENT	152-155

Dharmananda M Anjali Ganesh Harisha B S	SUSTAINABILITY AND PERFORMANCE OF MICROFINANCE INSTITUTIONS IN INDIA: A CRITICAL ANALYSIS	156
Khatami Salma El haimeur Bouchra Bouhallaoui Mina Errhif Ahmed	INTEGRATED EVALUATION OF SEDIMENT QUALITY ALONG THE MOROCCAN MEDITERRANEAN COAST USING BIOASSAYS AND METAL CONTAMINATION ASSESSMENT	157
Moses Adeolu AGOI Samuel Olayiwola AJAGA Oluwanifemi Opeyemi AGOI Solomon Abraham UKPANAH	TECHNOLOGY-ENHANCED TEACHING METHODS IN CS EDUCATION: IMPLICATIONS FOR EDUCATIONAL MANAGERS	158-164
Ali Akbar Firoozi Ali Asghar Firoozi	MULTISCALE RAINFALL VARIABILITY AND TELECONNECTIONS IN THE NYANDO RIVER BASIN: A CONTINUOUS WAVELET APPROACH	165
Ali Akbar Firoozi Ali Asghar Firoozi	GOVERNANCE–CYBERSECURITY–ECONOMICS IN IOT-ENABLED MINING: A TRIAD FOR SAFE AND PROFITABLE DIGITALIZATION	166
Ali Akbar Firoozi Ali Asghar Firoozi	UCECI: A UNIFIED CIVIL ENGINEERING HAZARD INDEX FOR MATERIALS, SITES, AND OPERATIONS	167
Ali Akbar Firoozi Ali Asghar Firoozi	AI-ENABLED DIGITAL TWINS FOR RISK PATTERN RECOGNITION AND FAILURE PREDICTION IN CIVIL INFRASTRUCTURE	168
Ali Akbar Firoozi Ali Asghar Firoozi	HIGH-TEMPERATURE PHASE-CHANGE MATERIALS FOR URBAN SOLAR-THERMAL STORAGE: DESIGN RULES AND CLIMATE SCALING	169
Ali Akbar Firoozi Ali Asghar Firoozi	ADSORPTION-LED TREATMENT TRAINS FOR TRACE PHARMACEUTICALS: FROM MEDIA SELECTION TO LEVELIZED COST OF TREATMENT	170
Nguyen Chi Nguyen Quach Tuyet Minh	THE APPLICATION OF AI TECHNOLOGY IN TEACHING GRADE 10 LITERATURE FOR HIGH SCHOOL STUDENTS	171-187
Pooja Shukla	CLIMATE-RESILIENT GOVERNANCE: EMBEDDING ENVIRONMENTAL ESG IN AGRIBUSINESS	188
Tope James Ogidi Blessing Mayowa Sanni	PRODUCTION AND SENSORY EVALUATION OF WINE PRODUCED FROM PHOENIX DACTYLIFERA USING SACCHAROMYCES CEREVISIAE	189
R.vidhyalakshmi Saraswathi.V E.Elavarasi	PHARMACOLOGICAL APPROACHES TO MANAGING CHRONIC DISEASES	190
R.vidhyalakshmi Saraswathi.V E.Elavarasi	THE ROLE OF PHARMACOLOGY IN TREATING INFECTIOUS DISEASES	191
Agwu Ani Ekwe	MODERNIZING ABATTOIR SYSTEMS IN NIGERIA: ENHANCING HYGIENE, SAFETY, AND SUSTAINABLE MEAT PRODUCTION	192
Adekola Saheed Ayodeji Kamoru Adedokun Mustapha Bakare Adekola Dhikroh Oriyomi Igbayilola Yusuff Dimeji	GENOMIC PROFILING OF RECURRENT PREGNANCY LOSS AMONG AFRICAN WOMEN: TOWARD PERSONALIZED REPRODUCTIVE CARE	193
M. K. Vijayalakshmi K. Pooja Puniparthi Sunitha	ROLE OF BIOREACTOR IN PHARMACEUTICAL INDUSTRIES	194-200

M. K. Vijayalakshmi K. Pooja Puniparthi Sunitha	FERMENTATION TECHNOLOGY IN FOOD AND BEVERAGES	201-205
Pooja Rasal Gaurav Kasar	METALLOESTROGENS AND ESTROGEN-DEPENDENT DISEASES: UNRAVELING THE ENVIRONMENTAL INFLUENCE ON HORMONAL HEALTH	206
Hasret YILMAZ Ebru Hatice TIĞLI KAYTANLIOĞLU Hüseyin FAKİR	CHEMICAL CHARACTERIZATION OF TRADITIONALLY EXTRACTED TRAGACANTH FROM ASTRAGALUS SPECIES IN THE BUCAK REGION (BURDUR, TURKIYE)	207-213
Ebru Hatice TIĞLI KAYTANLIOĞLU	SOME CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THREE ENDEMIC SIDERITIS L. SPECIES FROM TURKIYE: S. RUBRIFLORA, S. VURALII, AND S. BREVIDENS	214-219
Sezin BELEN Mehmet Ali KURT Lecturer Onur GÜVEN Ümit YILDIRIM	INVESTIGATION OF GROUNDWATER SALINATION IN THE MERSIN-TARSUS ORGANIZED INDUSTRIAL ZONE	220-230
Gülden Gök Orhan Atakan Gürbüz	THE ROLE OF R PROGRAMMING IN ENVIRONMENTAL SCIENCE: A REVIEW OF APPLICATIONS, METHODS, AND FUTURE DIRECTIONS	231-244
Gülden Gök Oya ÖZEL GÜRBÜZ	ANALYSIS OF CARBON FOOTPRINT APPLICATIONS FOR ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY	245-252
Ayşe Ülkü KAN Esra YEL	METAPHORICAL PERCEPTIONS OF SUSTAINABILITY IN THE CONTEXT OF SUSTAINABILITY AWARENESS	253-254
Gül ŞEN	PRELIMINARY CYCLOSTRATIGRAPHIC ASSESSMENT OF THE VAN FORMATION (MIOCENE) IN EASTERN ANATOLIA/TURKIYE	255
Canan TASTIMUR	DEEP LEARNING-BASED AUTOMATED QUALITY INSPECTION FOR CASTING PRODUCTS	256-262
Canan TASTIMUR	SMART ROAD SURFACE MONITORING USING DEFORMABLE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS	263-271
Osama ALKORABI Alireza SOURI Nihat İNANÇ	ANALYZING PERFORMANCE OF ADVERSARIAL ATTACKS USING PGD AND AUTOATTACK	272-283
Nurbahar ŞADOĞLU Ayça Nilay ÖZOĞUL Beyza BAYRAKTAR Elif Merve TARHAN Beyza SAĞLAM CİVEK Nur Banu ALBAYRAK	SEASONAL CAPACITY AND RESOURCE FORECASTING IN TRANSPORTATION MANAGEMENT SYSTEMS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNIQUES	284-285
Fahrettin Görkem DAVAZLI Elif Merve TARHAN Nurbahar ŞADOĞLU Ayça Nilay ÖZOĞUL Emel ARSLAN	DEVELOPMENT OF AN AI-POWERED ENTERPRISE ASSISTANT FOR THE LOGISTICS INDUSTRY	286-287
Eren AY Cengiz TEPE	CLASSIFICATION OF HUMAN FALL DATA USING MACHINE LEARNING WITH THE LEAST NUMBER OF FEATURES	288-298
Orhun ŞERBETÇİ Elif FİLİZ Kübra KESER	SMART HEADBAND FOR THE BLIND	299-300

Gülsüm Çiğdem ÇAVDAROĞLU	COVID-19 CASE AND MORTALITY PREDICTION VIA LAGGED MOBILITY DATA: AX EXPLAINABLE XGBOOST APPROACH USING SHAP VALUES	301-318
Burhan ARSLAN Emrullah CULPAN	A MAJOR OILSEED IN TÜRKİYE: COTTONSEED	319-324
Emrullah CULPAN	THE CONTRIBUTION OF ALTERNATIVE OILSEED CROPS TO TÜRKİYE'S VEGETABLE OIL PRODUCTION	325-330
Neslihan KILIÇ	GENERAL OVERVIEW OF BLACKBERRY CULTIVATION IN TURKEY	331-337
Yudum BURCU Ruveyde TUNCTURK	AGRICULTURAL ACTIVITIES WITH REMOTE SENSING SATELLITES	338-344
Yudum BURCU Ruveyde TUNCTURK	THE IMPACT OF DROUGHT STRESS ON POTATO FARMING	345-349
Kenan ÇELİK	CHERRY CULTIVATION IN DIYARBAKIR: POTENTIAL, PROBLEMS, AND PROPOSED SOLUTIONS	350-352
Kenan ÇELİK	STRATEGIC IMPORTANCE OF SOUTHEASTERN ANATOLIA FOR ALMOND CULTIVATION IN TURKEY	353-356
Orhan SEVİMOĞLU	THE IMPACT OF COVID-19 AND MARMARAY ON GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN CLIMATE-RESILIENT UNIVERSITY CAMPUS	357
Ahmed Hamza Alpay	ECOLOGICAL INEQUALITIES IN ENVIRONMENTAL SOCIOLOGY: INDUSTRIAL POLLUTION AND ITS DIFFERENTIATED IMPACTS	358-364
Hatice ONAY	SPATIO-TEMPORAL VARIATION IN THE ABUNDANCE OF THORNBACK RAY (RAJA CLAVATA) IN THE SOUTH-EAST BLACK SEA	365
Hatice ONAY	SEASONAL VARIATION IN THE LENGTH–WEIGHT RELATIONSHIP OF THE THORNBACK RAY (RAJA CLAVATA) FROM BOTTOM TRAWL CATCHES	366-374
Elif Şeyda KESİK Nilüfer YAZICI	EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON WATERSHED HYDROLOGY	375-384
Zehra Kelime KASAKOLU Ayhan FİLAZİ	TOXICOLOGICAL EFFECTS OF PHTHALATES	385-392
Zehra Kelime KASAKOLU Ayhan FİLAZİ	TOXICOLOGICAL EFFECTS OF ADIPATHES ON PUBLIC HEALTH	393-396
Seema S. Desai CHANDKOTI DHANASHRI NAGAPPA	UNDERSTANDING CONSUMPTION PATTERNS AND MARKETING CHALLENGES IN THE INDIAN DAIRY INDUSTRY	397-400
Seema S. Desai JADHAV ANJALI ASHOK	DAIRY INDUSTRY AS A TOOL FOR RURAL DEVELOPMENT: A CASE STUDY OF UDGAON VILLAGE IN KOLHAPUR DISTRICT	401-406
Seema S. Desai TAMBOLI ASAD ASLAM	STATISTICAL ANALYSIS OF ROLE OF COOPERATIVES IN IMPROVING MILK PROCUREMENT, PROCESSING AND DISTRIBUTION (A CASE STUDY OF WESTERN MAHARASHTRA)	407-410
Seema S. Desai MALI PRIYANKA UTTAM	SUSTAINABLE DAIRY: BALANCING ENVIRONMENTAL IMPACT WITH ECONOMIC VIABILITY	411-416
Seema S. Desai YADAV ANKITA SUDAM	AN IN-DEPTH ANALYSIS OF THE CHALLENGES AND FUTURE PROSPECTS OF DAIRY COOPERATIVES IN MAHARASHTRA	417-421

Seema S. Desai KUMBHAR AKSHATA RAJENDRA	THE ROLE OF OPERATION FLOOD IN MAKING INDIA THE WORLD'S LARGEST MILK PRODUCER: A STUDY OF ITS PHASES AND IMPACT	422-425
Seema S. Desai KAMBLE PRERNA VINOD	THE ROLE OF GOVERNMENT-LED DAIRY DEVELOPMENT PROGRAMS IN ENHANCING FARM PRODUCTIVITY AND SUSTAINABILITY IN INDIA	426-431
Seema S. Desai WADAR RENUKA RAMESH	THE ROLE OF DAIRY FARMING IN ENHANCING RURAL EMPLOYMENT AND INCOME GENERATION IN INDIA	432-436
Seema S. Desai PATIL SHIVRAJ CHANDRAKANT	CONSUMER BEHAVIOR AND THE SHIFTING DEMAND FOR DAIRY PRODUCTS IN INDIA: ADAPTING TO A CHANGING MARKET	437-441
Mohamed BAKIR My Abdelkader Youssefi Rachid DAKIR Mouna EL WAFI Younes El KOUDIA	SMART URBAN DRIVING: LIDAR PERCEPTION AND AI-ENHANCED CLUSTERING FOR SAFER AUTONOMOUS VEHICLES	442
Abed zoulikha Laid Abdelali	OPTICAL PROPERTIES OF TL 1-X B X AS COMPOUNDS IN ZINC BLENDE STRUCTURE; A FIRST-PRINCIPLES STUDY USING GGA	443
Souvik Halder Samiran Chattapadhyay Kartick Chandra Mondal	MULTIMODAL SENTIMENT ANALYSIS IN AGRICULTURE USING GLOBAL-LOCAL MODAL FUSION	444-445
Amirul Hakim bin Shahrulanuar Muhammad Zulhilmi bin Mohammad Zalani Mohammad Shahrul Nizam bin Mohd Fauzi Pravinnat Arumugam Sunatrah Abdullahyi	OPTIMIZATION OF OIL REMOVAL BY ADSORBENT-BASED PINEAPPLE PEEL WASTE	446
Seema Singh Neha Aggarwal Devika Dabas Prince	MAPPING RESEARCH PATTERNS OF SMART HOME DEVICES: EXPLORING THE SCIENTIFIC KNOWLEDGE LANDSCAPE	447
Bijoylakshmi Boruah P.K. Swain	SYNTHESIS OF MAGNETIC BAMBOO-DERIVED ACTIVATED CARBON FOR REMOVAL OF HEAVY METAL FROM GROUND WATER	448
Bismillah Iftikhar	ICTAL INDUCED CARDIOVASCULAR DISEASES AND ASSOCIATED NEUROLOGICAL COMORBIDITIES: A META ANALYTICAL APPROACH	449
Bishnu Charan Rout U. K. Saha	ANN-BASED ANALYSIS OF MHD CASSON NANOFLUID HEAT AND MASS TRANSFER WITH THERMOPHORESIS EFFECTS NEAR A STAGNATION POINT	450
Olasina, J. R Aliu, O H	A MACHINE LEARNING FRAMEWORK FOR REAL-TIME DETECTION OF FRAUDULENT URLS: A COMPARATIVE ANALYSIS OF ENSEMBLE AND DEEP LEARNING MODELS	451
Manar El Kihel Laila Saafadi Cristian Grava Abdessalam Ouallali	A DATA-DRIVEN MACHINE LEARNING FRAMEWORK FOR URBAN HEAT ISLAND ASSESSMENT	452
Kabiri Loubna Forsal Issam	OPTIMIZATION FOR CORROSION INHIBITION OF CARBON STEEL IN HYDROCHLORIC ACID BY A NOVEL ECO-FRIENDLY INHIBITOR USING FULL FACTORIAL DESIGN	453

Sulaiman Mustafa Khazaal Szávai Szabolcs	SELF-LUBRICATION IN METAL COMPOSITES USING GRAPHITE NANOPARTICLES: A REVIEW	454
Sulaiman Mustafa Khazaal Szávai Szabolcs	COMPARISON OF SELF-LUBRICATION IN METAL COMPOSITES USING NANOPARTICLES MOS 2 AND GRAPHITE	455
Aliu O H Olasina J R	LEVERAGING AI IN SMART FARMING AND GREENHOUSE MONITORING FOR SUSTAINABLE AGRICULTURAL DEVELOPMENT IN NIGERIA	456
Jatinkumar Bhimjibhai Kotadiya Dharmendra Jayantilal Ambani Hetal Pravinsinh Jadeja	EVALUATING AI-DRIVEN MACHINE LEARNING MODELS: A COMPARATIVE ANALYSIS FOR ENHANCED PREDICTIVE PERFORMANCE	457-464
Zahid Ullah Khan	PARTICLE IMAGE VELOCIMETRY (PIV) EXPERIMENTS AND THEIR APPLICATIONS	465
S. Reashmi S. Selvam	NEXT-GENERATION IOT WITH EDGE INTELLIGENCE	466-470
Abdelali Laid Abed Zoulikha	OPTIMIZATION OF CIGS SOLAR CELL EFFICIENCY THROUGH ZINC SULFIDE INSULATION LAYER INTÉGRATION	471
Mustafa Orhan TUNÇEL Mehmet RAMAT Kadir EĞİ	EFFECTS OF ANTIOXIDANT AGENTS USED IN CARDIOTOXICITY ON CELL DEATH MECHANISMS	472-479
Mustafa Orhan TUNÇEL Kadir EĞİ Mehmet RAMAT	CURRENT ANTIOXIDANT AGENTS USED IN CARDIOTOXICITY	480-487
Mehmet RAMAT Kadir EĞİ Mustafa Orhan TUNÇEL	ENDOTHELIAL INJURY INHIBITORS USED IN CARDIOPULMONARY BYPASS SURGERY	488-496
Mehmet RAMAT Mustafa Orhan TUNÇEL Kadir EĞİ	CHANGES IN SYNDECAN-1 LEVELS IN PATIENTS UNDERGOING CARDIOPULMONARY BYPASS SURGERY	497-503
Kadir EĞİ Mehmet RAMAT Mustafa Orhan TUNÇEL	EFFECTS OF ATORVASTATIN-TYPE DRUGS ON CELL DEATH PATHWAYS IN OBESE INDIVIDUALS	504-508
Kadir EĞİ Mustafa Orhan TUNÇEL Mehmet RAMAT	SELECTIVE EFFECTS OF GREEN TEA ON INFLAMMATORY MARKERS IN OBESE INDIVIDUALS	509-513
Mehmet Emrah AKSAN İclal Geyikli ÇİMENCİ İbrahim Seyfettin ÇELİK	CYTOTOXIC EFFECTS OF ENDOCRINE-DISRUPTING VOC COMPOUNDS IN HUMAN CELL LINES	514-515
Erkan ÖZKAN Neşe Hayat AKSOY Caner ÖZTÜRK Ramazan ARSLAN	INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF OLIVE OIL IN A PROPIONIC ACID-INDUCED AUTISM MODEL: A PRELIMINARY STUDY	516-522
Sibel YAĞLI Hikmet Yeter ÇOĞUN	EFFECT OF VITAMIN C AND IRON OXIDE NANOPARTICLES ON MOUSE BLOOD TISSUE	523-526
Nesrin KORKMAZ Attia HAMID Ahmet KARADAĞ Özgenur DINÇER ŞAHAN	STRUCTURAL ALTERATIONS IN HEMP CELLULOSE VIA VARIOUS PRETREATMENT TECHNIQUES	527-528
Halil AYVAZOĞLU Oğuz MERHAN	BIOCHEMICAL IMPORTANCE OF CYTOKINES, CLINICAL APPLICATIONS, AND THERAPEUTIC DIRECTIONS	529-531
Halil AYVAZOĞLU Oğuz MERHAN	PENTOSE PHOSPHATE PATHWAY AND ITS CLINICAL IMPORTANCE	532-535
Aysel VEYİSOĞLU Demet TATAR	DETERMINATION OF THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF COMMERCIALLY PURCHASED BEE POLLEN EXTRACTS (METHANOL AND HEXANE) USING THE DISK DIFFUSION	536-541

	METHOD	
Demet TATAR Aysel VEYİSOĞLU	DETERMINATION OF ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF COMMERCIALLY PURCHASED SALEP EXTRACTS	542-547
Ayşenur SAHIN Güler HASIRCI Nilüfer HILMIOGLU	DEVELOPMENT OF AN ECO-FRIENDLY ADSORBENT FROM NATURAL POLYMER, NATURAL CLAY, AND NATURAL ORGANIC MATERIAL AND INVESTIGATION OF CRYSTAL VIOLET DYE REMOVAL FROM WATER	548-549
Hida ATALAN Güler HASIRCI Nilüfer HILMIOGLU	DEVELOPMENT OF BIONANOCOMPOSITE ADSORBENT FROM NATURAL MATERIALS BIOPOLYMER, NANOCLAY AND SUGAR ALCOHOL AND INVESTIGATION OF MALACHITE GREEN DYESTUFF REMOVAL FROM WATER	550-551
Dilemnur KUMTAŞ Nilay COŞGUN	APPLICABILITY OF THREE-DIMENSIONAL PRINTING TECHNOLOGY IN POST-DISASTER TEMPORARY HOUSING PRODUCTION	552-564
Damla KIRLAK Nilay COŞGUN Seher GÜZELÇOBAN MAYUK	TECHNOLOGY-SUPPORTED SOLUTIONS IN ACCESSIBLE HOUSING DESIGN	565-574
Çağlasu ARTUÇ Çağla KAYA YALÇIN Buket AKÇAY GÜVEN	THE POWER OF SENSORY NARRATIVE: IMMERSIVE AND MULTI-DIMENSIONAL ADAPTIVE REUSE IN INDUSTRIAL HERITAGE BUILDINGS	575-597
Eda DALGA Rıdvan Saraçoğlu	WASTE CLASSIFICATION USING RESNET50 ARCHITECTURE	598-603
Atakan PİRLİ Damla PİRLİ Bahriye GÜLGÜN	SUSTAINABILITY OF CULTURAL HERITAGE AND THE MEMORY OF PLACE: A STUDY ON PODIMA ART	604-621
Sinem BOYRAZ Ahmet Can ÜNAL	DEVELOPMENT OF AN EXTERIOR COATING PRODUCT WITH HIGH FLOWPOINT VALUE AT HIGH SHEAR STRESS, OFFERING CRACK BRIDGING AND HYDROPHOBIC SURFACE PROFILE	622-623
Fatma Şenay DEMİREL YEŞİLMEŞE	THE ROLE AND IMPORTANCE OF REMOTE SENSING AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS TECHNIQUES IN DEFINING ASSEMBLY AREAS	624-628
Fatma Şenay DEMİREL YEŞİLMEŞE	OPPORTUNITIES OF USING REMOTE SENSING AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS TECHNIQUES IN THE ESTABLISHMENT OF SMART CITIES	629-632
Mehmet Nuri KOLAK Hasan POLAT	VALORISATION OF NATURAL WASTES: CEMENTITIOUS COMPOSITES REINFORCED WITH RICE HUSK	633-644
Hüsnü Can MURAT Meral Çalış Duman	APPLICABILITY OF LEAN MANAGEMENT IN HUMAN RESOURCES MANAGEMENT	645-650
Gülhan SUADİYE	ACCOUNTING FOR CRYPTOCURRENCIES UNDER FINANCIAL REPORTING STANDARDS	651
Emirhan YETİŞ	THEORETICAL CONTRIBUTIONS OF LEADERSHIP STYLES TO THE DEVELOPMENT OF AN INNOVATIVE ORGANIZATIONAL CULTURE	652-659
Emirhan YETİŞ	FROM DIGITAL LEADERSHIP TO AI-SUPPORTED LEADERSHIP: IN SEARCH OF A NEW PARADIGM IN MANAGEMENT AND ORGANIZATION LITERATURE	660-666

Eylül SATIR ACAY	RISK-BASED APPROACH IN THE EUROPEAN UNION ARTIFICIAL INTELLIGENCE REGULATION: NORMATIVE FOUNDATIONS OF CATEGORICAL CLASSIFICATION AND IMPLEMENTATION DIFFICULTIES	667-668
İdris YAĞMUR	THE ROLE OF SERVICE EXPORTS AND IMPORTS IN TÜRKİYE'S TOTAL TRADE GROWTH	669-674
Atilla AYDIN	STABILITY OF REAL SECTOR CONFIDENCE INDEX AND ITS SUBCOMPONENTS IN TURKIYE: FOURIER APPROACH	675-676
H. Fatihi H. Benaali A. Zaghrane A. Abbassi M. El Idrissi	LEAD-FREE DOUBLE HALIDE PEROVSKITES FOR IMPROVED SOLAR CELLS	677
Youssef Arif Wafaa Bendaoud Mohamed Bouhrim Fatiha Chigr Ahmed Ait Chaoui Ahmed Arif Mustapha Boulghallat	COMPUTATIONAL APPROACHES REVEAL THE ANTIDIABETIC POTENTIAL OF CLADANTHUS ARABICUS PHYTOCHEMICALS THROUGH TARGETED IN SILICO MODELING	678-679
Saira Malik Syed Mohsan Raza Shah Uniza Fatima Bukhari Tasawar Fatima Bukhari Iqra	LEAF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL MODIFICATION OF IPOMOEA CARNEA JACQ. AN INVASIVE PLANT SPECIES, UNDER DIVERSE SALINITY GRADIENT	680
Alhassan Yunusa Alkali Hassan Gimba Suleiman MAHMUDU Abubakar Bala Abdulahi Musa	ASSESSING THE IMPACT OF INDUSTRY COLLABORATION ON THE EMPLOYABILITY OF TVET GRADUATES IN NIGERIA	681-688
Zakariya Arbaoui Soufiane Elhadfi Mourad Boutahir Abdelhai Rahmani	BLACK PHOSPHORENE: A FIRST-PRINCIPLES STUDY FOR NEXT-GENERATION ENERGY HARVESTING	689
Dr. K. Dayana N.G. Kalyani Reddy Chayaraju Balasai K. Tharani	ROBOTS IN CONSTRUCTION: ENABLING TECHNOLOGY, APPLICATIONS, AND CHALLENGES	690-699
Beichi Fayçal NOURANI Imane Benkharrour Asma Benbrahim Wassila Oudjehih Messouada	FIVE-YEAR SURVIVAL RATE FOR COLORECTAL CANCER IN THE WILAYA OF BATNA	700
Poonam	EFFECT OF ELECTROLYTE ON CHARGE STORAGE PERFORMANCE IN A COMPOST-BASED DEVICE	701
Maqubool HOSAIN	NEXT-GENERATION SMART SENSORS: ENABLING CONNECTED INTELLIGENCE	702
Roaida Qasm Muhammad	EFFECTS OF RAMADAN FASTING AND DATE CONSUMPTION ON BLOOD GLUCOSE AND BLOOD PRESSURE AMONG HEALTHY ADULTS	703-709

M.K. Vijayalakshmi K. Pooja Puniparthi Sunitha	ROLE OF BACTERIOPHAGE IN BACTERIAL EVOLUTION AND THERAPY	710-716
Baba Ahmed Sihem Bouriche Rania Charef Nour El Houda	CAROB (CERATONIA SILIQUA L.): LITERATURE REVIEW	717
Rajeev Kumar	NATURAL, ECO-FRIENDLY MATERIAL FOR THE REMOVAL OF HEAVY METALS FROM WATER	718
Gheorghe GIURGIU Manole COJOCARU	MICROBIOTA MODULATION AS THERAPEUTIC APPROACH IN THE NEUROPATHIC PAIN IN DOG WITH SPINAL CORD INJURY: IMPACT OF POLENOPLASMIN	719
Gheorghe GIURGIU Manole COJOCARU	THE ASSOCIATION BETWEEN THE CUTANEOUS MICROBIOME AND HIDRADENITIS SUPPURATIVA	720
Ojetokun Matthew Bukola Faruk Adamu Kuta	ASSESSMENT OF EMERGENCY RESPONSE OF IBRAHIM BADAMASI BABANGIDA SPECIALIST HOSPITAL WORKERS, MINNA, NIGERIA	721
Adegbola Oluwatosin Oluwabukola	IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON FOOD SECURITY AND HUMAN	722
Abduladeem G.M. Al-Selwi Amr Farhan	THE LEVEL OF RAPID RESPONSE TO EPIDEMICS AND EMERGENCIES IN YEMEN	723
Muhammad Amir Sarwar Asmat Ullah Akande K. O.	CHARACTERIZATION AND TREATMENT IMPLICATIONS OF PRODUCED WATER FROM ONSHORE OIL AND GAS OPERATIONS	724
Elza Bitsadze Lia janadze	CLOUD-BASED DATABASE SYSTEMS: PERFORMANCE MODELING AND ARCHITECTURAL SYNERGY	725
Elza Bitsadze	IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE ALGORITHMIC MODELS AND OPTIMIZATION STRATEGIES IN DATABASE MANAGEMENT SYSTEMS	726
Omar Ahmad Al-Freihi	BATTERY-BUFFERED HOME FAST CHARGING FOR ELECTRIC VEHICLES	727
Muhanna Alharbi	SAUDI ARABIA'S INDUSTRIAL TRANSFORMATION THROUGH AUTOMATION	728
Khanak Seema Rathee Naiya	INTEGRATING RIDE-SOURCING INTO MAAS: OPPORTUNITIES, CHALLENGES, AND IMPACTS ON URBAN TRANSPORT	729
Saud Alzain	ANALYSIS AND APPLICATION OF SUSTAINABLE ENGINEERING APPROACHES IN MODERN RESEARCH	730
Omar Saud Alharbi	SOLAR-POWERED DESALINATION CHALLENGES IN SAUDI ARABIA	731
Khalid Almutiri Salah Althonayan	INNOVATIVE COOLING SOLUTIONS FOR HOT ENVIRONMENT	732
Merve KOLCU Elif BÜLBÜL	INVESTIGATION OF HEALTH LITERACY AND RELATED FACTORS IN HEMODIALYSIS PATIENTS	733-739
Elif BÜLBÜL Merve KOLCU	EVALUATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN DISEASE CHARACTERISTICS AND QUALITY OF LIFE IN PATIENTS UNDERGOING HEMODIALYSIS TREATMENT	740-747
Hüseyin GARİP	SHOULD WE PERFORM APPENDECTOMY IN AMYAND HERNIA? CASE PRESENTATION	748
Hüseyin GARİP Muhanned ALKHATIB	A CASE OF ILEUS ON THE BACKGROUND OF CLOSED PERFORATION SECONDARY TO SIGMOID COLON DIVERTICULITIS	749

Tuba DEĞERLİ Semiha AYDIN ÖZKAN	LACTATION MANAGEMENT AFTER PERINATAL LOSS	750-759
Manolya SANCAKTAR Nuray BOSTANCIERI Cigdem KARACA Merve BOZKURT	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF GLAUCOCALYXIN A ON TGF-B-INDUCED EPITHELIAL-MESENCHYMAL TRANSITION IN SHSY-5Y CELL LINE	760-766
İlkyaz KARAHAN Nazlı KARA Selda ÇELİK	NURSING CARE OF A PATIENT DIAGNOSED WITH INFERIOR MYOCARDIAL INFARCTION ACCORDING TO THE ROY ADAPTATION MODEL: A CASE REPORT	767-773
Nazlı KARA İlkyaz KARAHAN Selda ÇELİK	NURSING CARE OF A PATIENT DIAGNOSED WITH LUNG CANCER ACCORDING TO THE LIFE ACTIVITIES MODEL: A CASE REPORT	774-786
Aylin TURAN Semiha AYDIN ÖZKAN	A REVIEW OF STUDIES ON THE USE OF THE REBOZO TECHNIQUE DURING LABOR	787-794
Nihal YUMAK Tayyib Can BAHADIR	DESIGN AND ACOUSTIC PERFORMANCE ANALYSIS OF FUNCTIONALLY GRADED PANELS PRODUCED BY ADDITIVE MANUFACTURING	795-796
Nihal YUMAK	FABRICATION OF FUNCTIONALLY GRADED CARDIAC PATCHES USING ELECTROSPINNING AND 3D PRINTING METHODS: CURRENT APPROACHES AND FUTURE PERSPECTIVES	797-798
Abdulrazzak AKROOT	INNOVATIVE POWER GENERATION WITH SOFC-GT AND STIRLING ENGINE INTEGRATION	799-811
İremnur GENÇ İnan AĞIR Özkan ÖZBEK	THE EFFECT OF HALLOYSITE NANOTUBE ON THE CHARPY IMPACT BEHAVIORS OF TRIAXIAL GLASS FIBER REINFORCE COMPOSITES	812-817
İrfan Berk EFE İnan AĞIR Özkan ÖZBEK	AN EXPERIMENTAL STUDY ON HOOP TENSILE CHARACTERISTICS OF GLASS/BASALT INTERPLY FIBER REINFORCED COMPOSITE PIPES	818-826
Abdullah UĞUR Muhammet Mevlüt KARACA	DIMENSIONAL AND MECHANICAL PERFORMANCE ANALYSIS BASED ON GEOMETRIC PATTERN IN PLA STRUCTURES PRODUCED BY ADDITIVE MANUFACTURING	827-834
Muhammet Mevlüt KARACA Abdullah UĞUR	EFFECT OF RADIUS-BASED GEOMETRIC MODIFICATIONS ON MECHANICAL BEHAVIOR IN AUXETIC RE-ENTRANT HEXAGONAL STRUCTURES	835-841
Elif ERZAN TOPÇU Serhat Azar	MODELING OF A HEAVY-DUTY ROLLER SCREW ACTUATOR SYSTEM AND INVESTIGATION OF ITS ENERGY CONSUMPTION	842
Günay ALEKBEROVA	THE USAGE MOMENTS OF VERB CONSTRUCTION COMPONENTS IN M.T. SIDQI'S WORKS	843-847
Kemal TİMUR Suna HANGÜN	REFIK HALIT KARAY'S THE RELATIONSHIP BETWEEN CHARACTER AND SETTING IN GURBET HİKÂYELERİ	848-858
Gülsüm KIRBAŞ	PHONETIC FEATURES IN CRIMEAN TATAR RIDDLES	859
Nazmi ŞEN	PHRASAL VERBS IN TES, TARİAT, ŞİNE US INSCRIPTIONS	860-865
Sema ÜLPER OKTAR Kerem ÖZŞENTÜRK	THE PHILOSOPHICAL CONSEQUENCES OF THE "PIANO KEY" REDUCTIONISM: THE INDIVIDUAL'S EXISTENTIAL TENSION BETWEEN NECESSITY AND FREEDOM	866
Özlem Züleyha KURAN	THE ROLE OF TRANSLATION IN 19TH AND 20TH CENTURY LEBANESE LITERATURE	867

Musa Tılfarlıoğlu Yılmaz KELEŞ	AN UNKNOWN 19TH-CENTURY POET: HİLMİ (B.?/? – D.?/?)	868
Nevim TÜZÜN	AN ANIMAL DISEASE IN THE OTTOMAN EMPIRE: GLANDERS (LATE 19TH CENTURY TO EARLY 20TH CENTURY)	869-874
Mahmut ÖZTÜRK	EVALUATION OF THE FIRST 12 VERSES OF SURAH YASIN IN THE CONTEXT OF COMMUNICATION SCIENCE	875-880
Mahmut ÖZTÜRK	PHARAOH'S WIFE, HAZRAT ASIYA, ACCORDING TO CLASSICAL TAFSIRS	881-885
Mahmut ÖZTÜRK	ANALYSIS OF THE SURAH AT-TAGHABUN IN THE CONTEXT OF THE MAIN TOPICS OF THE QUR'AN	886-891
Lokman BEDİR Sümeyye TURA	THE UNIVERSAL PURPOSE OF ISLAM: TO MAKE THE RELIGION OF GOD SUPERIOR	892-900
Abduljalil ALHAJ ESMAIL ARABI Salam BOULAD	CAMEL DEPICTION IN PALMYRENE SCULPTURE	901-911
Melisa GÖNEN Bahriye GÜLGÜN	THE MEMORY OF HALKAPINAR IN YİTİK GÖL: LITERARY TESTIMONY OF A VANISHED PLACE	912-919
Seval YİNİLMEZ AKAGÜNDÜZ Zeynep Dilan KÖYSÜREN	SUBSTANCE FROM THE MILESIAN SCHOOL TO ARISTOTLE: A PHILOSOPICAL ANTHROPOLOGY PERSPECTIVE	920-929
S. Kalaiselvan K. Yuvashiga P Sathish V. Jeevananthan K Sujitha	FROM MOLECULAR INNOVATIONS TO FIELD APPLICATIONS: THE ROLE OF AGRITECH CHEMISTRY IN ENHANCING PRECISION FARMING, CROP PRODUCTIVITY, AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY	930-933
S. Kalaiselvan M.Vigneshwaran A. Sankavi M. Kewin Joanes R. Niveditha	NANO-ENGINEERED MATERIALS FOR SUSTAINABLE ENERGY: ADVANCEMENTS IN NANOPARTICLES FOR CONVERSION AND STORAGE APPLICATIONS	934-935
M. Karthigai Priya M. Mohanasundari K. Karpagavalli J. Sandhiya Jenifer S. Kalaiselvan	QUANTUM-SPECTROSCOPIC INSIGHTS INTO CATALYTIC REACTION PATHWAYS: BRIDGING ADVANCED CHEMICAL SCIENCE WITH PHYSICAL PRINCIPLES	936
EL AROUSY Fatima zohra Adil El Yadini Mouloud El Moudane Abdelkbir Bellaouchou	SYNTHESE AND CHARACTERIZATION OF NANOMATERIALS FOR WATER TREATMENT: DEGRADATION OF INDUSTRIAL POLLUTANTS BY PHOTOLYSIS AND PHOTOCATALYSIS	937
Zineb El Hamri M. Karaoui M. Alami M. Assouag	EVALUATION OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES IN SPENT COFFEE GROUND-FILLED POLYPROPYLENE COMPOSITES	938
Sumayya Akram Matloob Ahmad Sana Aslam	SYNTHESIS, CHEMICAL TRANSFORMATIONS AND BIOLOGICAL APPLICATIONS OF FUROPYRIDINE DERIVATIVES	939
Tanzeela Riaz Sana Aslam Matloob Ahmad Muhammad Zubair	MULTICOMPONENT REACTION METHODOLOGIES FOR THE RAPID CONSTRUCTION OF BIOACTIVE THIOPHENE SCAFFOLDS	940

Skender Demaku Edona Bajrami Krenare Dibrani Arbnorë Aliu	EVALUATION OF THE WATER QUALITY IN THE BAJGORA AQUIFER LOCATED WITHIN THE MUNICIPALITY OF MITROVICA, ALONG WITH AN ASSESSMENT OF ITS ADHERENCE TO INTERNATIONAL WATER QUALITY STANDARDS	941
Skender Demaku Muhamet Kiqina Arbnorë Aliu	CHEMICAL ANALYSIS OF ATMOSPHERIC DUST AROUND THE KISHNICA AREA IN THE MUNICIPALITY OF GRACANICA	942
K.Naveen Rajan S.Selvem	REAL-TIME RENDERING TECHNOLOGIES IN 2D VS 3D ANIMATION: (AN ARCHITECTURAL AND PERFORMANCE ANALYSIS)	943-947
Nawrin Tamanna Rasha	DEVELOPMENT OF A SMART IOT-BASED MODEL TO GET WEATHER INFORMATION FROM RICE FIELD	948
Sadiq, M.S Singh, I.P Ahmad, M.M Sani, B.S	IMPACT OF BUHARINOMICS ON YOUTH AND WOMEN IN AGRICULTURE: A REVIEW OF INCLUSION AND EMPOWERMENT INITIATIVES	949-956
Hira Zainab Rimsha Imran Maha Tariq	THREADS OF ESCAPE: ADAPTIVE REUSE OF TRAINS	957
N.G. Kalyani Reddy Chayaraju BalaSai K.Tharani	CONCRETE PRODUCTION USING WASTE WATER	958-964
Lais Medeiros de Araujo Gerson Araujo de Medeiros	LANDSCAPE EFFICIENCY IN URBAN LINEAR PARKS IN THE AMAZON: A CASE STUDY IN RIO BRANCO, STATE OF ACRE, BRAZIL	965
Tasawar Iqbal Sidra Altaf	THERAPEUTIC POTENTIAL OF NELUMBO NUCIFERA SEEDS IN THE MANAGEMENT OF RHEUMATOID ARTHRITIS	966
Mohammad Moneruzzaman Khandaker Shahida Kanwal Mohd Hailmi Sajili	REGULATORY EFFECTS OF SARGASSUM POLYCYSTUM EXTRACTS AS BIO-ELICITORS ON ANATOMICAL CHARACTERISTICS AND INDUCING DISEASE RESISTANCE OF CHILLI (CAPSICUM ANNUUM L.)	967
Mithila Sen	WATER-BASED PROBIOTIC SUPPLEMENTATION IMPROVES GROWTH AND INTESTINAL MORPHOLOGY IN JUVENILE GULSHA TENGRA (MYSTUS CAVASIUS)	968
Nasser Alharbi Abdullah Alowaishez	SOLAR ENERGY IN AUTOMOBILES	969
Muslim Yusuf Sulaiman Sani Yusuf	CIRCULAR ECONOMY APPROACHES IN MEDICINAL PLANT WASTE MANAGEMENT FOR BIOACTIVE COMPOUND RECOVERY	970-974
Mohammed Denzira Abdessamad Tounsi Mohammed El Idrissi	[4 + 2] CYCLOADDITION OF (E)N-((DIMETHYLAMINO) METHYLENE) BENZOTHIOAMIDE AND (S)3ACRYLOYL4PHENYLOXAZOLIDIN2ONE: ADME, DOCKING, SELECTIVITY, AND MECHANISM	975
Moulai Mostefa Faiza	EPSTEIN-BARR VIRUS AND ITS ROLE IN AUTOIMMUNE THYROID DISEASES	976
Fatima Charboub Abdallah Albourine Rachid Ait Akbour	THE IMPACT OF THE PESTICIDE CARBETAMIDE ON THE ADSORPTION OF PB 2+ AND CD 2+ IONS IN WATER CONTAMINATED BY BIOMASS.	977

R.Thiruchelvi P.Saravanan M.Chamundeeswari	VALORIZATION OF FRUIT WASTE THROUGH REUTILIZATIONAPPROACH: A COMPREHENSIVE REVIEW	978
El.Majdi S. Zerraf Fouad Alloun Said Belaaouad	SYNTHESIS AND THEORETICAL/STRUCTURAL INVESTIGATIONS OF $NA_{0.5}M_{0.25}TI_2(PO_4)_3$ (M = ZN, NI)	979
Amaan Arif	ALTERED GUT MICROBIOME COMPOSITION OF STREPTOCOCCACEAE AND LACHNOSPIRACEAE IN MULTIPLE SCLEROSIS PATIENTS	980
Abdulmajid Khafayat Ope Kazeem Ibraheem Ajadi Abdullahi Nuraddeen Bakori	THE FISHER-TROPSCH PROCESS FOR GAS-TO-LIQUID TECHNOLOGY SIMULATION USING DWSIM	981-987
Hicham EL-BOUKHARY Hamza ELKISSANY Adil LAAZIZ Abdelouahed HAJJAJI	SECONDARY METABOLITES FROM BACTERIA AND FUNGI: A REVIEW FOR THEIR IMPORTANCE IN BIOTECHNOLOGY	988
Ajayi O. T. Akande K. O.	SYMBOLIC REPRESENTATIONS OF FOOD SCARCITY AND CLIMATE CHANGE IN CONTEMPORARY NIGERIAN ART: A MULTIDISCIPLINARY PERSPECTIVE	989
Bawa Y. M. Lawal U. Gidado, S. M. Gumi, A. M. Garga, M. A. Mohammad, A. Bilbis B. D. Bako I. Siraj A. A.	ECOTOXICOLOGICAL EFFECTS OF ORGANOPHOSPHATE AND PYRETHROID PESTICIDES ON SOIL PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND NUTRIENT DYNAMICS	990-991
Fasika Melese Destaw Damtie Sissay Menkir Mulugeta Kibret	ENUMERATION AND MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF FUNGUS FROM SOIL SAMPLES IN DIFFERENT ECOSYSTEMS OF THE AMHARA REGION, NORTHERN ETHIOPIA	992
Omer Shujat Bhatti Zakra Ahmad	DIGITAL EMPOWERMENT FOR SUSTAINABILITY: ENGAGING COMMUNITIES IN CLIMATE ACTION THROUGH THE METAVERSE	993
Faisal Nazir	PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF CARBON NANOTUBES FROM BIOCHAR UNDER MICROWAVE IRRADIATION	994
Naila Rahmadiani Genoveva Genoveva	OERA OAT MILK: A SUSTAINABLE PLANT-BASED BEVERAGE BUSINESS PLAN	995
Adeniyi O. A.	CURRENT TRENDS IN AQUATIC SCIENCES: INNOVATIONS, CHALLENGES, AND FUTURE DIRECTIONS	996-1002
Pity Marselia Putri Genoveva Genoveva	BUILDING CONSUMER LOYALTY IN THE BEAUTY INDUSTRY: A CASE OF INNISFREE IN NORTH JAKARTA	1003

Dita Listiani Arie Febrianto Mulyadi Dodyk Pranowo	EFFECTS OF DRYING TEMPERATURE AND TIME ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF ALOE VERA PEEL POWDER PRODUCED WITH A CABINET DRYER&QUOT	1004
Gökce ÜNAL Seyrani KONCAGÜL	MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING METHODS IN LIVESTOCK ENTERPRISES	1005
Şeniz ÖZIŞ ALTINÇEKIÇ Arda ÇELIK Ezgi ŞENSES	OXIDATIVE STRESS AFFECTS MEAT QUALITY IN FARM ANIMALS	1006-1017
Sedat BEHREM Yunus ARZIK	THE PLACE AND IMPORTANCE OF THE ANGORA GOAT AMONG NATURAL FIBER SOURCES	1018-1023
Sedat BEHREM Yunus ARZIK	WOOL QUALITY CHARACTERISTICS OF SOME SHEEP BREEDS IN TÜRKİYE	1024-1031
İlyas Mete Boydak	BACTERIOPHAGE APPLICATIONS IN MAINTAINING HERD HEALTH IN RUMINANTS	1032-1033
Teoman Özgür SÖKMEN	AI-BASED FISH DISEASE DIAGNOSIS SYSTEMS: CURRENT APPROACHES FOR EARLY WARNING AND AUTOMATIC DETECTION IN AQUACULTURE	1034
Özmen İSTEK	SUTURE AND MATERIAL SELECTION USED IN VETERINARY SURGERY	1035-1041
Sibel ÇELİK AÇIKBAŞ ALİ DENİZ Kemal BÜYÜKKABASAKAL	MATHEMATICAL MODELING OF GAS SENSOR SENSING DATA WITH FICK'S SECOND LAW	1042
Sibel ÇELİK AÇIKBAŞ Kemal BÜYÜKKABASAKAL ALİ DENİZ	MATHEMATICAL MODELING OF CHEMICAL SENSOR TEST RESULT DATA AND CALCULATION OF DIFFUSION COEFFICIENT	1043-1044
Özgen EFE Gökhan Mutlu	SCHRODINGER OPERATORS ON METRIC GRAPHS	1045
Tutku ÖZDEN SARAY Murat ÜÇÜNCÜ	SAFETY ASSESSMENT OF DISPLAY HEAD ASSEMBLY DESIGN	1046
Emine KALE AYDIN Emel KİLİT DOĞAN Sinem ERDEN GÜLEBAĞLAN	INVESTIGATION OF HfPbO 3 CRYSTAL BY DENSITY FUNCTIONAL THEORY	1047-1055
Emine KALE AYDIN Emel KİLİT DOĞAN Sinem ERDEN GÜLEBAĞLAN	DETERMINATION OF PHYSICAL PROPERTIES OF ZrPbO 3 CRYSTAL BY DENSITY FUNCTIONAL THEORY	1056-1065
Ahmet AYDIN Emin Argun ORAL Tevhit KARACALI	THE EFFECT OF THE CZOCHRALSKI METHOD ON THE ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF 1350-H19 ALUMINUM ALLOY CABLE	1066-1067
Evren ERZEN Sena Nur İMALI	THE PREDICTIVE POWER OF INTOLERANCE OF UNCERTAINTY, PSYCHOLOGICAL WELL-BEING, AND ATTACHMENT STYLES ON EMOTION REGULATION DIFFICULTIES	1068-1069
Esma ÖZMAYA Sakine FIRINCIK Sevda UZUN	THE EFFECT OF SOLUTION-FOCUSED PSYCHOEDUCATION ON SELF- EFFICACY, FUNCTIONING AND INTERNALIZED STIGMA IN BIPOLAR DISORDER: A QUASI-EXPERIMENTAL STUDY	1070-1071
Sinan KIZILTOPRAK	METHODOLOGICAL CONTRIBUTIONS OF NEUROSCIENCE TO MANAGEMENT AND ORGANIZATIONAL THEORIES WITHIN THE FRAMEWORK OF MIND-BODY PHILOSOPHY	1072-1073
Sinan KIZILTOPRAK	CRITIQUE OF THE SUPERHUMAN IN THE RELATIONSHIP BETWEEN LEADERSHIP AND NEUROSCIENCE	1074-1075

Sevda DEMİR	CROWDED LONELINESS AND DIGITAL FATIGUE IN WORKING LIFE: A QUALITATIVE STUDY ON PUBLIC AND PRIVATE SECTOR EMPLOYEES	1076-1090
Erhan ATICI	STRESS MANAGEMENT AMONG HEALTHCARE WORKERS: A SYSTEMATIC REVIEW of the LITERATURE	1091-1092
Hüseyin ÖZÇAKMAK Hilal ZİNİ	8TH GRADE STUDENTS' VIEWS ON QUIZIZZ AND WORDWALL APPLICATIONS	1093-1094
Gülümser UYSAL Lügen Ceren GÜNEŞ	DOES PROVIDING OUTDOOR PLAY OPPORTUNITIES AFFECT CHILDREN'S DEVELOPMENT AND CREATIVITY?: PERSPECTIVES OF PARENTS WITH CHILDREN AGED 36–72 MONTHS	1095-1096
Lügen Ceren GÜNEŞ Ender DURUALP	PERCEPTIONS OF HEALTH AND ILLNESS AMONG 60–72-MONTH-OLD CHILDREN: A QUALITATIVE STUDY	1097-1110
Murat KORUCUK Eylül Buket GÜNDOĞDU	LEARNING AND SPORTS IN THE DIGITALIZING WORLD	1111-1119
Qaribova Arifa	THE IMPORTANCE OF MUSIC EDUCATION IN THE DEVELOPMENT OF PRESCHOOL AGE CHILDREN	1120-1123
Ana Tsulaia Demetre Janjalashvili	THE IMPORTANCE OF ENGINEERING GEODESY IN LANDSLIDE PROCESS MODELING AND HYDRAULIC STRUCTURE PROTECTION MEASURES IN GEORGIA	1124
B. DHARSHINI S.Selvam	COGNITIVE CLOUDS INTEGRATING AI WITH INFRASTRUCTURE ORCHESTRATION FOR PREDICTIVE SCALING	1125-1128
P. Sankara Narayanan S. Selvam	EVOLUTION OF BATTLE ROYALE GAMES: FREE FIRE VS CALL OF DUTY	1129-1132
I. Vaishnavi S. Selvam	TRANSFERABILITY OF LEARNED POLICIES: A COMPARISON BETWEEN SUPERVISED AND REINFORCEMENT LEARNING IN MULTI-ROBOT SYSTEMS	1133-1136
S.Gayathri S. Selvam	FASTER THAN LIGHT: UNPACKING THE SOCIETAL IMPLICATIONS OF 5G	1137-1141
BENFRID Abdelmoutalib	REINFORCEMENT OF RETAINING WALLS USING KEVLAR	1142
J.Jeyavarshana S. Selvam	ASTROLOGY-POWERED AI: A STUDY OF AI HOROSCOPES AND THEIR SOCIOTECHNICAL IMPLICATIONS	1143-1146
P. Veeralakshmi S. Selvam	RPA VS. AI: THE BATTLE FOR AUTOMATION SUPREMACY	1147-1150
S. Reashmi S. Selvam	NEXT-GENERATION IOT WITH EDGE INTELLIGENCE	1151-1155
Yassine Charikki Driss Khattach Mohammed-Rachid Houari Radia El Gout	STRUCTURAL MAPPING OF THE TAOUDENI BASIN: CONTRIBUTION OF GRAVITY DATA ANALYSIS	1156
Imane Ahnouz	MULTI-STAGE LEARNING TECHNIQUES FOR MIXED RADIATION PULSE DISCRIMINATION	1157
Mourad Aloui Elhalaoui Menana	COMPUTATIONAL DESIGN OF NEW DIHYDROPTERIDONE-OXADIAZOLE DERIVATIVES AS POTENT INHIBITORS AGAINST MCF-7 BREAST CANCER CELLS	1158

Olena Sierikova Vadym Babakin	3D SCANNING TO DETECT THE DAMAGE CAUSES OF PETROLEUM STORAGE TANKS	1159-1160
K.G. Degtyarev M.O. Chugay V.I. Gnitko A. O. Koshkin E.A. Strelnikova	ANALYSIS OF CRACK GROWTH IN POWER MACHINE COMPONENTS WITH DEFECTS AND HOLES	1161
Youssef Arif Wafaa Bendaoud Mohamed Bouhrim Fatiha Chigr Ahmed Ait Chaoui Ahmed Arif Mustapha Boulghallat	IN SILICO MODELING OF CLADANTHUS ARABICUS PHYTOCHEMICALS REVEALS PROMISING ANTIDIABETIC POTENTIAL	1162-1163
Abdelmalek Matine Benharaf El Mostafa Habib El Alaoui El Abdallaoui Mohammed El Idrissi Abdellah Zeroual	EXPERIMENTAL AND THEORETICAL STUDIES ON CORROSION INHIBITION OF MILD STEEL IN MOLAR HYDROCHLORIC ACID SOLUTION BY A NEWLY PYRAZOLE DERIVATIVE	1164
Abdelhamid Ait M'hid Guojian Li Mourad Boughrara Mohamed Kerouad Qiang Wang	MULTIFUNCTIONAL PROPERTIES OF ZNO THIN FILMS: STRUCTURE, MAGNETISM, AND ELECTRICAL TRANSPORT	1165
L.Priya Megavarshini G U Nashrin Fathima K Ritika T Threya K S	NON-INVASIVE INSOMNIA TREATMENT USING A VIBRO-THERMAL NECKPAD: DESIGN AND PRELIMINARY EVALUATION	1166
Masom Mia Most. Rawnak Islam	PERCEIVED BARRIERS TO SEEKING TREATMENT FOR SUBSTANCE ABUSE AMONG THE GENERAL BANGLADESHI POPULATION – A CROSS-SECTIONAL STUDY	1167
Hari Lama Naveen Kumar Thoila Archana Prasad	EVALUATING THE GROWTH-ENHANCING EFFECTS OF LAPSI FRUIT (CHOEROSPONDIA AXILLARIS)AS A DIETARY SUPPLEMENT FOR RAINBOW TROUT (ONCORHYNCHUS MYKISS)	1168
Saheed A. Adekola Igbayilola Yusuff Dimeji Mustapha Bakare	ASSESSMENT OF KNOWLEDGE, ATTITUDES, AND PRACTICES TOWARDS INFERTILITY AMONG WOMEN IN LOW-INCOME URBAN AREAS IN NIGERIA: A REVIEW STUDY	1169
Mythili V Vardhana Janakiraman	EVALUATION OF PHYTOCHEMICALS FROM MIMOSA PUDICA AND SANTALUM ALBUM FOR THE MANAGEMENT OF URINARY TRACT INFECTIONS	1170
Taskeen Fatima	AN OVERVIEW OF CAD; ETIOLOGICAL FACTORS & SURGICAL MANAGEMENTS AUTHORS	1171
Voroneanu-Popa Rareș-Vasile Richard Constantinescu	THE LIABILITY OF VETERINARY PRACTITIONERS FOR ACTS OF MEDICAL MALPRACTICE	1172
Agwu, Ani Ekwe Essien, Kemfon Friday	EVALUATION OF THE CARCASS CHARACTERISTICS OF ARBOR ACRE BROILER CHICKENS FED DIETS WITH INCREMENTAL LEVELS OF SCENT LEAF (OCIMUM GRATISSIMUM) MEAL	1173

A. I. Yaradua A. J. Alhassan M. K. Atiku K. I. Matazu A. Nasir L. Shuaibu Y. Y. Riko I. Muhammad	PREVALENCE OF CARDIOVASCULAR RISK FACTORS AND METABOLIC SYNDROME IN SUBJECTS ATTENDING THE GENERAL OUTPATIENT DEPARTMENT OF THE FEDERAL MEDICAL CENTER KATSINA STATE, NORTH WEST NIGERIA	1174-1175
Selim Ali	EVALUATING MICROBIAL COMMUNITIES IN POULTRY MEAT AND THEIR IMPLICATIONS FOR HUMAN HEALTH	1176
Cagla CELIK YOLDAS	SYNTHESIS OF INDOCYANINE GREEN (ICG)-COPPER ION NANOSTRUCTURES AND INVESTIGATION OF THEIR USE AS EFFECTIVE PHOTODYNAMIC AGENTS	1177
Fatma SARI Mine KOÇYİĞİT	CLINICAL FINDINGS AND ETHNOBOTANICAL DATA ON THE MEDICINAL VALUE OF ESSIAC® TEA	1178-1179
Fatma SARI Ahmet Ulvi ZEYBEK Ayşenur ÖLMEZ Hediye YURDAKUL Berna TAHMAZOĞLU	AROMATHERAPEUTIC EVALUATION OF THE MEDICINAL PLANTS Oenothera biennis L., Borago officinalis L., and Litsea cubeba(Lour.) Pers.	1180-1181
Ayşenur ÖLMEZ Şükran KÜLTÜR	PHYTOCHEMICAL BASIS AND HEPATOPROTECTIVE PROPERTIES OF *Glycyrrhiza glabra*	1182
Murat TİKEN İsmail KOYUNCU Özgür YÜKSEKDAĞ	A CURRENT PERSPECTIVE ON THE PHYTOTHERAPEUTIC ROLE OF MORINGA OLEIFERA IN SEPSIS	1183-1184
Murat TİKEN İsmail KOYUNCU Özgür YÜKSEKDAĞ	THE EFFECTS OF POLYPHENOLS ON MITOPHAGY AND CELLULAR AGING: NUTRITION AND MOLECULAR MECHANISMS	1185-1186
Sündüz ADİLAK	PARADIGM, PERFORMATIVITY AND THE PERFORMANCE CONTINUUM IN RICHARD SCHECHNER'S THEORY	1187-1194
Sündüz ADİLAK	FROM TEXT ANALYSIS TO CHARACTER CREATION: THE ROLE OF LABAN MOVEMENT ANALYSIS IN CONTEMPORARY ACTING	1195-1204
Derya BULUÇ	AN EXAMINATION OF THE SHAPE, FABRIC, AND DECORATIVE FEATURES OF HANDKERCHIEFS IN TRADITIONAL TURKISH CULTURE	1205-1211
Duygu KIZILDEMİR	A CONCEPTUAL ASSESSMENT OF THE RELATIONSHIP BETWEEN GRAPHIC DESIGN AND HEDONIC CONSUMPTION	1212-1223
Atakan ASLAN	THE PLACE OF TA'ZIYEH IN POSTMODERN THEATRE: FROM TRADITION TO MODERNITY	1224-1232
Muhammet EROĞLU Derya KARABURUN DOĞAN	ALEVI RELIGIOUS RITUALS AND THE SEMAH TRADITION AT YENI MAHALLE RIZA TANRIVERDI CEMEVI	1233-1241
Alev ÇIRPICI	DIGITAL LABOR IN FASHION: THE VISIBILITY PURSUIT OF WOMEN DESIGNERS VIA DIGITAL DESIGN TOOLS	1242
Büşran SUNYAR	BIBLIOMETRIC REVIEW OF BITKI GROWTH-PROMOTED BACTERIA TOWARD SIDEROPHORE TRAP TRANSMISSIONS	1243-1253

Büşran SUNYAR	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS ON FIRE BLIGHT (*Erwinia amylovora*) DISEASE IN APPLE TREES	1254-1266
Sibel BOYSAN CANAL	THE EFFECT OF BIOFERTILIZER COMBINED WITH BIOSTIMULANTS ON THE MICROELEMENT CONTENT OF ACCUMULATOR PLANTS IN HEAVY METAL-CONTAMINATED SOIL	1267-1271
Yeşim AKTÜRK DİZMAN	ANALYSIS OF CODON USAGE BIAS OF THE POLYPHENOL OXIDASE GENES IN *CAMELLIA* SINENSIS	1272
M. Alp FURAN Gülistan GENLİ	DIFFERENTIAL GENE EXPRESSION ANALYSIS AND FUNCTIONAL INSIGHTS IN CORIANDRUM SATIVUM VIA RNA-SEQ	1273-1278
Demet YILMAZKAYA GOGUS Aycan TOSUNOGLU Hasan AKGUL Adem BICAKCI	A FUNGAL SPORE CALENDAR FOR THE ATMOSPHERE OF HATAY (2015)	1279-1286
Ritabrata Biswas	FRACTALISED BLACK HOLE ENTROPY: RELATED THERMODYNAMIC GEOMETRY	1287
Hassina Hafida Boukhalfa Haroun Boumaraf Nesrine Chebri	CONSUMER PERCEPTİONS OF LOCAL AND IMPORTED MEAT İN BİSKRA, ALGERİA	1288
Hassina Hafida Boukhalfa Haroun Boumaraf Nesrine Chebri	BUTCHERS' PREFERENCES AND PRACTİCES REGARDİNG LOCAL AND IMPORTED MEAT İN BİSKRA, ALGERİA	1289
Ephesus O. Fatunmbi Olumuyiwa O. Akanbi	REACTIVE MAGNETO-NANOFLUID FLOW AND HEAT TRANSFER ON A VERTICAL STRETCHING DISK: EFFECTS OF NONLINEAR RADIATION AND ACTIVATION ENERGY	1290
Satyajit Pal	INVESTIGATING COSMIC EVOLUTION THROUGH QUASAR J152750.96+520358.9 AT HIGH REDSHIFT	1291
Rakesh Ranjan Bipin Prasad Amar Kumar	A NOVEL FITTED NUMERICAL SOLUTION FOR SINGULARLY PERTURBED DELAY DIFFERENTIAL EQUATIONS	1292
Ritabrata Biswas	THERMODYNAMIC ANALYSES WITHIN THE FRAMEWORK OF BARROW ENTROPY IN THE CONTEXT OF BLACK HOLES	1293
Claudine Ann Nakila Amera Malaco Rodelyn Dalayap Sharon Rose Tabugo	DIATOM COMMUNITY STRUCTURE AS AN INDICATOR OF AQUACULTURE IMPACTS IN LAKE BULUAN, MAGUINDANAO, PHILIPPINES	1294
Bouchra Bourhabi Latifa Mouhir	FROM RESERVOIR TO CONSTRUCTION: VALORIZATION OF SEDIMENTS FROM BIN EL OUIDANE DAM (MOROCCO) FOR CIVIL ENGINEERING	1295
Saraswathi.V Vidhyalakshmi Kowsika.M W.Helen R.Srinivasam	NEUROPHYSIOLOGY OF DOMESTIC ANIMALS: CLINICAL SIGNIFICANCE	1296
Abdolhossein Dalimi Alireza Mohammady	ACANTHAMOEBA AS A RESERVOIR FOR ACINETOBACTER BAUMANNII, HELICOBACTER PYLORI, AND CAMPYLOBACTER JEJUNI IN THERMAL SPRINGS	1297
Naiya Beri	SMARTER HIRING WITH AI: OPPORTUNITIES, CHALLENGES, AND THE FUTURE OF TALENT ACQUISITION	1298

R. Swathi G.David	DEVELOPMENT AND FUTURE SCOPE OF ATROPINE DRUG	1299
Abdelkader METIDJI Mohamed RAHAL	PREVALENCE AND DRUG RESISTANCE OF ENTEROHAEMORRHAGIC ESCHERICHIA COLI ISOLATED FROM PATIENT SUFFERING FROM URINARY TRACT INFECTIONS IN MÉDEA, ALGERIA	1300
Abdolhossein Dalimi Alireza Mohammadi	ACANTHAMOEBA IN HOSPITAL ENVIRONMENTS: REVEALING CAMPYLOBACTER JEJUNI ENDOSYMBIONTS AND HEALTH CONCERNS	1301
Umar Rabiu Bello	PHYTOCHEMICAL SCREENING AND ANTIMICROBIAL ACTIVITIES OF LEAVES EXTRACT OF DODONAEA VISCOSA LINN	1302
Yazeed Alharbi Abdulelah Alharbi	ADVANCEMENTS AND FUTURE OF RENEWABLE ENERGY	1303
Ibrahim Altasan Saud Alzain	3D PRINTING APPLICATIONS IN MODERN ENGINEERING	1304
Gilda Hoxha	PEACE MOVEMENTS AND CONFLICT RESOLUTION	1305-1307
Aynaou Anass Nouyati Nordine Khattach Driss	IMPACT OF PRECIPITATION INTENSITY AND DROUGHT PATTERNS ON GROUNDWATER STORAGE FLUCTUATIONS WITHIN THE GHIS-NEKOR AQUIFER (MOROCCO)	1308
Sabri Safaa Sabri Chaima Kabine Mostafa	SPICE ADULTERATION AND FOOD SAFETY	1309
Laura Orynbay Banu Yergesh	PHONOLOGICAL MODELS OF THE KAZAKH LANGUAGE	1310-1315
Milos RABRENOVIC	PSYCHOLOGICAL SUPPORT AND MOTIVATION IN TRAINING YOUNG DANCERS: CHALLENGES IN APPLYING ADULT TRAINING METHODS	1316
Ananda Majumdar	THE LASTING LEGACY OF THE NORMAN CONQUEST: A TURNING POINT IN ENGLISH AND EUROPEAN HISTORY	1317-1325
Lê Tuấn Anh	CURRENT SITUATION AND SOLUTIONS TO ENHANCE THE ROLE OF THE CLASS EXECUTIVE COMMITTEE IN BUILDING A SELF-GOVERNING CLASSROOM: A CASE STUDY OF CLASS 11A8 AT BÙI HỮU NGHĨA HIGH SCHOOL, VIETNAM	1326
Nuno BAPTISTA Anna BOECHAT	TURNING CRISIS-INDUCED CHALLENGES INTO OPPORTUNITIES FOR BUILDING SUSTAINABLE SHORT FOOD SUPPLY CHAINS: THE CASE OF THE COVID PANDEMIC	1327
Nuno BAPTISTA Maria Dos-Santos Natacha SILVA Fernando MATA	ADVANCING SUSTAINABLE CONSUMPTION THROUGH URBAN SHORT SUPPLY CHAINS	1328
Alfredo Guatemala Mariano Gabriel García Becerril Maximiliano Martínez Ortiz	NEGOTIATION AND TRADE POLICY STRATEGIES FOR EMERGING ECONOMIES: MITIGATING RESTRICTIVE CLAUSES IN THE USMCA CONTEXT AND DIVERSIFICATION TOWARDS ASIA	1329
Luis Manuel Hernández Govea Arturo Martínez de Escobar Fernández Heidi Gabriela Estrada Calix Jessica Esther Cruz Velazco	METHODOLOGIES FOR MEASURING AND PROJECTING DIRECT EMPLOYMENT: AN EVIDENCE-BASED ANALYSIS FOR PUBLIC POLICY EVALUATION	1330

Alfredo Guatemala Mariano Gabriel García Becerril Maximiliano Martínez Ortiz	FINANCING MODELS FOR MEGAPROJECTS IN EMERGING ECONOMIES: ALTERNATIVES TO TAX-BASED FUNDING FOR ATTRACTING PRIVATE INVESTMENT	1331
Luis Manuel Hernández Govea Arturo Martínez de Escobar Fernández Heidi Gabriela Estrada Calix Fabiola Itzel Ortiz Martínez	PROGRESSIVE FISCAL REFORM MODELS FOR THE SUSTAINABILITY OF MULTIDIMENSIONAL POVERTY REDUCTION IN MEXICO	1332
Uriel De la Cruz De la Cruz Candelaria Guzmán Fernández	THE EVOLUTION OF AN INDUSTRIAL COMPANY'S TAX CONTRIBUTIONS IN VILLAHERMOSA UNDER THE TAX INCORPORATION REGIME AND THE SIMPLIFIED TRUST REGIME AS A SOLUTION TO TAX EVASION	1333
Xochilt Yomara Pérez Castro Candelaria Guzmán Fernández	ACCOUNTING MANIPULATION AND ITS IMPACT ON FINANCIAL TRANSPARENCY	1334
Juan Antonio Pérez Jiménez Candelaria Guzmán Fernández Germán Martínez Prats	FINANCIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY	1335
José Antonio Gomez Arias Candelaria Guzmán Fernández German Martínez Prats	FINANCIAL INSTRUMENTS FOR THE UNDERGRADUATE STUDENT POPULATION	1336
William Baldemar López Rodríguez Verónica Vázquez Vidal Christian Ydette Cabra Vidal Francisco Javier Jiménez Tecillo	THE INFLUENCE OF CUSTOMER AND COMPETITOR ORIENTATION ON THE PERFORMANCE OF COMMERCIAL SMES IN TABASCO	1337
William Baldemar López Rodríguez Verónica Vázquez Vidal Alejandro Mustieles Ocaña Patricia Selván García	THE INFLUENCE OF ORGANIZATIONAL LEARNING ON THE COMPETITIVENESS AND ORGANIZATIONAL PERFORMANCE OF SMES IN THE COMMERCIAL SECTOR OF TABASCO	1338
Prof. Dr. Salih ÖZTÜRK Anıl Yüksel YURTSEVER	HUMAN CAPITAL IN TURKIYE AND ITS IMPACT ON THE ECONOMY	1339-1345
Prof. Dr. Salih ÖZTÜRK Engin Ege MAVİSU	SOCIO-ECONOMIC IMPLICATIONS OF GLOBALIZATION	1346-1354

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN YAPAY ZEKÂ OKURYAZARLIĞI: ANNE VE BABA EĞİTİM DÜZEYİ

Saliha KOPARAN
Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi, Ankara, Türkiye
ORCID ID: 0009-0008-7546-2791

Prof. Dr. Semra BENZER
Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi, Ankara, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-8548-8994

ÖZET
Yapay zekâ (YZ) okuryazarlığı, bireylerin yapay zekâ teknolojilerini tanıma, temel kavramlarını anlama ve bu teknolojileri eleştirel biçimde değerlendirme yeterliliklerini ifade eder. Günümüzde hızla gelişen dijital ortamda YZ okuryazarlığı, sadece teknoloji uzmanları için değil, tüm bireyler için temel bir beceri hâline gelmiştir. YZ okuryazarlık düzeyi, bireyin yapay zekâ sistemlerinin nasıl çalıştığını ve yaşam üzerindeki etkilerini kavrayabilme yetkinliğiyle doğrudan ilişkilidir. Eğitim yoluyla artırılabilecek bu düzey, bireylerin bilinçli teknoloji kullanıcısı olmalarını destekler. Bu araştırmada veriler 2024-2025 eğitim-öğretim yılında Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan bir ortaokulda 5., 6., 7., ve 8. sınıf düzeyinde öğrenim gören 404 öğrenciye uygulanan "Yapay Zeka Okuryazarlığı Ölçeği" ile elde edilmiştir. Araştırma kapsamında öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlık düzeyleri, ebeveynlerinin eğitim durumuna göre istatistiksel olarak incelenmiştir. Analizler sonucunda hem anne hem de baba eğitim durumu değişkenlerinin öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlık puanları üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Anne eğitim durumu açısından, annesi lise ve üniversite mezunu olan öğrencilerin, annesi okuryazar olmayan öğrencilere kıyasla yapay zekâ okuryazarlık düzeyi puanlarının anlamlı şekilde daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<.05$). Ancak annesi ilkokul mezunu olan öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlık puanları ile diğer grup puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Baba eğitim durumu değişkeninde yapay zeka okuryazarlık düzeylerinde anlamlı bir farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<.05$). Özellikle babası üniversite mezunu olan öğrenciler, diğer tüm gruplara kıyasla anlamlı derecede daha yüksek yapay zekâ okuryazarlık puanlarına sahiptir. Araştırmada babası ilkokul veya lise mezunu olan öğrenciler ile babası okuryazar olmayan öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlığı farkındalığı puanları arasında ise anlamlı bir fark göstermediği görülmüştür. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar, ortaokul öğrencilerinin yapay zeka okuryazarlık düzeylerinde ebeveynlerin eğitim durumunun etkili olduğunu göstermektedir.
Anahtar kelimeler: Yapay zekâ, yapay zekâ okuryazarlığı, öğrenci, eğitim düzeyi, anne, baba

Teşekkür
Bu çalışma, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde Saliha Koparan tarafından yürütülen yüksek lisans tezinin bir bölümünü oluşturmaktadır.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE LITERACY OF MIDDLE SCHOOL STUDENTS: MOTHERS' AND FATHERS' EDUCATION LEVEL

ABSTRACT
Artificial intelligence (AI) literacy refers to individuals' ability to recognize AI technologies, understand their core concepts, and critically evaluate them. In today's rapidly evolving digital environment, AI literacy has become a fundamental skill for technology professionals and the general public. A person's level of AI literacy is directly related to their ability to comprehend how AI systems work and how they affect everyday life. This competency, which can be enhanced through education, supports individuals in becoming informed and responsible users of technology. This study collected data during the 2024–2025 academic year through the application of the "Artificial Intelligence Literacy Scale" to 405 students in grades 5 through 8 at a middle school in the Southeastern Anatolia Region of Türkiye. The students' AI literacy levels about their parents' educational backgrounds were statistically analyzed. The results revealed that both mothers' and fathers' education levels statistically affected students' AI literacy scores. Specifically, students whose mothers had completed high school or university scored significantly higher in AI literacy compared to those whose mothers were illiterate ($p < .05$). However, no statistically significant difference was found between students whose mothers were primary school graduates and other groups. As for fathers' education levels, a substantial difference in AI literacy was also observed ($p < .05$). Students whose fathers had a university education had considerably higher AI literacy scores compared to students from all other paternal education groups. No significant difference was found between students whose fathers were primary or high school graduates and those whose fathers were illiterate. These findings indicate that parental education level plays an influential role in shaping the AI literacy levels of middle school students.
Keywords: Artificial intelligence, Artificial intelligence literacy, Student, Education level, Mother, Father

GİRİŞ
Yapay zekâ (YZ) teknolojileri, hayatımızın neredeyse her alanına girmiş durumda. Günlük yaşantımızda farkında olarak ya da olmayarak sıkça karşılaştığımız bu teknolojiler, bireylerin sadece kullanıcı olmalarını değil, aynı zamanda bu sistemleri anlayıp değerlendirebilmelerini de gerekli kılmaktadır (Zawacki-Richter ve ark., 2019). Bu noktada, özellikle çocuklar ve gençler için yapay zekâ okuryazarlığı önemli bir kavram hâline gelmektedir.

YZ, insan zekâsını taklit eden sistemlerin geliştirilmesini amaçlayan bir bilgisayar bilimi alanıdır ve öğrenme, akıl yürütme, problem çözme gibi bilişsel işlevleri makineler aracılığıyla gerçekleştirmeye odaklanır (Russell & Norvig, 2020). Günümüzde YZ; doğal dil işleme, görüntü tanıma, öneri sistemleri ve otonom sistemler gibi uygulamalarla bireylerin yaşamına doğrudan etki etmektedir (He ve ark., 2019). Eğitim alanında ise yapay zekâ teknolojileri; kişiselleştirilmiş öğrenme, öğrenci performansının izlenmesi, öğretmen desteği ve öğrenme analitiği gibi birçok alanda dönüşüm yaratmaktadır (Holmes ve ark.., 2019; Zawacki-Richter ve ark.., 2019). YZ destekli öğrenme ortamları, öğrencilerin ihtiyaçlarına uygun materyaller sunarak öğrenmeyi daha verimli ve etkili hâle getirebilmekte, öğretmenlere ise veriye dayalı karar alma imkânı sağlamaktadır (Chen et al., 2020). UNESCO (2021) da yapay zekânın eğitimdeki fırsatlarını vurgularken, aynı zamanda etik kullanım, veri gizliliği ve eşitsizlik gibi risklere karşı dikkatli olunması gerektiğini belirtmektedir. Bu gelişmeler, yapay zekânın eğitim sistemine entegrasyonunun yalnızca teknolojik bir yenilik değil; aynı zamanda pedagojik, etik ve toplumsal açıdan da önemli sonuçlar doğurabileceğini göstermektedir.

YZ okuryazarlığı; bireylerin yapay zekânın temel kavramlarını kavrayabilmesini, bu teknolojilerle ilgili örnekleri tanıyıp değerlendirebilmesini ve bunlara eleştirel bir gözle yaklaşabilmesini içerir (Long & Magerko, 2020). Bu beceri, yalnızca teknik bir bilgi değil; aynı zamanda teknolojinin etik, toplumsal ve kültürel etkilerini sorgulama yeterliliğidir (Touretzky ve ark., 2019). Çocukların erken yaşta bu bakış açısını kazanmaları, onların gelecekteki meslekî ve toplumsal rollerine güçlü bir temel oluşturacaktır (Touretzky ve ark., 2019; Long & Magerko, 2020).

Bu becerilerin erken yaşlarda kazandırılması, çocukların yalnızca teknoloji kullanıcıları değil; eleştirel düşünebilen, bilinçli bireyler olmalarına katkı sağlayacaktır. Onların teknolojiye ne kadar yakın oldukları, bu araçlara nasıl eriştikleri ve teknolojiye yönelik tutumları, büyük ölçüde içinde bulundukları aile ortamından etkilenir. Özellikle anne ve babanın eğitim düzeyi, çocukların dijital becerilerini doğrudan etkileyen faktörlerden biridir (Livingstone & Helsper, 2007). Eğitim düzeyi yüksek ebeveynler, çocuklarına hem dijital araçlara erişim açısından daha fazla imkân sunmakta hem de bu araçların doğru ve bilinçli kullanımını desteklemektedir (Kabakçı Yurdakul ve ark., 2022).
Bu çalışmada, ortaokul düzeyindeki öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlığı ile ebeveynlerinin eğitim düzeyi arasındaki ilişki incelenmektedir. Araştıemanın amacı, aileden gelen sosyo-kültürel farklılıkların öğrencilerin teknolojik farkındalıkları üzerindeki etkisini ortaya koymaktır.

YÖNTEM

Araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden betimsel tarama modelinde gerçekleştirilmiştir (Karasar, 2020). Çalışma grubu, 2024–2025 eğitim öğretim yılında Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan bir ortaokulda öğrenim gören 5., 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Araştırmaya toplam 404 öğrenci katılmıştır. Veri toplama aracı olarak Yapay Zekâ Okuryazarlık Ölçeği kullanılmıştır (Çelebi ve ark., 2023). Veriler SPSS 25.0 programı ile analiz edilmiştir. ölçekten elde edilen puanların normal dağılıma uygunluğunu değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilen Kolmogorov Smirnov normallik testi sonuçları incelenmiştir (Büyüköztürk, 2019).Yapılan analizler sonucunda verilerin normal dağılım gösterdiği belirlenmiş ($p > .05$) ve bu doğrultuda analizlerde parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Anne ve baba eğitim düzeyi bağımsız değişkenlerine ilişkin karşılaştırmalarda tek yönlü ANOVA testi kullanılmıştır (Field, 2013).

BULGULAR

Araştırma kapsamında, öğrencilerin yapay zeka okuryazarlığı düzeylerinin anne eğitim durumuna göre farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Annesi vefat eden/bulunmayan öğrencilerin sayısı 13'dür ve bu kişiler analize dahil edilmemiştir. İlk olarak verilere normal dağılım testi yapılmıştır. Çalışma grubunun ölçekten elde ettikleri puanların anne eğitim durumu değişkenine göre Kolmogorov Smirnov Testi sonuçlarına Tablo 1'de yer verilmiştir.

Tablo 1. Öğrencilerin Anne Eğitim Durumuna İlişkin Kolmogorov Smirnov Testi Sonuçları

Değişken	**İstatistik**	**Sd**	**P**
Okuryazar değil	,07	53	,20
İlkokul	,06	161	,10
Lise	,23	123	,17
Üniversite	,13	54	,10

Yapılan analizler sonucunda verilerin normal dağılım gösterdiği belirlenmiş ($p > .05$) ve bu doğrultuda analizlerde parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu kapsamda, Yapay Zeka Okuryazarlığı Ölçeği'nden elde edilen puanların anne eğitim durumuna göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini incelemek amacıyla verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Analize ilişkin bulgular Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Öğrencilerin Anne Eğitim Durumuna İlişkin ANOVA Sonuçları

Değişken	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Anne Eğitim Durumu	Gruplar arası	2224,68	3	741,56		
	Gruplar içi	53727,48	387	138,83	5,34	,00
	Toplam	55952,16	390			

*p<.05

Tablo 3'de, öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlığı düzeylerinin, anne eğitim durumu değişkenine göre farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir.

Yapılan analiz sonucunda, öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlığı düzeylerinin anne eğitim durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir [F(3, 387) = 5,34; p<.05]. Elde edilen anlamlı farkın hangi eğitim düzeylerinden kaynaklandığını belirlemek amacıyla post-hoc analizine ihtiyaç duyulmuştur.

Bu analizden önce gruplar arası varyansların homojenliğini test etmek üzere Levene Testi uygulanmış ve varyansların homojen olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Varyansların homojen olması nedeniyle, eşit örneklem büyüklüğü gerektirmeyen çoklu karşılaştırma yöntemlerinden biri olan Bonferroni Testi (Miller, 1969) tercih edilmiştir. Bonferroni Testi'ne ilişkin bulgular Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. Öğrencilerin Anne Eğitim Durumuna İlişkin Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

(I) Grup	(J) Grup	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	p	%95 Fark için güven Aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
Okuryazar Değil	İlkokul	-4,39	1,86	,11	-9,34	,55
	Lise	-6,37	1,93	.00	-11,50	-1,24
	Üniversite	-8,35	2,27	,00	-14,39	-2,31
İkokul	Okuryazar değil	4,39	1,86	,11	-,55	9,34
	Lise	-1,98	1,41	,96	-5,72	1,76
	Üniversite	-3,96	1,85	,19	-8,87	,95
Lise	Okuryazar değil	6,37	1,93	,00	1,24	11,50
	İlkokul	1,98	1,41	,96	-1,76	5,72
	Üniversite	-1,98	1,92	1,00	-7,08	3,11
Üniversite	Okuryazar değil	8,35	2,27	,00	2,31	14,39
	İlkokul	3,96	1,85	,19	-,95	8,87
	Lise	1,98	1,92	1,00	-3,11	7,08

Öğrencilerin anne eğitim durumu ile yapay zeka okuryazarlığı puan ortalamaları arasında ortaya çıkan anlamlı farklılığın kaynağını araştırmak için kullanılan Bonferroni Testi sonuçları Tablo 3'de görülmektedir. Tablo 3 incelendiğinde, annesi okuryazar olmayan öğrenciler ile annesi ilkokul mezunu olan öğrenciler arasında yapay zeka okuryazarlığı puanları açısından bir farklılık tespit edilememiştir ($p > .05$). Bununla birlikte annesi okuryazar olmayan öğrenciler ile annesi lise ve üniversiteden mezun olan öğrencilerin yapay zeka okuryazarlığı puanları arasında annesi lise ve üniversiteden mezun olan öğrenciler lehine anlamlı farklılık bulunmuştur ($p < .05$). Annesi ilkokul mezunu olan öğrenciler ile annesi okuryazar olmayan, lise ve üniversiteden mezun olan öğrenciler arasında yapay zeka okuryazarlığı puanları açısından anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($p > .05$). Annesi lise mezunu olan öğrenciler ile okuryazar olmayan öğrenciler arasında anlamlı bir farklılık tespit edilirken ($p < .05$), annesi lise mezunu olan öğrenciler ile annesi ilkokul ve üniversite mezunu olan öğrencilerin yapay zeka okuryazarlığı puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılığa ulaşılmamıştır ($p > .05$). Benzer şekilde annesi üniversite mezunu olan öğrenciler ile annesi okuryazar olmayan öğrenciler arasında anlamlı bir farklılık tespit edilirken ($p < .05$), annesi üniversite mezunu olan öğrenciler ile annesi ilkokul ve lise mezunu olan öğrenciler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > .05$).

Araştırma kapsamında, yapay zeka okuryazarlığı düzeylerinin baba eğitim durumuna göre farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Babası vefat eden/bulunmayan öğrencilerin sayısı 32'dir ve bu kişiler analize dahil edilmemiştir. Öncelikle verilerin normalliği incelenmiştir. Çalışma grubunun ölçekten elde ettikleri puanların baba eğitim durumu değişkenine göre Kolmogorov Smirnov Testi sonuçlarına Tablo 4'de yer verilmiştir.

Tablo 4. Öğrencilerin Baba Eğitim Durumuna İlişkin Kolmogorov Smirnov Testi Sonuçları

Değişken	**İstatistik**	**Sd**	**P**
Okuryazar değil	,13	33	,11
İlkokul	,09	134	,06
Lise	,10	129	,08
Üniversite	,09	76	,08

*p<.05

Tablo 4'de, ölçekten elde edilen puanların normal dağılıma uygunluğunu belirlemek amacıyla gerçekleştirilen Kolmogorov Smirnov normallik testi sonuçları yer almaktadır.
Yapılan analizler sonucunda verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiş ve bu doğrultuda parametrik testlerin uygulanmasına karar verilmiştir. Bu çerçevede, Yapay Zeka Okuryazarlığı Ölçeği'nden elde edilen puanların baba eğitim durumuna göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Elde edilen analiz bulguları Tablo 5'de sunulmuştur.

Tablo 5. Öğrencilerin Baba Eğitim Durumuna İlişkin ANOVA Sonuçları

Değişken	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Baba Eğitim	Gruplar arası	1961,81	3	653,93		
Durumu	Gruplar içi	50407,46	368	136,97	4,77	,00
	Toplam	52369,28	371			

*p<.05

Tablo 5'de, öğrencilerin yapay zeka okuryazarlığı düzeylerinin baba eğitim durumu değişkenine göre farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir. Yapılan analiz sonucunda, yapay zekâ okuryazarlığı düzeylerinin baba eğitim durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği saptanmıştır [$F(3, 368) = 4,77$; $p < .05$]. Ortaya çıkan bu anlamlı farkın hangi düzeyler arasında olduğunu belirleyebilmek amacıyla post-hoc analizine başvurulmuştur. Post-hoc analiz öncesinde, gruplar arası varyansların homojenliğini test etmek amacıyla Levene Testi uygulanmış ve varyansların homojen olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu doğrultuda, eşit örneklem büyüklüğü gerektirmeyen çoklu karşılaştırma yöntemlerinden biri olan Bonferroni testi (Miller, 1969) tercih edilmiştir. Bonferroni testine ilişkin bulgular Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Öğrencilerin Baba Eğitim Durumuna İlişkin Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

(I) Grup	(J) Grup	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	p	%95 Fark için güven Aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
Okuryazar	İlkokul	-3,19	2,27	,96	-9,22	2,83
Değil	Lise	-3,53	2,28	.73	-9,59	2,51
	Üniversite	-8,16	2,43	,00	-14,64	-1,69
İkokul	Okuryazar değil	3,19	1,86	,96	-,55	9,34
	Lise	-,34	1,41	1.00	-5,72	1,76
	Üniversite	-4,97	1,85	,02	-8,87	,95
Lise	Okuryazar değil	3,53	2,28	,73	-2,51	9,59
	İlkokul	,34	1,44	1,00	-3,48	4,17
	Üniversite	-4,63	1,69	,03	-9,11	-,14
Üniversite	Okuryazar değil	8,16	2,43	,00	1,69	14,64
	İlkokul	4,97	1,68	,02	,51	9,43
	Lise	4,63	1,69	,03	,14	9,11

Öğrencilerin baba eğitim durumu ile yapay zeka okuryazarlığı puan ortalamaları arasında ortaya çıkan anlamlı farklılığın kaynağını araştırmak için kullanılan Bonferroni Testi sonuçlarına ilişkin Tablo 6 incelendiğinde, babası okuryazar olmayan öğrenciler ile babası üniversiteden mezun olan öğrencilerin yapay zeka okuryazarlığı puanlarının babası üniversiteden mezun olan öğrenciler lehine anlamlı şekilde farklılaştığı görülmektedir ($p < .05$). Yine babası ilkokul ve lise mezunu olan öğrenciler ile babası üniversite mezunu olan öğrenciler arasında babası üniversite mezunu olan öğrenciler lehine anlamlı bir farklılık görülmektedir ($p < .05$).

TARTIŞMA

Yapılan çoklu karşılaştırma analizine göre, öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlık düzeyleri anne eğitim düzeyine göre anlamlı farklılık göstermektedir. Üniversite mezunu annelere sahip öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlık düzeyleri, özellikle okuryazar olmayan ve ilkokul mezunu annelere sahip öğrencilere göre anlamlı biçimde daha yüksek bulunmuştur. Lise mezunu annelere sahip öğrenciler ile diğer gruplar arasında ise bazı karşılaştırmalarda farklar anlamlı değildir.

Okuryazar olmayan annelere sahip öğrencilerle diğer gruplar karşılaştırıldığında, lise ve üniversite düzeyinde annelere sahip öğrenciler lehine anlamlı farklar olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, üniversite mezunu annelere sahip öğrenciler ile ilkokul mezunu annelere sahip öğrenciler arasında da anlamlı fark bulunmaktadır. Bu bulgular, annenin eğitim düzeyi arttıkça öğrencinin yapay zekâ okuryazarlık düzeyinin de arttığını göstermektedir.

Baba eğitim düzeyine ilişkin çoklu karşılaştırma sonuçları incelendiğinde, üniversite mezunu babalara sahip öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlık düzeylerinin, özellikle ilkokul mezunu ve okuryazar olmayan babalara sahip öğrencilere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Lise mezunu babalara sahip öğrenciler ile üniversite mezunu babalara sahip öğrenciler arasında ise fark anlamlı değildir.

Bu sonuçlar, baba eğitim düzeyinin de yapay zekâ okuryazarlığı üzerinde etkili olduğunu, ancak bu etkinin anne eğitim düzeyine kıyasla daha sınırlı olabileceğini düşündürmektedir. Yine de genel eğilim olarak, ebeveynin eğitim düzeyi yükseldikçe öğrencinin yapay zekâya ilişkin bilgi ve farkındalık düzeyinin de arttığı söylenebilir.

Araştırma bulguları, ebeveynlerin eğitim düzeylerinin özellikle anne eğitim düzeyinin öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlık düzeyleri üzerinde anlamlı etkiler yarattığını göstermektedir. Bu durum, Long ve Magerko'nun (2020) yapay zekâ okuryazarlığının temel becerilerinden biri olan aile ortamının ve eğitimsel desteğin önemini vurgulamasıyla paralellik göstermektedir. Benzer şekilde, Touretzky ve arkadaşları (2019) da çocukların yapay zekâya dair farkındalıklarının artmasında ebeveyn eğitiminin kritik rol oynadığını belirtmiştir. Bu bağlamda, ebeveyn eğitim düzeyinin yükselmesiyle öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlık becerilerinin gelişmesi, literatürde de desteklenen bir sonuçtur (Zawacki-Richter et al., 2019).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ortaokul öğrencilerinin yapay zekâ okuryazarlığı düzeyleri ebeveynlerin eğitim durumlarına göre incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, baba eğitim düzeyinin anlamlı bir fark yaratmadığı, ancak anne eğitim düzeyinin öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlığını anlamlı şekilde etkilediği bulunmuştur. Bu bulgu, eğitim politikalarında özellikle aile desteğini artırmaya yönelik uygulamaların geliştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

- Aile eğitim programları kapsamında annelere yönelik dijital okuryazarlık eğitimleri düzenlenebilir.
- Yapay zekâ konulu aile-öğrenci atölyeleriyle evde öğrenme süreçleri desteklenebilir.
- Eğitimciler, öğrencilerin teknolojik becerilerini değerlendirirken ailevi arka planı da dikkate almalıdır.

KAYNAKÇA

Büyüköztürk, Ş. (2019). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (25. baskı). Pegem Akademi Yayıncılık.

Çelebi, C., Yılmaz, F., Demir, U., & Karakuş, F. (2023). Artificial intelligence literacy: An adaptation study. *Instructional Technology and Lifelong Learning, 4 (2), 291-306.*

Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510

Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (4th ed.). Sage.

He, J., Baxter, S. L., Xu, J., Xu, J., Zhou, X., & Zhang, K. (2019). The practical implementation of artificial intelligence technologies in medicine. *Nature medicine*, *25*(1), 30-36.

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.

Karasar, N. (2020). *Bilimsel Araştırma Yöntemi* (30. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Livingstone, S., & Helsper, E. J. (2007). Gradations in digital inclusion: Children, young people and the digital divide. *New Media & Society, 9*(4), 671–696. https://doi.org/10.1177/1461444807080335

Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–16. https://doi.org/10.1145/3313831.3376727

Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.

Touretzky, D. S., Gardner-McCune, C., Martin, F., & Seehorn, D. (2019). Envisioning AI for K-12: What should every child know about AI? *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 33(1), 9795–9799. https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.33019795

UNESCO. (2021). *AI and education: Guidance for policy-makers*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16*(1), 39. https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0

BLOK TABANLI KODLAMA YOLUYLA BILIMSEL SÜREÇ BECERILERININ GELIŞTIRILMESI: CINSIYET DEĞIŞKENI ÜZERINE BIR İNCELEME

Eda ÇAKIL
Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi, Ankara, Türkiye
ORCID ID: 0009-0007-4218-4353

Prof. Dr. Semra BENZER
Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi, Ankara, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-8548-8994

ÖZET
Bilimsel süreç becerileri (BSB), bireylerin bilimsel düşünme ve problem çözme yetilerini geliştiren temel yetkinliklerdir. Bu becerilerin gelişimini destekleyen kodlama etkinlikleri, öğrencilerin algoritmik düşünme, analiz yapma ve sistematik problem çözme gibi bilişimsel düşünme becerilerini de pekiştirmektedir. Günümüz eğitim anlayışında öğrencilerin deney yapma, gözlem, çıkarım ve hipotez kurma gibi becerilerle donatılması önemli bir gereklilik hâline gelmiştir. Bu araştırmada, 2024-2025 eğitim-öğretim yılında İç Anadolu Bölgesinde yer alan bir özel ortaokulda öğrenim gören 6. sınıf düzeyindeki 60 öğrenciye uygulanan Fen Bilimleri dersi "Elektriğin İletimi" konusu "Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği" verileri doğrultusunda öğrencilerin bilimsel süreç becerileri cinsiyet değişkeni açısından incelenmiştir. Araştırmada ön test-son test kontrolsüz yarı deneysel desen kullanılmıştır. mBlock blok tabanlı kodlama uygulamaları ile yürütülen 6 haftalık ders süreci sonunda öğrencilerin bilimsel süreç becerilerindeki değişim, cinsiyete göre karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, hem kız hem de erkek öğrencilerin son test puanlarında anlamlı bir artış gözlemlenmiştir. Ancak, cinsiyet değişkeni açısından yapılan karşılaştırmada, bilimsel süreç becerileri gelişimi açısından kız ve erkek öğrenciler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>.05$). Bu sonuç, mBlock kodlama uygulamalarının her iki cinsiyetten öğrenciler üzerinde eşit düzeyde etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Araştırma, teknolojik araçlarla desteklenen fen öğretiminin, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede cinsiyet farkı gözetmeksizin etkili olduğunu göstermektedir.
Anahtar kelimeler: Bilimsel süreç becerileri, kodlama, mBlock kodlama, cinsiyet farkı

Teşekkür
Bu çalışma, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde Eda Çakıl tarafından yürütülen yüksek lisans tezinin bir bölümünü oluşturmaktadır.

ENHANCING SCIENTIFIC PROCESS SKILLS THROUGH BLOCK-BASED CODING: AN EXAMINATION OF THE GENDER VARIABLE

ABSTRACT
Scientific process skills (SPS) are fundamental competencies that enhance individuals' abilities in scientific thinking and problem-solving. Coding activities that support the development of these skills also reinforce students' computational thinking abilities, such as algorithmic thinking, analysis, and systematic problem-solving. In today's educational paradigm, equipping students with skills such as experimentation, observation, inference, and hypothesis formation has become an essential requirement. In this study, the scientific process skills of 60 sixth-grade students attending a private middle school located in the Central Anatolia Region during the 2024–2025 academic year were examined in terms of the gender variable, based on data from the 'Scientific Process Skills Scale' administered within the scope of the 'Transmission of Electricity' topic in the Science course. A pretest-posttest quasi-experimental design without a control group was used in the research. After a six-week course supported by *mBlock* block-based coding activities, changes in students' scientific process skills were compared based on gender. The findings showed a significant increase in the posttest scores of both female and male students.

However, the comparison based on gender revealed no statistically significant difference in the development of scientific process skills between the two groups ($p > .05$). This result indicates that mBlock coding activities have an equally positive effect on students regardless of gender. The research highlights that science education supported by technological tools is effective in improving scientific process skills without gender bias.
Keywords: Scientific process skills, coding, mBlock coding, gender difference

GİRİŞ

21. yüzyılın bilgi temelli toplumlarında bireylerin sahip olması gereken beceriler arasında bilimsel düşünme, problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcı üretkenlik öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini (BSB) edinmeleri ve bu becerileri etkin bir şekilde kullanabilmeleri, çağdaş eğitim sistemlerinin temel hedefleri arasında yer almaktadır (Karasar, 2014; Harlen, 1999). Bilimsel süreç becerileri; gözlem yapma, sınıflama, ölçme, tahmin etme, veri toplama ve yorumlama gibi temel bilimsel araştırma basamaklarını kapsayan ve bireylerin bilimsel akıl yürütme süreçlerini yapılandıran zihinsel yetkinliklerdir (Padilla, 1990). Bu becerilerin erken yaşlardan itibaren kazandırılması, öğrencilerin hem akademik başarılarına hem de yaşam boyu öğrenme süreçlerine olumlu katkılar sağlamaktadır (Aktamış & Ergin, 2008).

Son yıllarda eğitim teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla birlikte, bilişimsel düşünme (computational thinking) kavramı da eğitsel süreçlerde önemli bir yer edinmiştir. Bilişimsel düşünme, yalnızca bilgisayar programlama ya da mühendislik alanlarında değil, aynı zamanda bilimsel düşünme süreçlerinde de öğrencilerin sistematik, algoritmik ve çözüm odaklı bir yaklaşıma sahip olmalarını sağlayan bir beceridir (Wing, 2006). Özellikle blok tabanlı kodlama araçları, öğrencilerin karmaşık programlama dillerini öğrenmeden temel algoritma yapıları üzerinde çalışmalarına imkân tanımakta ve bu sayede öğrencilerin düşünme becerilerini desteklemektedir (Resnick et al., 2009). Scratch, mBlock, Code.org gibi blok tabanlı platformlar, öğrencilerin etkileşimli içerikler üretmesine, hata ayıklama yapmasına ve problem çözme stratejileri geliştirmesine olanak sağlar (Topçu & Ubuz, 2020).

Fen eğitiminde kodlama uygulamalarının entegrasyonu, öğrencilerin hem bilişimsel düşünme becerilerini hem de bilimsel süreç becerilerini geliştirme potansiyeline sahiptir. Literatürde yapılan çalışmalarda, kodlama temelli fen etkinliklerinin öğrencilerin hipotez kurma, deney tasarlama, veri toplama ve analiz etme gibi süreçlerde daha aktif katılım gösterdiği ve bu sayede öğrenme derinliğinin arttığı vurgulanmaktadır (Grover & Pea, 2013; Çakıroğlu et al., 2018). Özellikle mBlock gibi robotik ve sensör destekli platformlar sayesinde öğrenciler, soyut kavramları somut hâle getirme ve deneysel ortamda gözlem yapma fırsatı bulmaktadır. Bu durum, bilimsel süreç becerilerinin doğrudan gelişimini desteklemekte ve öğrencilerin fen bilimleri derslerine yönelik tutumlarını da olumlu yönde etkilemektedir (Bayram & Erden, 2022).

Eğitim ortamlarında cinsiyet değişkeni, bireylerin teknolojiye olan ilgileri, yaklaşımları ve başarı düzeyleri üzerinde etkili bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Geleneksel olarak erkek öğrencilerin teknoloji ve kodlama gibi alanlara daha fazla ilgi gösterdiği düşünülse de, son yıllarda yapılan araştırmalar, uygun pedagojik yaklaşımlar kullanıldığında kız öğrencilerin de bu alanlarda benzer başarılar elde edebildiğini ortaya koymaktadır (Brennan & Resnick, 2012; Sullivan & Bers, 2016). Kodlama etkinliklerinin fen eğitimi ile bütünleştirilmesi, her iki cinsiyetten öğrencinin katılımını artırmakta ve öğrenme motivasyonunu yükseltmektedir (Kafai et al., 2019).

Bu bağlamda, blok tabanlı kodlama uygulamalarının fen eğitimi sürecine entegrasyonu, bilimsel süreç becerilerinin gelişimini desteklemenin yanı sıra, cinsiyet temelli öğrenme farklılıklarının azaltılmasına da katkı sunabilir. Ancak, kodlama uygulamalarının öğrenciler üzerindeki etkisinin sistematik bir şekilde değerlendirilmesi ve cinsiyet gibi demografik değişkenler açısından analiz edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, bu çalışma, mBlock tabanlı kodlama etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini cinsiyet değişkeni bağlamında incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, blok tabanlı kodlamanın öğrenciler üzerindeki pedagojik etkilerini ortaya koyarken, aynı zamanda eğitsel teknolojilerin fen eğitimine entegrasyonuna yönelik uygulayıcılara ve politika yapıcılara da yol gösterici niteliktedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırmada, 6. sınıf Fen Bilimleri dersinde mBlock blok tabanlı kodlama etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla nicel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Nicel araştırmalar, gözlem ve deneylere dayalı olarak değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkilerini ortaya koymayı amaçlayan, objektif veri toplama ve analizine odaklanan yöntemlerdir (Yıldız, 2019).

Araştırmada ön test–son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Uygulama öncesinde katılımcılara ön test uygulanmış, uygulamanın tamamlanmasının ardından aynı ölçek ve anketler son test olarak tekrar uygulanmıştır. Elde edilen veriler istatistiksel analizlerle değerlendirilecektir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2022).

Bu çalışmada bilimsel süreç becerilerinin ölçülmesinde kullanılacak test, Türker (2011) tarafından geliştirilen "Bilimsel Süreç Becerileri Testi"ne dayanmaktadır. Türker, söz konusu testin geliştirilme sürecinde öncelikle kapsamlı bir soru havuzu oluşturmuş ve literatürdeki farklı bilimsel süreç becerisi testlerini inceleyerek öğrenci düzeyine uygun olan maddeleri seçmiştir. Test, 25 çoktan seçmeli sorudan oluşmakta olup, güvenirliği KR-20 katsayısı ile .71 olarak belirlenmiştir.

Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde cinsiyet değişkenine bağlı olarak anlamlı bir fark olup olmadığını incelemek amacıyla bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada , Ön test sonuçları, kadın öğrencilerin puan ortalamasının ($\bar{X}$ = 56,76, SS = 20,26) erkek öğrencilerin ortalamasından ($\bar{X}$ = 59,23, SS = 19,33) biraz daha düşük olduğunu göstermektedir. Ancak yapılan t-testi sonucunda bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($t_{(58)}$ = -0,483, p = ,631) (Tablo 1).

Benzer şekilde, son test sonuçları kadın öğrencilerin ($\bar{X}$ = 63,24) ve erkek öğrencilerin ($\bar{X}$ = 63,35) ortalama puanlarının neredeyse aynı olduğunu ortaya koymuştur. Bağımsız örneklem t-testi sonucuna göre gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($t_{(58)}$ = -0,024, p = ,981) (Tablo 1).

Bu bulgular, bu çalışmaya katılan öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde cinsiyetin anlamlı bir etkisi olmadığını göstermektedir. Hem kadın hem de erkek öğrenciler, blok tabanlı kodlama etkinliklerinin uygulanmasının ardından benzer düzeyde gelişim göstermiştir.

Bu sonuç, literatürde yer alan ve öğrencilere eşit öğrenme fırsatları ile etkili öğretim stratejileri sunulduğunda, bilimsel süreç becerilerinde cinsiyete dayalı anlamlı farklılıkların ortaya çıkmadığını savunan önceki araştırmalarla uyumludur (Özkan ve diğ., 2020; Aydoğdu, 2006). Etkileşimli ve görsel programlama ortamları olan mBlock gibi araçların kullanımı, tüm öğrencilerin bilimsel akıl yürütme, deney yapma ve problem çözme gibi becerilere aktif olarak katılımını teşvik ederek bu sonucu desteklemiş olabilir.

Tablo 1. Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerileri Gelişiminin Cinsiyet Değişkenine Bağlı t Testi Sonuçları

Test	Cinsiyet	N	X	sd	t	p
Ön test	Kadın	29	56,75	58	-0,48	0,63
	Erkek	31	59,22			
Son test	Kadın	29	63,24	58	-0,02	0 ,98
	Erkek	**31**	**63,35**			

Ayrıca, elde edilen bulgular, fen ve teknoloji eğitiminde cinsiyete dayalı farklılıkların azaltılmasında öğretim tasarımının kritik bir rol oynadığını vurgulamaktadır. Öğrenme ortamları kapsayıcı bir şekilde tasarlandığında ve farklı öğrenen profillerine hitap ettiğinde, cinsiyet performansı etkileyen belirleyici bir faktör olmaktan çıkmaktadır. Özellikle bilimsel süreçlerin gelişimine yönelik etkinliklerde bu durum daha da belirgin hale gelmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmanın bulguları, mBlock blok tabanlı kodlama etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri üzerinde olumlu etkileri olduğunu ve bu etkinin cinsiyetten bağımsız gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Öğrencilerin cinsiyetlerine bakılmaksızın benzer düzeyde gelişim göstermeleri, kodlama temelli fen etkinliklerinin kapsayıcı ve eşitlikçi bir öğrenme ortamı sunduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, blok tabanlı kodlama araçlarının fen eğitimi süreçlerine entegre edilmesi, hem bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlamakta hem de cinsiyete bağlı başarı farklılıklarını azaltmaktadır. Bu bulgular, öğretmenlere ve eğitim politikası geliştiricilerine, eğitimde fırsat eşitliğini sağlamak adına teknoloji destekli öğretim uygulamalarının önemini göstermektedir.

REFERANSLAR

Aktamış, H., & Ergin, Ö. (2008). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ile bilimsel tutumlarının geliştirilmesi üzerine bir çalışma. *Eğitim ve Bilim*, 33(150), 51-66.

Bayram, F. G., & Erden, M. (2022). Blok tabanlı kodlama eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının algoritmik düşünme becerilerine etkisi. *Journal of Science Education*, 8(1), 24–38.

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association* (pp. 1–25). Vancouver, Canada.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2022). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (31. baskı). Pegem Akademi.

Çakıroğlu, Ü., Kokoç, M., & Akçapınar, G. (2018). Kodlama etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 8(1), 1–17.

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43.

Harlen, W. (1999). Effective teaching of science: A review of research. *Scottish Council for Research in Education*.

Kafai, Y. B., Fields, D. A., & Burke, Q. (2019). *Connected Code: Why Children Need to Learn Programming*. MIT Press.

Karasar, N. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemi* (27. baskı). Nobel Yayıncılık.

Padilla, M. J. (1990). The science process skills. *Research Matters–To the Science Teacher*, 9004.

Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., ... & Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60–67.

Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Girls, boys, and bots: Gender differences in young children's performance on robotics and programming tasks. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 15, 145–165.

Topçu, A., & Ubuz, B. (2020). Kodlama temelli fen öğretimi: Literatür taraması. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 10(1), 1–20.

Türker, F. (2011). *Bilimsel süreç becerileri yaklaşımının model kullanılarak uygulanmasının öğrencilerin başarılarına, bilimsel süreç becerilerinin gelişimine ve motivasyonlarına etkisi* (Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.

Yıldız, N. (2019). Nicel araştırma yöntemleri ve veri analizi. In M. Metin (Ed.), *Eğitimde araştırma yöntemleri* (ss. 101–130). Pegem Akademi

ORTAOKUL 6. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİK TARİHİNE İLİŞKİN TUTUM VE İNANIŞLARI İLE AKADEMİK BAŞARI NOTU ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Beyza KOPARAN
Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Matematik Eğitimi, Ankara, Türkiye
ORCID ID: 0009-0008-8328-4120

Cengiz ÇINAR
Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Eğitimi, Ankara, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-9720-5149

ÖZET
Bu çalışmanın amacı, ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin matematik tarihine yönelik tutum ve inanç düzeylerini belirlemek ve bu tutumların öğrencilerin akademik başarılarıyla olan ilişkisini incelemektir. Araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden biri olan betimsel tarama modeli ile yürütülmüştür. Matematik tarihinin öğrenilmesi, öğrencilerin matematiksel okuryazarlık becerilerini geliştirmekte ve bu becerileri günlük yaşamda etkili biçimde kullanmalarına olanak sağlamaktadır. Matematiksel figürler ve tarihsel gelişmeler, öğrencilerin terminolojiyi doğru kullanarak düşüncelerini mantıklı biçimde ifade etmelerine katkı sağladığı için eğitimsel açıdan önem taşımaktadır. Bu kapsamda araştırmanın verileri, 2024–2025 eğitim-öğretim yılında Ankara ili Akyurt ilçesindeki bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 430 altıncı sınıf öğrencisine uygulanan "Okul Matematiğinde Matematik Tarihi Kullanılmasına Yönelik Tutum ve İnanışlar Anketi" aracılığıyla toplanmıştır. Elde edilen veriler, betimsel istatistikler ve Pearson korelasyon analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Araştırma bulgularına göre, öğrencilerin matematik tarihine yönelik tutum ve inanç düzeylerinin orta seviyede olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin büyük çoğunluğu, matematik derslerinde matematik tarihine yeterince yer verilmediğini ifade etmiş ancak zaman zaman bu konudaki yayınları takip ettiklerini belirtmiştir. Öğrencilerin akademik başarı düzeyleri de genel olarak orta düzeyde bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, öğrencilerin matematik tarihine ilişkin tutum ve inançları ile akademik başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($p > .05$). Bu bulgu, öğrencilerin matematik tarihine yönelik olumlu ya da olumsuz tutumlarının akademik başarıları üzerinde doğrudan etkili olmadığını göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Matematik Tarihi, Akademik Başarı Notu, Tutum, İnanç, Ortaokul Öğrencileri

AN INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN 6TH GRADE MIDDLE SCHOOL STUDENTS' ATTITUDES AND BELIEFS TOWARD THE HISTORY OF MATHEMATICS AND THEIR ACADEMIC ACHIEVEMENT SCORES

ABSTRACT
The aim of this study is to determine the attitudes and belief levels of 6th grade middle school students toward the history of mathematics and to examine the relationship between these attitudes and their academic achievement. The study was conducted using the descriptive survey model which is one of the quantitative research methods. Learning the history of mathematics contributes to the development of students' mathematical literacy skills and enables them to use these skills effectively in daily life. Mathematical figures and historical developments are educationally significant as they help students express their thoughts logically by using terminology correctly. In this context, the data of the study were collected through the "Attitudes and Beliefs Towards the Use of the History of Mathematics in School Mathematics Questionnaire" administered to 430 sixth-grade students enrolled in a public middle school in Akyurt district of Ankara during the 2024–2025 academic year. The data were analyzed using descriptive statistics and Pearson correlation analysis. According to the findings, students attitudes and belief levels toward the history of mathematics were found to be moderate.

The majority of the students stated that the history of mathematics was not sufficiently included in their mathematics courses although they occasionally followed publications on this topic. Students academic achievement levels were also generally found to be moderate. The statistical analysis revealed that there was no statistically significant relationship between students attitudes and beliefs regarding the history of mathematics and their academic achievement ($p > .05$). This finding suggests that students positive or negative attitudes toward historical approaches do not have a direct effect on their academic performance.

Keywords: History of Mathematics, Academic Achievement, Attitude, Belief, Middle School Students

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

IMPLEMENTATION OF THE SCHOOL-BASED PLANNING MODEL: FIRST-GRADE CLASSROOM TEACHERS' VIEWS AND EXPERIENCES

Asst. Prof. Samet DEMİR
Kutahya Dumlupinar University, Education Faculty, Primary Education Department, Kutahya, Turkey
ORCID ID0000-0002-4941-7523

Tümay KARATAŞ
School Principal of Linyit Primary School, Primary Education Graduate Student, Kutahya, Turkey
ORCID ID: 0009-0002-9160-4012

Şenol KURUM
Classroom Teacher, Primary Education Graduate Student, Kutahya, Turkey
ORCID ID: 0009-0008-6527-0024

ABSTRACT
This study investigates how school-based planning is perceived and implemented by first-grade teachers within the Maarif Model, a new educational reform. Sustainable success and sensitivity to local needs in education systems emphasize school-based planning approaches, which aim to make central programs flexible in the local context and ensure the active participation of school stakeholders. This research, therefore, critically analyzes teacher experiences with this model. The purpose of this study is to analyze in-depth the general perceptions of classroom teachers regarding the school-based planning model, the challenges they face, the positive experiences they have gained, and their suggestions for improving the model. Using a qualitative case study design, semi-structured interviews were conducted with 11 first-grade teachers during the 2024-2025 academic year. The collected data were analyzed using content analysis and organized into themes, categories, and codes. The research findings are categorized under four main themes. First, regarding the Conceptualization of School-Based Planning and Stakeholder Engagement, teachers perceive school-based planning as a "useful and needs-oriented" approach aligned with unique school dynamics and local needs. They emphasized that the cooperation of parents, students, administrators, and teachers is a critical factor, like a "trivet," for the process's success. Second, concerning the Implementation of School-Based Planning: Successes and Challenges, significant challenges encountered during implementation included "lack of parent participation," "financial constraints," "inadequate physical conditions," and "short and superficial in-service training." On the other hand, facilitating and effective methods such as "student participation and motivation," "establishing positive relations with parents," "learning by doing-living," and "designing materials" were also identified. Third, in terms of Time Management and Curriculum Alignment under the Maarif Model, although teachers found the allocated time periods for each lesson theoretically appropriate, they expressed a "need for flexibility." They also stated that they experienced "time management difficulties in planning that requires parental involvement." Lastly, for The Future of School-Based Planning and Areas for Improvement, teachers offered structural and process-oriented suggestions for more effective implementation. These included "improving physical conditions," "providing more investment and materials," "reducing class sizes," "long-term and practical support training," and "parent training." This study reveals the perceptions of the school-based planning model in the field, the obstacles encountered during implementation, and its potential through the views of teachers. The findings suggest that for the model to succeed, structural support at the central and local levels should be increased, practical training for teachers should be strengthened, and mechanisms to encourage parent participation should be developed.
Keywords: School-based planning, classroom teacher, Maarif Model, content analysis, education reform.

OKUL TEMELLİ PLANLAMA MODELİNİN UYGULANMASI: 1. SINIF ÖĞRETMENLERİNİN GÖRÜŞLERİ VE DENEYİMLERİ

ÖZET

Eğitim sistemlerinde sürdürülebilir başarı ve yerel ihtiyaçlara duyarlılık, okul temelli planlama yaklaşımlarını ön plana çıkarmaktadır. Bu yaklaşım, merkezi programların yerel bağlamda esneklik kazanmasını ve okul paydaşlarının aktif katılımını hedeflemektedir. Ancak, yeni bir eğitim reformu olan Maarif Modeli ile birlikte okul temelli planlamanın sahada nasıl algılandığı ve uygulandığı, öğretmen deneyimleri açısından kritik bir inceleme konusudur. Bu çalışmanın amacı, sınıf öğretmenlerinin okul temelli planlama modeline ilişkin genel algılarını, uygulama sürecinde karşılaştıkları zorlukları ve edindikleri olumlu deneyimleri derinlemesine analiz etmek, ayrıca modelin geliştirilmesine yönelik önerilerini ortaya koymaktır. Nitel araştırma yaklaşımlarından durum çalışması deseniyle yürütülen bu araştırmada, 2024-2025 eğitim-öğretim yılında aktif olarak görev yapan 11 1. sınıf öğretmeni ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Toplanan veriler, içerik analizi yöntemiyle çözümlenerek temalar, kategoriler ve kodlar halinde organize edilmiştir. Araştırma bulguları dört ana tema altında toplanmıştır: 1. Okul Temelli Planlamanın Kavramsallaştırılması ve Paydaş Katılımı: Öğretmenler, okul temelli planlamayı okulların özgün dinamikleri ve yerel ihtiyaçlar doğrultusunda "yararlı ve ihtiyaç odaklı" bir yaklaşım olarak görmektedir. Sürecin başarısında veli, öğrenci, yönetici ve öğretmen iş birliğini bir "sacayağı" gibi kritik bir faktör olarak vurgulamışlardır. 2. Okul Temelli Planlamanın Uygulama Süreci: Başarılar ve Engeller: Uygulama sürecinde "veli katılım eksikliği", "maddi olanaksızlıklar", "fiziki şartların yetersizliği", "kısa ve yüzeysel hizmet içi eğitimler" gibi önemli zorluklarla karşılaşılmıştır. Öte yandan, "öğrenci katılımı ve motivasyonu", "velilerle olumlu ilişkiler kurma", "yaparak-yaşayarak öğrenme" ve "materyal tasarlama" gibi kolaylaştırıcı ve etkili yöntemlerin varlığı da tespit edilmiştir. 3. Maarif Modeli Kapsamında Zaman Yönetimi ve Müfredat Uyumu: Öğretmenler, Maarif Modeli'nin her ders için belirli süreler ayırmasını teorik olarak uygun bulmakla birlikte, "esneklik ihtiyacını" dile getirmiş ve "veli katılımı gerektiren planlamalarda zaman yönetimi zorlukları" yaşadıklarını belirtmişlerdir. 4. Okul Temelli Planlamanın Geleceği ve İyileştirme Alanları: Öğretmenler, modelin daha etkili uygulanabilmesi için "fiziki şartların düzeltilmesi", "daha fazla yatırım ve materyal sağlanması", "sınıf mevcutlarının azaltılması", "uzun süreli ve uygulamalı destek eğitimleri" ve "veli eğitimleri" gibi yapısal ve süreç odaklı öneriler sunmuşlardır. Bu araştırma, okul temelli planlama modelinin sahadaki algısını, uygulama aşamasında karşılaşılan engelleri ve potansiyelini öğretmen görüşleri üzerinden ortaya koymaktadır. Bulgular, modelin başarısı için merkezi ve yerel düzeyde yapısal desteklerin artırılması, öğretmenlere yönelik uygulamalı eğitimlerin güçlendirilmesi ve veli katılımını teşvik edici mekanizmaların geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Okul temelli planlama, sınıf öğretmeni, Maarif Modeli, içerik analizi, eğitim reformu.

KURU OTLAR ÜSTÜNE FİLMİNDE SAMET KARAKTERİ ÜZERİNDEN ÖĞRETMEN MOTİVASYONUNUN HERZBERG'İN ÇİFT FAKTÖR TEORİSİ ÇERÇEVESİNDE İNCELENMESİ

Assoc. Prof. Gökçe ÖZDEMİR
Gaziantep University, Gaziantep Education Faculty, Education Sciences Department, Gaziantep, Turkey
ORCID ID: 0000-0002-2608-6004

Burak APAYDIN
Gaziantep University, Gaziantep Education Faculty, Education Sciences Department, Gaziantep Turkey
ORCID DI: 0000-0002-2323-9802

ÖZET
Öğretmen motivasyonu, eğitim sürecinin verimliliğini doğrudan etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Yüksek motivasyona sahip öğretmenler, derslerini daha istekli, yaratıcı ve öğrenci odaklı bir şekilde yürütür; bu da öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını teşvik eder. Motivasyonu artıran faktörler arasında mesleki takdir, gelişim fırsatları, çalışma ortamının destekleyici olması ve öğrencilerden gelen olumlu geri bildirimler yer alır. Bununla birlikte, iş yükünün dengeli olması ve okul yönetiminin öğretmenlere değer veren bir yaklaşım sergilemesi, uzun vadeli motivasyonun korunmasında kritik rol oynar. Bu çalışma, *Kuru Otlar Üstüne* filmindeki Samet karakterinin mesleki deneyimi üzerinden öğretmen motivasyonunu analiz etmeyi amaçlamaktadır. İncelenen karakterin, filmin yardımcı senaristinin kişisel öğretmenlik deneyimlerinden ve günlüklerinden yola çıkarak oluşturulmuş olması, analiz edilen verilerin yaşanmış gerçekliklerle güçlü bir bağ kurmasını sağlamaktadır. Nitel araştırma desenine dayanan çalışmada, Frederick Herzberg'in Çift Faktör Kuramı kuramsal çerçeve olarak benimsenmiş ve çözümleme aşamasında içerik analiz yöntemi kullanılmıştır. Filmdeki sahneler incelenerek, öğretmen motivasyonu hem içsel (başarı, tanınma, işin kendisi) hem de dışsal (çalışma koşulları, yönetim, güvenlik) unsurlar bağlamında çözümlemeye tabi tutulmuştur. Bulgular, özellikle kırsal bölgelerde görev yapan öğretmenlerin fiziksel izolasyon, yönetsel adaletsizlik ve mesleki anlam yitimine bağlı olarak düşük motivasyon yaşadığını ortaya koymaktadır. Samet'in öğretmenlik mesleğine ilişkin aidiyet duygusunun zamanla zayıfladığı; hijyen faktörlerinin eksikliği nedeniyle motivasyonel unsurların da etkisiz kaldığı görülmüştür. Bu bağlamda, öğretmen motivasyonunu artırmak için yalnızca bireysel düzeyde değil; yapısal ve yönetsel düzeyde de iyileştirmelere ihtiyaç duyulduğu sonucuna varılmıştır.
Anahtar kelimeler: Öğretmen motivasyonu, Herzberg'in çift faktör kuramı, Öğretmen, Eğitim

A THEORETICAL ANALYSIS OF TEACHER MOTIVATION THROUGH THE CHARACTER OF SAMET IN ABOUT DRY GRASSES: A HERZBERG'S TWO-FACTOR THEORY PERSPECTIVE

ABSTRACT
Teacher motivation is one of the most important factors directly affecting the effectiveness of the educational process. Highly motivated teachers conduct their lessons in a more enthusiastic, creative and student-centred method, which encourages students to actively participate in the learning process. Factors that increase motivation include professional appreciation, opportunities for development, a supportive work environment, and positive feedback from students. However, a balanced workload and an approach by school administration that values teachers play a critical role in sustaining long-term motivation. This study aims to analyze teacher motivation through the professional experiences of the character Samet in the film *About Dry Grasses*. The character analyzed was inspired by the real-life teaching experiences and personal diaries of the film's co-writer and this connection to authentic experience enhances the credibility and depth of the analysis.

Based on a qualitative research design, the study employs Frederick Herzberg's Two-Factor Theory as its theoretical framework and content analysis was used for the analysis. Selected scenes from the film are examined in the context of both intrinsic (achievement, recognition, the nature of the work) and extrinsic (working conditions, administration, security) motivational factors. Findings indicate that teachers working in rural areas suffer from low motivation due to physical isolation, managerial injustice, and a loss of professional meaning. Samet's sense of belonging to the teaching profession gradually weakens, and the absence of hygiene factors renders intrinsic motivators ineffective. The study concludes that enhancing teacher motivation requires not only individual-level strategies but also systemic and managerial improvements.
Keywords: Teacher motivation, Herzberg's Two-Factor Theory, Teacher, Education

GİRİŞ

Nuri Bilge Ceylan sineması, insan deneyimlerini ve insan ilişkilerini felsefi bir derinlikle ele alma eğilimi göstermektedir (Serdaroğlu, 2024). Nuri Bilge Ceylan gerçekleştirdiği röportajda, *Kuru Otlar Üstüne* filminin hikayesinin gerçekliklere, filmin senaristlerinden Akın Aksu'nun Türkiye'nin bir köşesinde 3 yıl süreyle öğretmenlik yaptığı dönemde yazdığı günlüklerine dayandığını ifade etmiştir (Lemercier, 2023). Filmdeki Samet karakteri, filmin senaristlerinden Akın Aksu'nun kendi öğretmenlik deneyimlerinden esinlenerek yaratılmıştır. *Kuru Otlar Üstüne* filmi, Türkiye'nin doğusunda zorunlu görev yapan bir öğretmen olan Samet'in, mesleğine karşı yabancılaşarak motivasyonunu kaybetme sürecini konu edinir.

Motivasyon, insanları belli şeyleri yapmak için doğal bir şekilde harekete geçiren enerji olarak tanımlanmaktadır (Han ve Yin, 2016). Herzberg'in geliştirdiği çift faktör motivasyon kuramına göre ise çalışma ortamında iş doyumuna ve iş memnuniyetsizliğine sebep olan faktörler birbirinden bağımsızdır ve bu yüzden ikisi birbirinin zıttı olarak değerlendirilmez (Herzberg,1987). Herzberg, yöneticilerin çalışanların motivasyonlarını arttırmak için kullandığı yöntemleri araştırmış, iş tatmini sağlayan motivasyon faktörleri ile tatminsizlik yaratan hijyen faktörlerini ayırt etmiş ve bu doğrultuda çift faktör teorisini geliştirmiştir (Kayım,2018).Teoriye göre, iş tatmini ve tatminsizlik farklı nedenlerle ortaya çıkar ve birbirinden bağımsızdır. Şirket politikaları ve yönetimi, maaş, denetim, iş arkadaşlarıyla ilişkiler, iş güvenliği gibi dışsal doyumsuzluk kaynağı olan hijyen faktörler sağlanmadığında çalışan memnuniyetsiz hisseder ancak sağlandığı zaman çalışan motive olmaz. Diğer yandan, başarı hissi, tanınma, işin kendisi, sorumluluk alma, gelişme ve ilerleme fırsatları faktörleri ise motivasyonel faktörler olarak değerlendirilip bireyin içsel motivasyonunu doğrudan besler (Herzberg, Mausner ve Snyderman,1959). İş ortamında hijyen faktörler olması çalışan için motivasyon sağlamamakta ancak çalışanın iş memnuniyetsizliği önlemektedir, iç faktörler yani motivasyonel faktörler ise çalışanı iş yerinde motive eden faktörlerdir (Aslan, Çoban ve Çokal, 2014).

Öğretmen motivasyonu, okullarda eğitim sürecinin verimli şekilde gerçekleşmesini etkileyen en önemli faktörlerden biri olması sebebiyle araştırmacıların her dönem ilgisini çeken bir konu olmuştur (Gölezlioğlu, Ünal, 2023). Öğretmen motivasyonu, özellikle 1990'ların sonlarından itibaren araştırılmakta olup, öğretmen verimsizliği ve tatminsizliği bu ilginin temel nedenidir. Eğitimde başarı ve toplumsal ilerleme, doğrudan öğretmenin yeterliliği ve ruh haliyle ilişkilidir. Öğretmen motivasyonu; eğitim reformları, öğrenci başarısı ve okul içi uyum gibi birçok değişken üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir (Yarım ve Ada, 2021). Öğretmen, eğitimde amaçların gerçekleştirilmesi ve paydaşlar arası koordinasyonun sağlanmasında merkezi bir role sahiptir. Bu nedenle, eğitimde başarıya ulaşmanın temel şartı öğretmen performansıdır. Öğretmen performansını belirleyen en önemli etkenler ise iş tatmini ve motivasyondur (Doğan ve Koçak,2017). Herzberg'in çift faktör motivasyon teorisi, genel itibariyle bakıldığında diğer meslek çalışanlarına göre motivasyon seviyesinin daha düşük olduğu belirtilen öğretmenlik mesleğinin, düşük motivasyona sahip olmasının sebebini anlamamıza yardımcı olabilir (Kurt, 2005). Bu bağlamda çalışma *Kuru Otlar Üstüne* filmindeki Samet öğretmeni, kurgu olsa da gerçek deneyimlerden beslenmesi nedeniyle temsilî bir öğretmen profili olarak ele alıp, Herzberg'in çift faktör kuramına göre yorumlamayı amaçlar.

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, Nuri Bilge Ceylan'ın *Kuru Otlar Üstüne* (2023) adlı filminde, filmin ortak senaristlerinden Akın Aksu'nun öğretmenlik yıllarında tuttuğu günlüklerden esinlenerek oluşturulmuş Samet karakterinin mesleki deneyimini, Herzberg'in Çift Faktör Kuramı çerçevesinde analiz ederek öğretmen motivasyonuna etki eden içsel ve dışsal faktörleri ortaya koymaktır. Çalışmada, öğretmenin fiziksel koşullar, meslektaş ilişkileri, yönetsel uygulamalar gibi hijyen faktörlerinin yanı sıra tanınma, işin kendisi ve gelişim olanakları gibi motivasyonel faktörlere karşı tutumu çözümlenmektedir. Bu sayede film incelemesi yoluyla öğretmenlerin mesleki doyum ve tükenmişlik süreçlerine dair kuramsal bir analiz sunulması hedeflenmektedir.

Araştırmanın Problemi

Samet karakterinin film boyunca sergilediği mesleki tutumlar, öğretmen motivasyonunun karmaşık yapısını yansıtmaktadır. Bu bağlamda araştırmanın problem cümlesi şu şekilde formüle edilmiştir:
"Samet öğretmenin mesleki deneyimi, Herzberg'in Çift Faktör Kuramı doğrultusunda nasıl değerlendirilebilir ?"

Araştırmanın Önemi

Öğretmen motivasyonu, eğitim sistemlerinin başarısında kilit bir rol oynamaktadır. Öğretmenlerin mesleki doyum düzeyi, öğrencilerin öğrenme süreçlerini, okul iklimini ve eğitim politikalarının etkinliğini doğrudan etkilemektedir. Bu bağlamda, sinema gibi güçlü anlatı araçlarının sunduğu öğretmen temsillerinin incelenmesi, kuramsal analizlerle birleştiğinde öğretmenliğin toplumsal, duygusal ve yapısal boyutlarını anlamaya katkı sunar. *Kuru Otlar Üstüne* filmindeki, filmin ortak senaristlerinden Akın Aksu'nun öğretmenlik yıllarında tuttuğu günlüklerden esinlenerek oluşturulmuş Samet karakterinin mesleki deneyimi üzerinden gerçekleştirilen bu çalışma, öğretmenlerin motivasyon süreçlerine dair niteliksel bir farkındalık sağlamayı amaçlamaktadır. Ayrıca eğitim yönetimi, öğretmen eğitimi ve motivasyon politikaları alanlarında çalışan araştırmacılar ve uygulayıcılar için anlamlı veriler sunması bakımından da önem taşımaktadır.

Yöntem

Araştırma Deseni

Bu çalışma, Herzberg'in çift faktör motivasyon kuramı çerçevesinde, *Kuru Otlar Üstüne* filminde yer alan Samet karakterinin motivasyon durumunu incelemek amacıyla yapılmış içerik analizine dayalı nitel bir araştırmadır. Film, kurgu olsa da gerçek deneyimlerden beslenmesi nedeniyle temsilî bir öğretmen profili olarak ele alınmıştır. Veriler, filmden elde edilen sahneler ve diyaloglar üzerinden tematik analiz yöntemi ile çözümlenmiş; bulgular, Herzberg'in motivasyonel ve hijyen faktörleri doğrultusunda yorumlanmıştır.

Veri Toplama Süreci

Araştırmanın verileri, 2023 yılında Nuri Bilge Ceylan tarafından yönetilen *Kuru Otlar Üstüne* filminden elde edilmiştir. Film, senaristlerden Akın Aksu'nun öğretmenlik yıllarında yazdığı günlüklerden esinlenerek oluşturulmuş; bu yönüyle temsilî ve deneyime dayalı bir öğretmen profili sunmaktadır. Film, araştırmacılar tarafından defalarca izlenmiş, özellikle Samet karakterinin mesleki yaşantısına dair sahneler, diyaloglar ve karakter davranışları veri kaynağı olarak seçilmiştir. Bu süreçte araştırmacılar tarafından sahnelere ilişkin notlar alınmış ve analiz edilecek içerikler belirlenmiştir.

Veri Analizi

Filmde yer alan veriler, Herzberg'in motivasyon kuramında yer alan iki ana tema çerçevesinde analiz edilmiştir; 1.) Hijyen Faktörler: Yönetim, maaş, iş güvencesi, okul ortamı, meslektaş ilişkileri vb., 2.) Motivasyonel Faktörler: Başarı hissi, tanınma, sorumluluk alma, ilerleme olanakları vb. Analiz sürecinde Samet karakterinin yaşadığı olaylar, kullandığı dil, işine bakışı ve çevresiyle olan ilişkileri bu iki kategori kapsamında yorumlanmıştır. Filmin belli sahneleri tematik olarak kodlanmış ve her kategori için örnek olaylar belirlenmiştir.

Geçerlik ve Güvenirlik

Film analizine dayalı araştırmalarda öznel yorum riski bulunmaktadır. Bu nedenle araştırmacılar, Herzberg'in kuramına sadık kalmak adına önceden belirlenen tema tanımlarını açıkça ortaya koymuş ve film analizini bu çerçevede yürütmüştür. Ayrıca analiz edilen sahneler, doğrudan filmden alınan diyaloglar ve sahne betimlemeleriyle desteklenmiştir. Bu, çalışmanın şeffaflığını ve tekrarlanabilirliğini artırmayı amaçlamaktadır.

BULGULAR

Araştırmanın bulgularına göre, Samet öğretmenin mesleki deneyimi Herzberg'in Çift Faktör Kuramı bağlamında hem hijyen faktörler hem de motivasyonel faktörler üzerinden değerlendirildiğinde, öğretmenin deneyimine etki eden içsel ve dışsal faktörler açık biçimde görülmektedir. Öncelikle hijyen problemlerden çalışma koşulları ve fiziksel ortam üzerine düşünüldüğünde Samet'in görev yaptığı köy, uzaklığı ve sosyoekonomik dezavantajları nedeniyle onun için temel bir hijyen problemi olarak görülmektedir. Filmde, Samet öğretmen "Gariban köyden sonra her yer Paris gibi geliyor" diyerek okulunun fiziksel ve sosyal çevresinden duyduğu rahatsızlığı dile getirmektedir.

Diğer yandan yönetim anlayışı ve denetim biçimi bir hijyen faktör olarak değerlendirildiğinde, yönetimsel uygulamaların Samet'in dışsal tatminsizliğini arttırdığı görülmektedir. Samet öğretmen okullarında yeni başlatılan veli ziyareti projesi için "Başlıcam ama ya, her yeni gelen müdürün dandik projeleriyle uğraşmaktan" diyerek bu çalışmaları bürokratik angarya olarak değerlendirmekte ve durumdan duyduğu hoşnutsuzluğu vurgulamaktadır. Bununla birlikte, okul müdürünün öğrenci tarafından suçlanan öğretmenlerle konuşmadan, Samet öğretmen ve arkadaşı hakkındaki suçlamayı direkt olarak Milli Eğitim Müdürü'ne iletmesi Samet'in aidiyet duygusunu zedeler. Samet öğretmen okul müdürüne "Kaç yıldır aynı yerde dirsek çürütüyoruz. Hiç mi hak hukuk oluşmadı aramızda?" sözleri, kurumsal bağların zayıflığına ve mesleki yalnızlığa işaret eder. Ayrıca bu durum iş güvencesi hijyen faktörünün önemine de işaret eder.

Bununla birlikte, meslektaş ilişkileri de değinilmesi gereken başka bir hijyen faktördür. Samet öğretmen, suçlandıkları olay üzerine, meslektaş dayanışmasının yetersizliğine dikkat çeker. Ev arkadaşı olan Kenan öğretmenin içinde bulundukları durumla ilgili okuldaki diğer öğretmenler için alay konusu olduklarını düşündüğünü söylemesi üzerine, Samet öğretmen, "Meslektaşlığı mı kalmış?" diyerek, öğretmenler arasında anlamlı bir bağın kurulamadığını ifade eder. Ayrıca, Samet'in öğretmenler odasına gitmek istememesi de fiziksel koşullardan değil, sosyal ilişkilerin zayıflığından kaynaklanır. Okuldaki görevli hizmetli tarafından öğretmenler odasına neden gitmediği sorulduğunda Samet öğretmen, "Bırak şu tımarhaneyi, burada kafam rahat hiç olmazsa." demiştir ve bu durum Samet'in meslektaşlarıyla kuramadığı sağlıklı ilişkilerin motivasyonunu düşürdüğünü ima eder.

Diğer taraftan, bir gün Kenan öğretmenin Samet'e Milli Eğitim müdürünün onları çağırdığını söylediğinde, Samet öğretmenin "Bunlar seni müdür, beni müdür yardımcısı yapmış olmasın?" diyerek tebessüm etmesi, Samet'in tamamen tükenmiş olmadığını, hâlâ takdir edilme ya da mesleki olarak bir pozisyonel ilerleme yaşama arzusunu içten içe taşıdığını gösterir. Bu, motivasyonel faktörler arasında yer alan "başarı" ve "tanınma" ihtiyacının hâlâ canlı olduğunu göstermesi bakımından dikkat çekicidir.

Öte yandan, Herzberg'in çift faktör teorisindeki motivasyonel faktörler düşünüldüğünde işin kendisi ve mesleki anlam konusunda Samet'in motivasyonel olarak en önemli kaynağı, öğrencisi Sevim'dir. Onunla olan iletişimi Samet'i kısa süreliğine de olsa iyi hissettirir; tatilden dönerken Sevim'e hediye getirmesi ve Sevim'le konuşurken gözle görülür biçimde mutlu olması bu içsel doyumun işaretidir. Ancak bu ilişki de zamanla sorunlu hâle gelir ve motivasyon kaynağı olmaktan çıkar. Samet öğretmenin okul araması sırasında öğrencinin mektubunu geri vermemesi üzerine kriz doğması ve öğrencinin öğretmene yönelik çeşitli suçlamalarda bulunması, öğretmenin bu içsel tatmin kaynağını da yitirmesine neden olur. Sorumluluk üstlenme motivasyon faktörüne örnek olarak Samet öğretmenin Sevim'in yazdığı mektubu okul arama ekibinden geri alması ve olayın kontrolünü ele almaya çalışması, Samet'in sorumluluk duygusunu göstermektedir. Ancak bu müdahale etik dışı bir biçimde gerçekleştiği için öğretmenin sorumluluğu sağlıklı bir motivasyonel davranıştan çok, kriz yönetimine dönüşmüştür.

Ders sırasında sık sık dışarıyı seyreden, yorgun ve isteksiz bir halde bulunan Samet'in başka bir okulda çalışan meslektaşına "Resim öğretmeniyim ama resim mesim yaptığım yok" ifadesi iş tatmini eksikliğini, işin doğasına yönelik motivasyon kaybını açıkça ortaya koymaktadır. Öğrencilerin "Hep aynı şeyleri çizdiriyorsunuz" demesi, sürekli "aynı dağ, taş, kar resimlerini" yapmaları, Samet'in derslerinde yaratıcılığa alan tanınmadığını ve işin kendi doğasından uzaklaştığını düşündürmektedir. Bu durum, öğretmenin mesleki tatmin duygusunun ciddi biçimde zayıfladığını göstermektedir.
Samet öğretmenin kendisine yöneltilen suçlamalar ile ilgili, "Bu kadar değer verdiğim öğrenciler benim hakkımda nasıl böyle şeyler konuşabiliyor?" diyerek yaşadığı hayal kırıklığını belirtmesi, motivasyonel faktör olan başarı ve tanınma ihtiyacının zedelendiğini gösterir. Derste öğrencilere öfkeyle söylediği "Hiçbirinizin ilerde ressam messam olacağı yok... Ama bu deveyi gütmek zorundayız burada." ve "Sizler patates, şeker pancarı ekeceksiniz ki, zenginler rahat yaşayacak." sözleri, Samet öğretmenin anlamlı iş yapma duygusunu kaybettiğinin göstergesidir. Su almak için dağa çıktıklarında Kenan'la konuşurken Samet öğretmenin "Okuldaki danalarla uğraşacağına dağdaki danalarla uğraş daha iyi" demesi, Samet öğretmenin meslekten ve eğitim ortamından kaçış arzusunu ifade eder. Diğer yandan, motivasyonel faktör olarak gelişim olanakları ve ilerleme anlamında, filmde Samet'in tayin istemesi ve "Gidebilmek için her türlü üçkâğıdı yapacağım" sözü, bulunduğu kurumda gelişim ve ilerleme imkânı göremediğini yansıtmaktadır. "Nereye baksam boşluk… Benimle alakası olmayan yere dört yılımı verdim." ifadesi, Samet'in içsel motivasyon eksikliğini ve aidiyet kaybını özetler. Ayrıca, bu ifade Samet'in öğretmenlik deneyimini zaman kaybı olarak gördüğünü ve Samet'in iş doyumunun düşük olduğunu gösterir.

SONUÇ

Bu çalışma, *Kuru Otlar Üstüne* filmi aracılığıyla Samet karakterinin öğretmenlik deneyimini Herzberg'in Çift Faktör Kuramı bağlamında inceleyerek, öğretmen motivasyonunu etkileyen içsel ve dışsal etkenleri anlamayı amaçlamıştır. Elde edilen bulgular, Samet'in mesleki doyumunun ciddi biçimde azaldığını ve hem hijyen faktörleri hem de motivasyonel faktörler açısından önemli sorunlar yaşadığını ortaya koymaktadır.
Hijyen faktörleri açısından değerlendirildiğinde; Samet'in görev yaptığı köyün sosyoekonomik koşulları, fiziksel çevre ve çalışma ortamı temel tatminsizlik kaynaklarıdır. Sosyoekonomik bakımından dezavantajlı, kaynak erişiminin problemli olduğu okullar öğretmenlerin iş deneyimini daha zorlu ve yıpratıcı bir hale getirmektedir (Wesley,2024). Öğretmenin görev yaptığı bölge ve bu bölgenin çevresi etkili bir dışsal faktör olarak değerlendirilmektedir (Kaya, Yıldız ve Yıldız, 2013). Ayrıca okul yönetiminin keyfî ve iletişime kapalı tutumu, öğretmenler arası zayıf ilişkiler ve mesleki dayanışma eksikliği, Samet'in aidiyet duygusunu ve mesleki bağlılığını zayıflatmaktadır. Bürokratik projelere duyulan tepki ve iş güvencesine dair kaygılar da dışsal memnuniyetsizliği artırmaktadır.
Motivasyonel faktörler açısından ise, Samet'in öğretmenlik mesleğinde anlam ve tatmin bulma çabalarının zamanla başarısızlığa uğradığı görülmektedir. Başlangıçta öğrencisi Sevim ile kurduğu ilişki kısa süreli bir içsel doyum sağlasa da, bu bağın bozulması öğretmenin en önemli motivasyon kaynağını da kaybetmesine neden olmuştur. Samet'in mesleğini anlamsızlaştıran söylemleri, yaratıcı etkinliklerden uzaklaşması ve derslerdeki isteksizliği, işin doğasına dair motivasyonunun zayıfladığını göstermektedir. Bununla birlikte, zaman zaman takdir görme ve yükselme olasılığına dair küçük işaretler Samet'in hâlâ tükenmişliğin ötesinde bir umut taşıdığını düşündürmektedir. Ancak, gelişim ve ilerleme beklentisinin kendi kurumu içinde karşılanamaması, öğretmenin başka bir yere tayin istemesiyle sonuçlanmakta, bu da mevcut kurumda bir gelecek görmediğini göstermektedir. Güdüleyici faktör olarak; öğretmenlere mesleki ilerleme şansının tanınması, öğretmenlerinin başarılarının fark edilmesi ve öğretmenleri ödüllendirme seçenekleri sunulmasının öğretmen motivasyonuna katkı sunacağı değerlendirilmektedir (Kurt,2005).

Sonuç olarak, Samet karakteri üzerinden öğretmen motivasyonu değerlendirildiğinde, Herzberg'in kuramındaki hijyen faktörlerinin sağlanmamasının motivasyonel faktörlerin etkisini de zayıflattığı, öğretmenin hem dışsal koşullardan hem de içsel anlam arayışındaki başarısızlıklardan dolayı mesleki doyum yaşamadığı anlaşılmaktadır. Bu durum, öğretmen motivasyonunun yalnızca bireysel çabayla sürdürülemeyeceğini; örgütsel yapı, meslektaş ilişkileri, yönetsel adalet ve mesleki gelişim fırsatlarının da bütüncül olarak ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

Aslan, Z., Çoban, G., & Çokal, Z. (2014). TURİZM ÖĞRENCİLERİNİN STAJ DENEYİMİNDE ALGILADIKLARI MOTİVASYONUN HERZBERG KURAMINA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ: NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ TURİZM FAKÜLTESİ ÖRNEĞİ. Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi(33), 164-188.

Ceylan, Nuri Bilge. (Yönetmen). (2023). Kuru Otlar Üstüne [Sinema filmi]. Memento Film, NBC Film.

Doğan, Y. D. D. S., & Koçak, O. (2017). Ortaokullarda Görev Yapan Öğretmenlerin Öğretmen Motivasyonuna İlişkin Algı ve Görüşleri. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 17(1), 1-18. https://doi.org/10.18037/ausbd.415621

Gölezlioğlu, Y. N., & Ünal, A. (2023). Parent Attitudes and Behaviors Affecting Teacher Motivation. Research on Education and Psychology, 7(3), 408-429. https://doi.org/10.54535/rep.1326432

Han, J., & Yin, H. (2016). Teacher motivation: Definition, research development and implications for teachers. Cogent Education, 3(1). https://doi.org/10.1080/2331186X.2016.1217819

Herzberg, F. (1987). One more time: How do you motivate employees?. Harvard Business Review, 65(5), 109-120.

Herzberg, F., Mausner, B., & Snyderman, B. B. (1959). The motivation to work. New York, John Wiley & Sons.

Kaya, F. Ş., Yıldız, B., & Yıldız, H. (2013). HERZBERG'İN ÇİFT FAKTÖR KURAMI AÇISINDAN İLKÖĞRETİM I. KADEME ÖĞRETMENLERİNİN MOTİVASYON DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ. Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi(39), 1-18.

Kayım, N. (2018). Herzberg'in çift-faktör teorisi bağlamında motivasyon: Şeytan Marka Giyer filmi. NOSYON: Uluslararası Toplum Ve Kültür Çalışmaları Dergisi(1), 31-45.

Kurt, T. (2005). Herzberg in Çift Faktörlü Güdüleme Kuramının Öğretmenlerin Motivasyonu Açısından Çözümlenmesi. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25(1), 285-299.

Lemercier, F. (2023, May 22). Interview: Nuri Bilge Ceylan [Interview]. Cineuropa. https://cineuropa.org/en/interview/442832/

Serdaroğlu, F. (2024). Ethics and Aesthetics in Nuri Bilge Ceylan's Cinema. SineFilozofi(17), 1-16. https://doi.org/10.31122/sinefilozofi.1239209

Wesley, Joycelyn, "Examining Teacher Attrition and the Contemporary Educator Shortage in the United States: A Quantitative Study of Herzberg's Two-Factor Theory" (2024). Electronic Theses and Dissertations. 3577. https://digitalcommons.memphis.edu/etd/3577

Yarım, M. A., & Ada, Ş. (2021). Cinsiyetin Öğretmen Motivasyonu Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi: Bir Meta-Analiz Çalışması. Bilim Eğitim Sanat Ve Teknoloji Dergisi, 5(2), 103-116.

A REVIEW ON THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SECOND LANGUAGE VOCABULARY TEACHING

Research Assistant Dr. Betül KOPARAN
Akdeniz University, Faculty of Education, Department of Turkish Education, Antalya, Turkey
ORCID ID: 0000-0003-2487-9868

ABSTRACT
The aim of this study is to reveal the role of artificial intelligence (AI)-supported applications in second language vocabulary instruction based on research articles published between 2015 and 2025, and to draw inferences regarding the use of AI in teaching Turkish as a foreign language. In this context, 43 experimental studies identified through searches conducted in the Google Scholar database were systematically examined in relation to AI-based vocabulary instruction. Descriptive analysis was employed to interpret the data obtained from the reviewed studies. The selected studies were analyzed under the categories of publication year, research methods, participant characteristics, preferred AI tools and technologies, and the roles assumed by AI. The study aims to critically explore the current trends in this field and identify gaps in the literature, thereby offering suggestions for future research. The findings indicate a marked increase in studies focusing on AI-supported vocabulary teaching in second language acquisition in recent years. The review reveals that AI-based tools are generally effective in enhancing learners' vocabulary acquisition and tend to yield positive outcomes. However, the impact of these tools appears to vary depending on the type of AI application, learner characteristics, and contextual variables. The majority of the reviewed studies were conducted with primary and university-level students. Furthermore, most studies employed only quantitative methods and primarily focused on learners' cognitive and affective traits. This suggests that AI-supported language learning should not be limited to cognitive interaction alone, but should also be enriched with formative and multi-sensory learning experiences. The data obtained from this study provide valuable insights for future research and the development of AI-supported language teaching practices. It is recommended that future research prioritize pedagogically grounded approaches, long-term impact analyses, and methodological diversity to ensure the effectiveness and sustainability of AI-supported practices in second language instruction. These findings should be taken into consideration particularly in the context of teaching Turkish as a foreign language.
Keywords: Second Language Instruction, Teaching Turkish as a Foreign Language, Artificial Intelligence, Vocabulary Teaching, Systematic Review.

İKİNCİ DİLDE KELİME ÖĞRETİMİNDE YAPAY ZEKÂ KULLANIMINA YÖNELİK BİR İNCELEME

ÖZET
Bu çalışmanın amacı, 2015–2025 yılları arasında yayımlanmış araştırma makaleleri doğrultusunda, yapay zekâ destekli uygulamaların ikinci dilde kelime öğretimindeki rolünü ortaya koymak ve Türkçenin yabancı dil olarak öğretiminde yapay zekânın kullanımına yönelik çıkarımlar yapmaktır. Bu doğrultuda, Google Akademik veri tabanında yapılan taramalar sonucunda ulaşılan 43 deneysel çalışma, yapay zekâ tabanlı kelime öğretimine ilişkin olarak sistematik bir biçimde incelenmiştir. Çalışmada elde edilen verilerin çözümlenmesinde ise betimsel analiz tekniği kullanılmıştır. Seçilen çalışmalar "yayın yılı, kullanılan yöntemler, katılımcı özellikleri, tercih edilen yapay zekâ araç ve teknolojileri ile yapay zekânın üstlendiği roller" başlıkları altında analiz edilmiştir. Böylece, bu alandaki mevcut eğilimleri ve ilgili literatürdeki boşluğu eleştirel bir bakış açısıyla incelemek ve bu doğrultuda gelecekteki araştırmalara yönelik öneriler ortaya koymak hedeflenmiştir. Elde edilen bulgular, son yıllarda ikinci dilde yapay zekâ destekli kelime öğretimi çalışmalarında belirgin bir artış yaşandığını göstermektedir. İnceleme sonucunda, yapay zekâ tabanlı araçların ikinci dil öğrenen bireylerin kelime öğrenimi başarılarını artırmada etkili olduğu ve genel olarak olumlu sonuçlar ortaya koyduğunu görülmektedir.

Bununla birlikte, yapay zekâ araçlarının bu etkisinin araçların türüne, kullanıcı özelliklerine ve bağlamsal değişkenlere göre farklılaşabileceği belirlenmiştir. Yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu ilkokul ve üniversite öğrencileri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, çalışmaların önemli bir bölümünün yalnızca nicel yöntemlere dayandığı ve özellikle öğrencilerin bilişsel ile duyuşsal özelliklerine odaklandığı belirlenmiştir. Bu durum, yapay zekâ destekli dil öğreniminin yalnızca bilişsel etkileşimle sınırlı kalmaması aynı zamanda biçimlendirici ve çoklu-duyusal deneyimlerle desteklenmesi gerektiğini göstermektedir. Elde edilen veriler, gelecekteki araştırmalar ve yapay zekâ destekli dil öğretimi uygulamaları için yol gösterici niteliktedir. Yapılan araştırmanın sonucunda ikinci dil öğretiminde yapay zekâ destekli uygulamaların etkili ve sürdürülebilir sonuçlar ortaya koyması için gelecek araştırmalarda pedagojik temelli yaklaşımların yanı sıra uzun vadeli etki analizlerine ve yöntemsel çeşitliliğe öncelik verilmesi ve bu sonuçların yabancı dil olarak Türkçe öğretimi süreçlerinde dikkate alınması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: İkinci Dil Öğretimi, Yabancı Dil Olarak Türkçe Öğretimi, Yapay Zekâ, Kelime Öğretimi, Sistematik İnceleme.

ÖĞRETMEN ADAYLARININ GELECEĞE İLİŞKİN DÜŞÜNCE VE ALGILARININ BELİRLENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Arzu DERYA TAŞÇI
Kafkas Üniversitesi, Dede Korkut Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Kars, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-3667-2020

Prof. Dr. Şule FIRAT DURDUKOCA
Kafkas Üniversitesi, Dede Korkut Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Kars, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-8864-3243

ÖZET
Günümüz dünyası teknolojik ilerlemeler, çevresel sorunlar, toplumsal dönüşümler ve belirsizliklerle şekillenen dinamik bir yapıya sahiptir. Eğitim sistemleri ise bu değişimlerin hem yansıtıcısı hem de yönlendiricisi olarak çok değerli bir konumundadır. Özellikle öğretmenler, geleceğin bireylerini yetiştirme sorumluluğunu üstlenen temel aktörler olarak kritik bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, öğretmen adaylarının geleceğe yönelik düşünce ve algıları da eğitimde hangi değerleri öncelikli kılacaklarını, öğrencilerini hangi becerilerle donatmaya çalışacaklarını ve değişen dünya koşullarına nasıl uyum sağlayacaklarını doğrudan etkileyecektir. Bu noktadan hareketle gerçekleştirilen çalışmada, öğretmen adaylarının gelecek kavramına ilişkin sahip oldukları metaforlar ve sıklıkla geleceğe dair neler düşündüklerinin açığa çıkarılması amaçlanmıştır. Araştırmada nitel araştırma desenlerinden olgubilim kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, 2024-2025 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde bir devlet üniversitesi eğitim fakültesinin farklı bölümlerinde son sınıflarında öğrenim gören, kolay ulaşılabilir durum örneklemesi yöntemiyle araştırmanın veri toplama sürecine dâhil edilen 143 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmanın verileri araştırmacılar tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış açık uçlu bir form kullanılarak toplanmıştır. Bu formda öğretmen adaylarından "Gelecek……gibidir; çünkü……."ve "sıklıkla……..durumun/olayın geleceğini düşünürüm; çünkü" ifadelerini tamamlamaları istenmiştir. Araştırma kapsamında toplanan veriler içerik analize tabi tutulmuştur. Elde edilen bulgular neticesinde öğretmen adaylarının "gelecek" kavramına ilişkin "karanlık ve umutsuzluk", "doğa", "umut", "bilim ve teknoloji", "belirsizlik ve gizem", "zaman ve değişim" metaforlarını geliştirdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının "kişisel gelecek", "toplumsal gelecek" ve "doğanın geleceği" ile ilgili durumlar üzerine düşünce ürettikleri belirlenmiştir.
Anahtar kelimeler: gelecek, gelecek algısı, öğretmen adayı

DETERMINATION OF TEACHER CANDIDATES' THOUGHTS AND PERCEPTIONS ABOUT THE FUTURE

ABSTRACT
Today's world is dynamic, shaped by technological advances, environmental challenges, social transformations, and uncertainties. Education systems are in a valuable position as both reflectors and drivers of these changes. Teachers, in particular, play a critical role as the primary actors responsible for educating the future's individuals. In this context, prospective teachers' thoughts and perceptions about the future will directly influence which values they prioritize in education, which skills they strive to equip their students with, and how they adapt to changing global conditions. In this context, prospective teachers' thoughts and perceptions about the future will directly affect which values they will prioritize in education, which skills they will try to equip their students with, and how they will adapt to changing world conditions. In this study, it was aimed to reveal the metaphors that teacher candidates have regarding the concept of the future and what they often think about the future. The study employed a phenomenological approach, a qualitative research design. The study group consisted of 143 prospective teachers studying in their final years in various departments of a state university's faculty of education during the spring semester of the 2024-2025 academic year. They were included in the data collection process using a convenience sampling method.

Data for the study were collected using a semi-structured, open-ended form developed by the researchers. In this form, prospective teachers were asked to complete the following statements: "The future is like……; because……" and "I often think about the future of ……. situation/event; because." The data collected for the study were subjected to content analysis. The data collected for the study was subjected to content analysis. The findings revealed that prospective teachers developed metaphors related to the concept of "future" "darkness and despair", "nature", "hope", "science and technology", "uncertainty and mystery" and "time and change". Furthermore, prospective teachers generated ideas about situations related to "personal future", "social future" and "the future of natüre".
Keywords: future, future perception, teacher candidate

GİRİŞ

Gelecek hakkında düşünmek ve ona göre hareket etmek, insan zihninin en temel özelliklerinden biridir. Bireyler geleceğe dair hedefler belirler, bu hedeflere ulaşmak için çaba gösterir ve beklentileri gerçekleşmediğinde hayal kırıklığına uğrayabilirler (Lens & Tsuzuki, 2005). Gelecek, bireysel açıdan ideali, mutluluğu, yaşam amacını ve güzel günleri çağrıştırması bakımından insanlar için önemli bir motivasyon kaynağıdır. Bilinçli ve sağlıklı bireyler gelecekteki hedeflerine ulaşmak için sorumluluk üstlenirler (Batar & Göktolga, 2017). Bireylerin geleceği daha yaratıcı bir şekilde kullanabilmeleri, geleceğe dair kendi varsayımlarının bugünkü algıları ve davranışları üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğunun farkında olmalarını gerektirir (Miller, 2018). Bu nedenle bireylerin yalnızca geleceğe dair varsayımlar geliştirmesi değil, aynı zamanda bunların gelecekteki yansımalarını kavrayabilecek ve onlara yönelik çözüm odaklı yaklaşımlar geliştirebilecek düşünme becerilerine de sahip olması gerekmektedir (Levrini vd., 2021). Bu noktada eğitimin gelecek odaklı düşünen yeni nesiller yetiştirmede yönlendirici rolü son derece önemlidir (Eckersley, 1999). Eğitim bireyleri geçmişe özlem duyan değil, değişen toplumun yeni sorunlarına ve koşullarına uyum sağlayabilecek şekilde yetiştirmelidir (Varış, 1996). Çünkü gelecek nesiller, geleceği anlayabildikleri ve geleceğe dair tasarımlar geliştirebildikleri ölçüde daha nitelikli bir yaşam kurabileceklerdir. Nitekim ülkelerin gelişmesi ve geleceğini güçlü olarak inşa edebilmesi de bu nesillerin eylemlerine bağlıdır. Bu bağlamda toplumun mimarı olarak değerlendirilen öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının rolü kritik bir önem taşımaktadır (Demirbaş vd., 2023). Küresel ölçekte karşılaşılan toplumsal ve çevresel sorunlar ile bunlara yönelik çözüm arayışları dikkate alındığında öğretmenlerin gelecek vizyonlarının önemi ortaya çıkmaktadır. Üstelik öğretmenlerin vizyonları yetiştirdikleri nesiller üzerinde umut yaratmakta; gelecekteki sorunlara dair çözümler geliştirmeye ve uygulamaya yönlendirebilmektedir (Ginevra vd., 2017). Bunun yanı sıra öğretmenlerin geleceğe dair sahip oldukları algı, onların mesleki inançlarını, davranışlarını ve performanslarını şekillendirmekte; eğitim programlarından bağımsız olarak neyi nasıl öğrettikleri üzerinde büyük bir etkiye sahip olmaktadır (Bonner vd., 2020; Lachner vd., 2016; Muijs & Reynolds, 2015). Ancak gelecek vizyonu ve buna bağlı olarak gelişen algı doğuştan gelen bir özellik olmayıp büyük ölçüde öğretmen yetiştirme süreçleriyle şekillenmektedir (Darling-Hammond, 2016; Stolz, 2020). Dolayısıyla öğretmen yetiştirme programlarının öğretmen adaylarının gelecek algılarını anlamaya ve geliştirmeye odaklanması gerekmektedir (Sherin vd., 2008).

Öğretmenlik mesleğinin bireyi geleceğe hazırlama rolü göz önünde bulundurulduğunda geleceğin nesillerini yetiştirecek olan öğretmen adaylarının geleceğe yönelik algıları, eğitim sisteminin ve toplumun geleceği şekillendirmedeki potansiyel etkileri açısından büyük önem taşımaktadır (Uymaz & Cebeci, 2024). Bu doğrultuda gerçekleştirilen çalışma öğretmen adaylarının geleceğe ilişkin düşünce ve algılarının anlaşılması amaçlamaktadır. Araştırmadan elde edilen verilerinin öğretmen adaylarının geleceğe dair beklenti ve kaygıları, mesleki motivasyonları, değer algıları ile öğretmen yetiştirme politikaları ve eğitim programlarının niteliği bağlamında alan yazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

YÖNTEM

Bu çalışma öğretmen adaylarının gelecek kavramına ilişkin sahip oldukları metaforların ve sıklıkla geleceğe dair neler düşündüklerinin belirlenmesini amaçlayan nitel bir araştırma olarak tasarlanmıştır. Araştırmada nitel araştırma desenlerinden olgubilim (fenomenoloji) kullanılmıştır.

Olgubilim yaklaşımının temelini kişisel tecrübeler oluşturmakta, araştırmacı katılımcıların kişisel tecrübeleri ile ilgilenmekte, bireyin algılamaları ve olaylara yükledikleri anlamları incelemektedir (Baş & Akturan, 2013).

Araştırma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2024-2025 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde bir devlet üniversitesi eğitim fakültesinin farklı bölümlerinde son sınıflarında öğrenim gören, kolay ulaşılabilir durum örneklemesi yöntemiyle araştırmanın veri toplama sürecine dâhil edilen 143 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Adayların cinsiyet ve öğrenim gördükleri Anabilim Dallarına (ABD) dağılımları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Öğretmen adaylarının demografik özellikleri

Demografik özellikler		**f**
Cinsiyet	Kadın	99
	Erkek	44
Anabilim Dalları	Sınıf Eğitimi ABD	22
	İlköğretim Matematik Eğitimi ABD	27
	Fen Bilgisi Eğitimi ABD	15
	Sosyal Bilgiler Eğitimi ABD	21
	Türkçe Eğitimi ABD	16
	Psikolojik Danışma ve Rehberlik ABD	23
	Okulöncesi Eğitimi ABD	19

Veri Toplama Aracı

Araştırmanın verileri araştırmacılar tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış açık uçlu bir form kullanılarak toplanmıştır. Bu formda öğretmen adaylarından "Gelecek……gibidir; çünkü……." ve "Sıklıkla……..durumun/olayın geleceğini düşünürüm; çünkü" ifadelerini tamamlamaları istenmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında toplanan veriler içerik analize tabi tutulmuştur. Öğretmen adayları tarafından üretilen metaforların analizine frekans tablosu hazırlanarak başlanmış, bu aşamada adayların ürettikleri metaforlar kaynağının açıkça belli olup olmaması durumuna göre değerlendirilmiştir. Metafor kaynağının açıkça belli olmadığı (Örneğin; Gelecek biten bir kitap gibidir; çünkü artık gelmiştir) veya metaforun özellikleri hakkında açıklayıcı bilgilerin yetersiz olduğu (Örneğin; Gelecek yasak elma gibidir; çünkü yarın eski bir yalandır) yanıtlar veri analizi sürecine dahil edilmemiş. Toplam 136 öğretmen adayının ürettiği metaforlar alfabetik olarak frekans tablosunda sıralanmıştır. İkinci aşamada metaforlar kaynağı ve metaforun konusuna katkı sağlayan özellikleri açısından benzerlik gösterme durumlarına göre kategorilere ayrılmışlardır. Üçüncü aşamada ise metaforların ilgili kategoriyi temsil etme durumları incelenerek veri analizinin güvenirliğinin tespiti yapılmıştır. Bu aşamada araştırmacıların bağımsız olarak yürüttükleri kategori oluşturma aşamasında ortaya çıkan sonuçlar üzerinde görüş birliği sağlanan kategoriler belirlenmiş ve her bir kategoriye yönelik güvenirlik düzeyi Miles ve Huberman (1994) tarafından geliştirilen formüle göre hesaplanarak .95 olduğu tespit edilmiştir. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının sıklıkla geleceğe dair neler düşündüklerinin belirlenmesi amacıyla hazırlanan formun analizinde de metaforların analizinde izlenen aşamalar yinelenmiştir. Üç öğretmen adayı formu boş bıraktığından veri analizine 140 öğretmen adayının doldurduğu formların incelenmesiyle başlanmıştır. Öğretmen adaylarının geleceğini düşündükleri konu/olay/durumların benzerlik taşıyanları bir araya getirilerek kategorileştirilmiştir. Veri analizinin güvenirliğinin tespiti için kullanılan Miles ve Huberman (1994) tarafından geliştirilen formüle göre her iki araştırmacı arasındaki uyuşma yüzdesi .98 olarak tespit edilmiştir.

BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde araştırma grubunu oluşturan öğretmen adaylarının gelecek kavramına ilişkin geliştirdikleri metaforlar ve bu metaforlar üzerinden belirlenen kategoriler ile her bir kategoriye karşılık gelen örnek metaforlar birlikte sunulmuştur. Ayrıca katılımcı öğretmen adaylarının sıklıkla geleceğini düşündükleri konular/olaylar/durumlar benzer özelliklerine göre bir araya getirilerek kategorileştirilmiş ve "kişisel gelecek", "toplumsal gelecek" ve "doğanın geleceği" olmak üzere üç kategori halinde görüşler kategorize edilerek frekans tablolarına dönüştürülmüştür. Tablo 2'de öğretmen adaylarının "gelecek" kavramına ilişkin geliştirdikleri metaforlar bulunmaktadır.

Tablo 2. Öğretmen adaylarının "gelecek" kavramına ilişkin geliştirdikleri metaforlar ve frekansları

Metafor	**(f)**	**Metafor**	**(f)**	**Metafor**	**(f)**
Su	7	Çıkmaz Sokak	1	Lego Parçaları	1
Sürpriz Yumurta	6	Atanmak	1	Merak	1
Bilinmezlik	6	Avokado	1	Meyve Olgunlaşması	1
Kara Delik	5	Aydınlık	1	Nefes	1
Kaygı	4	Ayna	1	Newton 3. Yasası	1
Çiçek	4	Ben	1	Okyanus	1
Hayal	3	Ahiret	1	Orman	1
Kitap	3	Çamaşır Makinesi	1	Öğretmen	1
Uzay	3	Siyah Beyaz Görüntü	1	Ölüm	1
Belirsizlik	3	Sümüklü Böcek	1	Ömür	1
Çöplük	2	Sürpriz Kutu	1	Papatya Yaprağı	1
Işık	2	Teknoloji	1	Para	1
İnsan	2	Telefon	1	Saat	1
Kâbus	2	Tohum	1	Sandık	1
Kuş	2	Toprak	1	Sonu Güzel Biten Film	1
Çocuk	2	Değişim	1	Çile	1
Yapay Zekâ	2	Yeni Doğmuş Bebek	1	Işığı Olmayan Mağara	1
Sınav	2	Karpuz	1	İnternet	1
Umut	2	Devrim	1	Kader	1
Ağaç	2	Kilitli Bir Sandık	1	Kapalı Kapı	1
Yıldız	2	Kurumuş Ağaç	1	Kara Kuyu	1
Yokluk	2	Kuyu	1	Karadeniz	1
Nehir	2	Umutsuzluk	1	Karanlık	1
Okul	2	Gökkuşağı	1	Karanlık Bir Gece	1
Gece	1	Gökyüzü	1	Karanlık Tünel	1
Bilim	1	Gri	1	Dizi	1
Ceylan	1	Güneş	1	Evren	1
Boş Bir Sayfa	1	Hapis	1	Fidan	1
Bukalemun	1	Hediye Kutusu	1		
Bulanık Bir Su	1	Geçmiş	1		
Toplam					**88**

Tablo 2 incelendiğinde katılımcı öğretmen adaylarının gelecek kavramıyla ilişkili birbirinden farklı toplam 88 adet metafor ürettikleri görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının sıklıkla "su" (f=7), "sürpriz yumurta" (f=6), "bilinmezlik" (f=6) ve "kara delik" (f=5) metaforlarını ifade ettikleri tespit edilmiştir. Tablo 3'te ise öğretmen adayları tarafından gelecek kavramına ilişkin metaforlara yönelik kavramsal kategoriler yer almaktadır.

Tablo 3. "Gelecek" kavramına ilişkin geliştirilen metaforların kategorilere göre dağılımı

Kategoriler	**f**	**Metafor**	**Örnek ifadeler**
Belirsizlik ve gizem	30	Uzay, yıldız, evren, sürpriz yumurta, sürpriz kutu, kilitli bir sandık, sandık, kapalı kapı, öğretmen, kara delik, boş bir sayfa, ışığı olmayan mağara, hediye kutusu, ayna, kitap, dizi, sonu güzel biten film, belirsizlik, bilinmezlik, kader, ömür, ahiret, sınav, çöplük, ışık, yokluk, bulanık bir su, siyah beyaz görüntü, merak	*"Gelecek evren gibidir; çünkü bilinmezliği fazladır."* (ÖA106)
Doğa	21	Su, nehir, gökkuşağı, gökyüzü, güneş, okyanus, orman, fidan, ağaç, toprak, çiçek, Karadeniz, meyve olgunlaşması, papatya yaprağı, avokado, karpuz, tohum, kuş, ceylan, sümüklü böcek, bukalemun	*"Gelecek nehir gibidir; çünkü siz isteseniz de istemeseniz de akışı vardır durdurulamaz akar gider."* (ÖA113)
Karanlık ve umutsuzluk	15	Kurumuş ağaç, gece, kâbus, kaygı, korku, çile, karanlık, karanlık bir gece, karanlık tünel, çıkmaz sokak, kuyu, kara kuyu, gri, hapis, ölüm	*"Yaş ilerledikçe yük artıyor, gelecek bir kaygıdır ve bu kaygılar insanı hapseder."* (ÖA71)
Zaman ve değişim	11	Nefes, saat, değişim, geçmiş, insan, çocuk, okul, ben, para, yeni doğmuş bebek, devrim	*"Gelecek nefes gibidir; çünkü nefes alamadığında yaşayamazsın, geleceğini düşünmeden planlamadan yapamazsın."* (ÖA114)
Bilim ve teknoloji	8	Bilim, internet, Newton 3. yasası, teknoloji, yapay zekâ, lego parçaları, çamaşır makinesi, telefon	*"Gelecek bilim gibidir; çünkü değişime açık ve süreklidir."* (ÖA68)
Umut	3	Hayal, umut, aydınlık	*"Gelecek umut gibidir; çünkü ne olacağı asla belli değil, fakat iyi şeylere karşı umutlu olmalıyız."* (ÖA5)

Tablo 3 incelendiğinde "belirsizlik ve gizem" kategorisinin frekans değeri en yüksek (f=29) kategori olduğu görülmektedir. Bu kapsamda öğretmen adayları ürettikleri metaforlar ile geleceğin belirsizlik özelliği gösterdiğini, gelecekte nelerle karşılaşacaklarını bilemediklerinden gelecek kavramının kendileri için gizem kavramını çağrıştırdığını ifade etmişlerdir. Örnek öğretmen adayı görüşleri şöyledir: "*Gelecek hediye kutusu gibidir; çünkü kutunun içinde iyi kötü her şey olabilir, gizemdir."* (ÖA105); *"Gelecek kara delik gibidir; çünkü belirsizlikler içerisinde kaybolmamızı sağlıyor."* (ÖA110). "Doğa" kategorisi Tablo 3'te frekans değeri en yüksek olan (f=21) ikinci kategoridir. Bu kategori kapsamında toplanan metaforların ortak özelliği, geleceğin doğa gibi insan hayatının bir parçası olduğuna, insanın doğaya uyum sağladığı gibi geleceğe da uyum sağlayacağına olan inancı vurgulamalarıdır.

Bu kapsamda ÖA50; *"Gelecek bukalemun gibidir; çünkü her an her ortama her türlü gelişmeye karşı uyum sağlamaktır."* gelecek kavramını insanın doğaya uyumu ile ilişkilendirerek görüşünü açıklamıştır. Benzer şekilde geleceği ağaca benzeten ÖA21; "*Gelecek ağaç gibidir; çünkü bazen yapraklarını döker bazen de çiçek açar."* diyerek yine doğa ile gelecek arasındaki ilişkiyi uyum kavramı üzerinden vurgulamıştır.

"Karanlık ve umutsuzluk" kategorisi diğer kategorilerden farklı olarak katılımcı öğretmen adaylarının geleceğe dair olumsuz algılarını yansıtan kategoridir. Bu kapsamda yer alan metaforların ortak özelliği geleceğe olumsuz bakış açısı ve gelecek algısıdır. Örneğin ÖA45; *"Gelecek kaygı gibidir; çünkü iş, eş, aile, yaşlılık, birçok telaş"* diyerek gelecekte kendisini bekleyen durumlar için bugünden yaşadığı kaygıları ifade etmiştir. Benzer şekilde geleceği çıkmaz sokağa benzeten ÖA74; *"Gelecek çıkmaz sokak gibidir; çünkü bir bilinmezlik içindeyiz, kontrol edebileceğimiz şeyler sınırlı, ne yaparsak yapalım bir noktada tıkanıp kalıyoruz."* diyerek geleceği kontrol etmenin güçlüklerinden bahsederek geleceğe ilişkin olumsuz algısını ifade etmiştir.

"Zaman ve değişim" kategorisinde yer alan metaforların ortak özelliği ise geleceği planlamanın öneminden, geleceğin planlamayla bağlantılı olarak bize deneyim ve tecrübe kazandıracağından bahsetmesidir. Bu kapsamdaki öğretmen adayı görüşleri şöyledir: *"Gelecek okul gibidir; çünkü hayata dair her zaman yeni deneyim ve kazanım sağlar."* (ÖA102); *"Gelecek devrim gibidir; çünkü devrimle başlayan her şey iyi olma yolunda ilerler."* (ÖA94).

"Bilim ve teknoloji" kategorisinde öğretmen adayları bilim, internet, Newton 3. yasası, teknoloji, yapay zekâ, lego parçaları, çamaşır makinesi, telefon metaforlarını ürettikleri belirlenmiştir. Örneğin ÖA24 *"Sürekli güncellenir ve değişir"* diyerek internet ve gelecek arasında nasıl bir bağlantı kurduğunu açıklamıştır.

"Umut" kategorisi ise öğretmen adayları tarafından en az sayıda metafor üretilen kategori olmuştur. Gelecekte kendilerini nelerin beklediğini bilmediklerini ifade eden öğretmen adaylarından ÖA5 bu kategorideki umut metaforunu *"Ne olacağı asla belli değil fakat iyi şeylere karşı umutlu olmalıyız."* şeklinde açıklamıştır.

Tablo 4'te araştırmaya katılan öğretmen adaylarının sıklıkla geleceğini düşündükleri konular/olaylar/durumlara ilişkin görüşlerinin kategorilere dağılımları sunulmaktadır.

Tablo 4. Öğretmen adaylarının sıklıkla geleceğini düşündükleri konu/olay/durumlar

Kategori	Kod	f	Örnek ifadeler
Mesleki gelecek	Mesleğe atanma	57	*"Sıklıkla atanma konusunu düşünüyorum; çünkü emeklerimin heba olmasını istemiyorum." (ÖA4)*
	Mesleki saygınlık	5	*"Öğrencilerin bile değer vermediği bir mesleğe adayım. Değersizleştirilmemesi gerekirdi."* (ÖA7)
	Mesleki gelişim	4	*"Mesleğimle çağın gerekliliğini bir araya getirmek zorundayım."* (ÖA44)
	Toplam	**66**	
Kişisel gelecek	Gelecek yaşam	15	*"Gelecekte nasıl bir hayat beni bekliyor?"* (ÖA62)
	Ekonomik durum	10	*"Parasızlık aileye yük olma durumu beni yoruyor, düşündürüyor."* (ÖA99)
	Aile kurma	5	*"Bir ömür boyu hayatıma devam edeceğim insanın nasıl birisi olacağını düşünüyorum."* (ÖA46)
	Sınavlar	2	*"Alttan dersim var mezun olmak istiyorum."* (ÖA104)
	Aile bağları	2	"*...anne babama hakkıyla bakabilecek miyim bunu düşünüyorum."* (ÖA14)
	Mutlu yaşam	2	*"Çünkü hayatım boyunca mutluluğun peşinden koştum hep. Mutsuz olduğum yerde kalmaya tahammülüm yok."* (ÖA15)

	Geçmiş yaşam	2	*"Yaptığım yanlış seçimleri ya da keşke yapmasaydım dediğim şeyleri düzeltmek için geçmişimi düşünüyorum sürekli. O yanlışlar olmasaydı gelecek nasıl olurdu?"* (ÖA89)
	Ölüm	2	*"Nasıl öleceğimi düşünüyorum, son nefeste gülebilmek isterdim."* (ÖA10)
	Yaşlılık	1	*"Yaşlılığımı çok merak ediyorum."* (ÖA48)
	Fenerbahçe	1	*"Fenerbahçe'nin eski gücünü yakalamasını istiyorum."* (ÖA84)
	Toplam	**42**	
Toplumsal gelecek	Türkiye	11	*"Gidişat tedirgin ediyor."* (ÖA137)
	Toplum	7	*"Düşünmekten yoksun, körü körüne inanan insanlığa ilerliyoruz."* (ÖA106)
	Savaşlar	5	*"Dünyada haksızlık ve adaletsizlik var. Müslümanlar ve İsrail savaşabilir."* (ÖA139)
	Robotik çağ	4	*"Yapay zekâ her yeri ele geçirmiş durumda."* (ÖA138)
	Eğitim sistemi	2	*"Dünyanın geleceği eğitime bağlı, kötü bir eğitim dünyayı mahvedebilir."* (ÖA31)
	Yönetim	1	*"Dünyanın tek bir birey tarafından yönetileceğini düşünüyorum."* (ÖA66)
	Toplam	**30**	

Tablo 3 incelendiğinde katılımcı öğretmen adaylarının sıklıkla geleceğini düşündükleri konu/olay/durumlara ilişkin görüşlerinin "kişisel gelecek", "mesleki gelecek" ve "toplumsal gelecek" olmak üzere üç kategoride toplandığı görülmektedir. Kategoriler arasında frekans değeri en yüksek kategorinin (f=66) "mesleki gelecek" olduğu dikkati çekmektedir. Bu kategoride öğretmen adayları en fazla (f=57) "mesleğe atanma" kodunu dile getirmişlerdir. Bu kod kapsamında görüş açıklayan aday öğretmenler, mesleğe atanma kaygısı yaşadıklarını, yükseköğretimlerini tamamlama aşamasında olduklarından önceliklerinin mesleğe başlayarak yükseköğretim sürecinde gösterdikleri çabayı bir nevi taçlandırmak istediklerini, ancak ülkemizde yaşanan merkezi sınavlardaki sık değişikliklerin kendilerini atanma konusunda endişelendirdiğini ifade etmişlerdir. Örneğin öğretmenlerden biri *"Sıklıkla atanma konusunu düşünüyorum; çünkü emeklerimin heba olmasını istemiyorum."* (ÖA4); bir diğeri *"Sıklıkla mesleği düşünüyorum; çünkü KPSS çok kaygılı olduğu için kaygım arttı, mesleğe başlayabilecek miyim?"* (ÖA51) ve *"Sıklıkla atanma konusunu düşünüyorum; çünkü gelecek kaygım olduğu için sürekli atanıp atanmama durumumu düşünüyorum. Bu konuda bir kaygı ya da korku yaşıyorum,"* (ÖA70) şeklindeki görüşleriyle sıklıkla mesleğe başlama konusunu düşündüklerini dile getirmişlerdir.

"Kişisel gelecek" kategorisinde öğretmen adayları kendi yaşantılarına yönelik konu, olay veya durumların geleceğini düşündüklerini ifade etmekle birlikte bu kategori kapsamında frekans değeri en yüksek olan kod "gelecek yaşam" (f=15)'dır. Bu kod kapsamında görüş belirten öğretmen adayları genel olarak gelecekte kendilerini bekleyen yaşantılar konusunda sık sık düşündüklerini ifade etmişlerdir. Örneğin ÖA71; *"Git gide her şey kötüleşiyor, bu kötü yaşamda kendimi nerede ve nasıl olacağımı sıklıkla düşünüyorum."* şeklinde belirttiği görüşünde gelecekteki yaşantısını merak edip sık sık bu konu düşündüğünü ancak bu düşüncesinin ana nedeninin gelecekte yaşayacağı olumsuz yaşantılar olduğunu ifade etmiştir. Bu kod kapsamında bazı öğretmen adaylarının görüşleri şöyledir: *"Mezun olmak üzere olduğum süreçte beni bekleyen geleceği merak ediyorum"* (ÖA79); *"Gidişatımız ve sistem iç açıcı değil, umut var olamıyorum, gelecek kaygısı taşıyorum"* (ÖA96). "Kişisel gelecek" kategorisinde sıklıkla vurgulana bir diğer kod ise "ekonomik durum" (f=10) kodudur.

Bu kod kapsamında görüşünü belirten 10 katılımcı öğretmen adayının üçü gelecekte çok para kazanıp zengin olmayı hayal ettiklerini ifade ederken, yedisi de mesleğe başlayamadıkları takdirde yaşayacakları ekonomik zorlukları düşündüklerini belirtmişlerdir. Her iki görüşten örnekler şöyledir: *"Sıklıkla zengin olmayı düşünüyorum; çünkü zengin olmak istiyorum"* (ÖA60); *"Sıklıkla geçimimi düşünüyorum; çünkü gelecek kaygım var."* (ÖA90); *"Sıklıkla paranın geleceğini düşünüyorum; çünkü para kazanmak ve ileride zengin olmanın yolları hakkında projeler geliştiriyorum."* (ÖA3).

"Toplumsal gelecek" kategorisi kapsamında ise sıklıkla vurgulanan kodun "Türkiye" (f=11) olduğu görülmektedir. Bu kod kapsamında görüş açıklayan öğretmen adayları ülkemizin geleceği konusunda endişeli olduklarını, ülke yönetiminden, liyakatten, ülke gençlerine verilen değerden ülkede benimsenen yönetim şeklinin işleyişinden yaşadıkları endişeyi dile getirmişlerdir. Örnek görüşler şöyledir: *"Sıklıkla ülkenin geleceğini düşünüyorum; çünkü ülkenin demokratik ortamından endişe duyuyorum."* (ÖA126); *"Sıklıkla Türkiye'nin geleceğini düşünüyorum; çünkü şuan ki durum çok kötü, bugün yarından daha iyidir, liyakatsizlik baş gösteriyor."* (ÖA59); *"Sıklıkla ülkemin geleceğini düşünüyorum; çünkü gençliğin değeri hiçbir zaman bilinmedi."* (ÖA34). Aynı kategori kapsamında dikkat çeken kodlardan biri "robotik çağ" kodudur (f=4). Bu kod kapsamında yapay zekâyı konu edinen dört öğretmen adayı gelecek çağın robot çağı olduğunu ve gelecek toplumları insanların ürettiği yapay zekâ teknolojisi ve robotların şekillendireceğini ve bu konuda yaşadıkları endişeyi ifade etmişlerdir. Bu konuda Ö138 görüşünü şöyle açıklamıştır: *"Sıklıkla yapay zekâyı düşünüyorum; çünkü yapay zekâ kötüye de kullanılabilir."*

SONUÇ ve TARTIŞMA

Öğretmen adaylarının gelecek kavramına yönelik sahip oldukları metaforların ve sıklıkla geleceğe dair neler düşündüklerinin belirlenmesini amaçlayan bu araştırma sonucunda katılımcılar 88 farklı metafor geliştirmişlerdir. Katılımcıların en sık kullandıkları metafor "su" metaforu olmuştur. Bunun yanı sıra, "sürpriz yumurta", "kara delik" ve "bilinmezlik" metaforları da öğretmen adayları tarafından sıkça ifade edilmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen metaforlar değerlendirildiğinde "kurumuş ağaç, gece, kâbus, kaygı, korku, çile, karanlık, karanlık bir gece, karanlık tünel, çıkmaz sokak, kuyu, kara kuyu, gri, hapis, ölüm" şeklindeki 15 metafor dışındaki 73 metaforun olumlu ifadeler içerdiğini söylemek mümkündür. Bu sonuç, öğretmen adaylarının geleceğe dair algılarının olumlu yönde olduğu şeklinde yorumlanabilir. Araştırmanın bu sonucu Uymaz ve Cebeci (2024) tarafından öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen bir başka metafor çalışmasının bulgularıyla örtüşmektedir. Belirtilen araştırma kapsamında öğretmen adayları gelecek kavramıyla ilişkili 54 metafor üretmiş ve bunlardan 6'sının (belirsizlik, bilinmezlik, çukur, uçurum, kara delik ve okyanus) olumsuz; geriye kalan 48 metaforun ise olumlu ifadelere karşılık gelen metaforlar olduğu vurgulanmıştır.

Araştırma kapsamından öğretmen adayları tarafından geliştirilen tüm metaforlar, "belirsizlik ve gizem", "doğa", "karanlık ve umutsuzluk", "zaman ve değişim", "bilim ve teknoloji", "umut" şeklinde 6 kategori şeklinde düzenlenmiştir. Nurmi (2005) bireylerin gelecek algısının beklenti, planlama gibi bazı bilişsel süreçlerin yanı sıra iyimserlik, karamsarlık, umut ve umutsuzluk gibi duygu ve tutumları da içerdiğini belirtmesi ortaya çıkan bu sonucu desteklemektedir. Çalışma bulgularından elde edilen "belirsizlik ve gizem" kategorisi diğer kategoriler arasında en yüksek sayı da metafor içermektedir. Topgül (2017) de gençlerin geleceğe yönelik algılarını araştırmak amacıyla yaptığı çalışmasında, katılımcıların "belirsiz, kitap, kumar, labirent, sürpriz yumurta, nehir, su ve gizem" gibi belirsizlik içeren metaforlar kullandıklarını belirtmiştir. Bu çalışmanın katılımcılarının da gelecek kavramını benzer metaforlarla ifade etmeleri dikkati çekmiştir. Araştırma kapsamında ayrıca öğretmen adaylarına geleceğe dair sıkça düşündükleri konu/olay/durumun ne olduğu sorusu da yöneltilmiştir. Elde edilen veriler neticesinde öğretmen adaylarının sıklıkla "mesleki", "kişisel" ve "toplumsal" geleceğe dair konular üzerine düşündükleri sonucu ortaya çıkmıştır. Yavuzer vd, (2005) tarafından gerçekleştirilen çalışmanın sonucunda da lise ve üniversite öğrencilerinin gelecek dair düşünce ve beklentilerinin mesleki başarı, evlilik, ekonomik kazanç ve toplumsal saygınlık alanlarında yoğunlaştığı dikkati çekmiştir. Araştırma kapsamında, öğretmen adaylarının çoğunun mesleki geleceklerine yönelik düşünce ürettikleri dikkati çekmiştir.

Öğretmen adayları mesleki geleceklerine yönelik ise en fazla "mesleğe atanma" konusunda kaygı ve endişe hissettiklerini; geleceğe dair düşüncelerini bu konu üzerinde yoğunlaştırdıklarını belirtmişlerdir. Araştırma grubunun son sınıfta öğrenim gören öğretmen adaylarından oluşması, katılımcıların her şeyden ziyade geleceğe dair mesleğe atanma konusunda beklentiye sahip olmasının muhtemel bir sonuç olduğu söylenebilir. Atıf-Göçer, (2024) tarafından gerçekleştirilen araştırmanın sonucunda da KPSS sınavı, mülakat ve atanma endişesinin öğretmen adaylarının zihinlerini işgal ettiği; KPSS sınav baskısının olumsuz psikolojik, ekonomik ve eğitsel etkilerinin olduğu ve bunun sonucunda akademik verimsizliğe, sosyal alanda da ümitsizliğe neden olduğu gibi birtakım sonuçlara ulaşılmıştır. Bu çalışmanın yanı sıra alan yazında öğretmen adaylarının mesleğe atanmayla ilgili karamsar ve kaygılı olduklarını vurgulayan bir çok çalışmanın yer aldığı görülmüştür (Aka & Yılmaz, 2018; Arslan vd., 2023; Doğan & Çoban, 2009; Güven & Dak, 2017; Öztekin vd., 2022; Palancıoğlu, 2021; Ulutaş & Güney, 2019; Yılmaz, 2019; Yücel & Buz, 2023).

Araştırma da ayrıca öğretmen adaylarından bazılarının kendi yaşamlarına dair kişisel konular, bazılarının ise yaşadığı ülkenin ve toplumun geleceğine dair toplumsal konular üzerine de düşündükleri belirlenmiştir. Yücel ve Buz (2023) gençlerle gerçekleştirdikleri çalışmalarında, gençlerin gelecek planlarında topluma faydalı olma ülküsü taşıdıklarını; bu bağlamda gençlerin topluma faydalı olmayı bir tür ahde vefa olarak gördüklerini vurgulamışlardır. Çalışmada ayrıca ulusal ve küresel ekonomik krizler, bölgesel ve küresel savaşlar gençlerin geleceğe yönelik umutsuz olmalarının gerekçeleri olarak ifade edilmiştir. Öğretmen adayları da geleceğe dair gerek kişisel gerekse toplumsal konuları düşündüklerinde benzer şekilde umutsuzluk duygusu hissettiklerini belirtmişlerdir. Ancak fütürist yazar Frey (2016), kendi ve toplum refahını düşünen her bireyin gelecek hakkında düşünme becerisi sayesinde yaşamın her alanını değerlendirebileceğini vurgular. Yazar ayrıca, her bireyin mevcut bilgi ve teknolojiyi kullanarak; toplum, kurum ve kendi geleceğine dair vizyon oluşturabileceğine ve kaderini şekillendirebileceğine inanır. İster bireysel ister toplumsal olsun, güçlü bir vizyonun insanlığı ileriye taşıyabileceğinin altını çizer. Gerçek bir vizyona sahip bireylerin "şimdi" üzerinden sürekli harekete geçerek, gelecekteki muhtemel sonuçları şekillendirebileceğini ve değiştirebileceğini savunur. Bu bağlamdan hareketle, öğretmen adaylarının geleceğe dair algılarının ve geleceği şekillendirmeye dair inançlarının bir vizyon etrafında ve bilinçli bir şekilde geliştirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Aka, E. İ., & Yılmaz, M. (2018). Fen bilimleri öğretmen adaylarının atanamama kaygılarının incelenmesi üzerine bir araştırma. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, *5*(1), 105-123.

Baş, T. & Akturan, U. (2013). *Nitel araştırma yöntemleri: Nvivo ile nitel veri analizi, örnekleme, analiz, yorum.* Seçkin Yayıncılık.

Arslan, R., Güçlü, N. T., & Alkın-Şahin, S. (2023). Öğretmen adaylarının mesleki kaygı düzeylerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, *12*(1), 161-171.

Atıf-Göçer, A. (2024). KPSS baskısı, mülakat stresi, atanma endişesi ve bunların kıskacında yürütülen meslek öncesi öğretmen eğitimi üzerine aday öğretmenlerle söyleşi ve görüşmeler. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi, 11*(40), 45-74.

Batar, H., & Göktolga, O. (2017). Gençlerin toplumsal, kültürel ve siyasal hayata katılımı: Malatya Kent Konseyi Gençlik Meclisi örneği. *Gençlik Araştırmaları Dergisi*, *5*(13), 39-58.

Bonner, S. M., Diehl, K. & Trachtman, R. (2020). Teacher belief and agency development in bringing change to scale. *Jornal of Educational Change, 21*, 363–384. https://doi.org/10.1007/s10833-019-09360-4

Darling-Hammond, L. (2016). Research on teaching and teacher education and ıts ınfluences on policy and practice. *Educational Researcher, 45*(2), 83–91. https://doi.org/10.3102/0013189X16639597

Demirbaş, İ., Demir, F. B., & Ulukaya Öteleş, Ü. (2023). Sosyal bilgiler öğretmeni adaylarının gelecek kaygılarının belirlenmesi. *Gençlik Araştırmaları Dergisi, 11*(30), 39-53. https://doi.org/10.52528/genclikarastirmalari.1271105

Doğan, T., & Çoban, A. E. (2009). Eğitim fakültesi öğrencilerinin öğretmenlik mesleğine yönelik tutumları ile kaygı düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Education and Science, 34*(153).

Eckersley R (1999). Dreams and expectations: young people's expected and preferred futures and their significance for education. *Futures, 31*(1), 73–90. https://doi.org/10.1016/S0016-3287(98)00111-6

Frey, T. (2016). *Gelecekle iletişim*. Nail Kitabevi Yayınları.

Ginevra, M. C., Sgaramella, T. M., Ferrari, L., Nota, L., Santilli, S., & Soresi, S. (2017). Visions about future: a new scale assessing optimism, pessimism, and hope in adolescents. *International Journal for Educational and Vocational Guidance, 17,* 187–210. https://doi.org/10.1007/s10775-016-9324-z

Güven, S., & Dak, G. (2017). Öğretmen adaylarının Kamu Personel Seçme Sınavına (KPSS) ilişkin oluşturdukları görsel metaforlar. *Eğitim ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori ve Uygulama, 8*(15), 2-16.

Lachner, A., Jarodzka, H., & Nückles, M. (2016). What makes an expert teacher? Investigating teachers' professional vision and discourse abilities. *Instructional Science, 44*(3), 197–203. http://www.jstor.org/stable/26302957

Lens W., & Tsuzuki M. (2005). The role of motivation and future time perspective in educational and career development. University of Leuven department of psychology Research center of motivation and time perspective research report.

Levrini, O., Tasquier, G., Barelli, E., Laherto, A., Palmgren, E., Branchetti, L., & Wilson, C. (2021). Recognition and operationalization of future-scaffolding skills: Results from an empirical study of a teaching–learning module on climate change and futures thinking. *Science Education*, *105*(2), 281-308.

Miller, R. (2018). *Transforming the future: Anticipation in the 21st century*. UNESCO-Routledge.

Muijs, D., & Reynolds, D. (2015). teachers' beliefs and behaviors: What really matters? The *Journal of Classroom Interaction, 50*(1), 25–40. http://www.jstor.org/stable/44735709

Nurmi, J.-E. (2005). Thinking About and Acting Upon the Future: Development of Future Orientation Across the Life Span. In A. Strathman & J. Joireman (Eds.), *Understanding behavior in the context of time: Theory, research, and application* (pp. 31–57). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Öztekin, A., Kol, V., Taymur, K., Yaray, E., & Sarıyıldız, Y. (2022). Rehberlik ve psikolojik danışmanlık öğretmen adaylarının atanamama kaygılarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Asya Studies*, *6*(19), 71-84.

Palancıoğlu, Ö. V., Şen, M., Coşanay, G., & Aydemir, H. (2021). Eğitim fakültesi öğrencilerinin işsizlik kaygısı. *EJERCongress 2021 Bildiri Kitabı*, 1108-1115.

Stolz, S. (2020). New pathways to the profession and teacher identity development. *Teacher Education Quarterly, 47*(2), 183–186. https://www.jstor.org/stable/26912672

Sherin, M. G., Russ, R., & Colestock, A. (2008). Professional vision in action: An exploratory study. *Issues in Teacher Education, 17*, 27–46.

Topgül, S. (2017). Çalışma ekonomisi ve endüstri ilişkileri öğrencilerinin gelecek, istihdam ve mesleğe ilişkin metaforik algıları. *Çalışma İlişkileri Dergisi, 8*(1), 100-117.

Ulutaş, B. & Güney, E. (2019). Rehberlik ve psikolojik danışmanlık alanı öğrencilerinin gelecek beklentileri: Bir durum çalışması. *Journal of Qualitative Research in Education,* 26, 292-314.

Uymaz, M. & Cebeci, Y. (2024), Öğretmen adaylarının gelecek kavramına ilişkin algılarının metaforlar aracılığıyla belirlenmesi. *Amasya Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi 1*(2), 49-68.

Varış, F. (1996). *Eğitimde program geliştirme: Teori ve teknikler.* Ankara Kitapçılık

Yavuzer, H., Demir, İ., Meşeci, F., & Sertelin, Ç. (2005). Günümüz gençliğinin gelecek beklentileri. *HAYEF Journal of Education*, *2*(2), 93-103.

Yılmaz, A. (2019). Öğretmen adaylarının kariyer streslerinin karma araştırma yaklaşımı ile incelenmesi. *Türk Spor Bilimleri Dergisi*, *2*(1), 93-105.

Yücel, İ., & Buz, S. (2023). Gençlerin gelecek beklentilerinin belirleyicileri. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 12*(4), 1756-1767. https://doi.org/10.37989/gumussagbil.1362640

GAZİANTEP'İN EKONOMİK BÜYÜMESİNDE HALI İHRACATININ ROLÜ: 2005–2023 DÖNEMİ AMPİRİK BİR İNCELEME

Prof. Dr. Taner AKÇACI
Gaziantep Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, Gaziantep, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-5343-0894

Pınar KARAOĞLAN
Gaziantep Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, Gaziantep, Türkiye
ORCID ID: 0009-0004-2217-6557

ÖZET
Türkiye, dünya genelinde özellikle makine halısı üretim ve ihracatında öne çıkan ülkeler arasında yer almakta olup, halı sektörü ülke ihracatında önemli bir paya sahiptir. Türk halı sektörü; modern üretim teknolojileri, yüksek kapasite ve geniş ürün yelpazesi ile uluslararası pazarda güçlü bir konuma sahiptir. Bu ihracat performansının önemli bir kısmı Gaziantep ili tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu çalışma, Türkiye'nin halı ihracatında önemli bir paya sahip olan Gaziantep ilinin halı sektörü üzerinden ihracata katkısını incelemektedir. Araştırmada, Türk halı dokumacılığının tarihçesi ve gelişimi ile Gaziantep halıcılığının sektörel yapısı ele alınmış, 2005–2024 dönemi arasındaki ihracat verileri doğrultusunda Türkiye genelindeki ve Gaziantep özelindeki performans karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Ayrıca, halı ihracatının sürdürülebilir büyüme potansiyeli, istihdama katkısı ve kültürel üretimle etkileşimi değerlendirilmiştir. Çalışma, halı sektörünün bölgesel kalkınmadaki stratejik rolünü ortaya koyarken, gelecek araştırmalar için de çevresel sürdürülebilirlik, rekabetçilik ve marka değerine odaklanan yeni araştırma alanlarına zemin hazırlamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Gaziantep Halı İhracatı, Halı Sektörü, Ekonomik Kalkınma

THE ROLE OF CARPET EXPORTS IN GAZIANTEP'S ECONOMIC GROWTH: AN EMPIRICAL ANALYSIS FOR THE PERIOD 2005–2023

ABSTRACT
This study aims to examine the contributions of Gaziantep's carpet exports to the city's economic structure. Gaziantep, which alone accounts for 67.7% of Turkey's total carpet exports, plays a significant role in the city's economic development through its strong leadership in carpet production and export. The research investigates Gaziantep's contribution to exports via the carpet sector, which holds an important share in Turkey's overall carpet exports. The study covers the history and development of Turkish carpet weaving and analyzes the sectoral structure of carpet production in Gaziantep. Export performance data from 2005 to 2024 are comparatively examined at both national and Gaziantep levels. Additionally, the study evaluates the sustainable growth potential of carpet exports, their impact on employment, and their interaction with cultural production from a multidimensional perspective. While highlighting the strategic role of the carpet sector in regional development, this research also lays the groundwork for future studies focusing on environmental sustainability, competitiveness, and brand value.
Key Words: Gaziantep Carpet Exports, Carpet Industry, Economic Development

1. GİRİŞ
Türkiye, 2024 yılının ilk altı ayında 1 milyar 374 milyon 655 bin dolar değerinde halı ihracatı gerçekleştirmiştir. Bu ihracatın yaklaşık %68'i Gaziantep kaynaklı olup, şehir 944 milyon 693 bin dolarlık ihracat hacmiyle Türkiye'nin halı ihracatındaki liderliğini sürdürmektedir (GAHİB, 2024).

Gaziantep, yalnızca Türkiye'nin değil, dünyanın da en önemli halı üretim merkezlerinden biri olarak konumlanmakta; yüksek üretim kapasitesi, güçlü sanayi altyapısı ve dış pazarlardaki etkinliğiyle dikkat çekmektedir. Halı sektörü, şehrin sanayi kimliğinin temel unsurlarından biri haline gelmiş ve bölgenin ekonomik dinamizmini belirleyen başlıca sektörlerden biri olmuştur.2024 yılının ilk yarısında Gaziantep'ten ABD'ye 293 milyon dolar, Suudi Arabistan'a 119 milyon dolar ve Irak'a 81 milyon dolar tutarında halı ihracatı yapılmıştır. Bu veriler, bölgesel üretimin küresel piyasalarda ne denli güçlü bir karşılık bulduğunu ortaya koymaktadır. Güneydoğu Anadolu Halı İhracatçıları Birliği (GAHİB), 2024 yılının ilk altı ayında gerçekleştirdiği 930 milyon 877 bin dolarlık ihracatla Türkiye'deki ihracatçı birlikleri arasında ilk sırada yer almakta olup, bir önceki yılın aynı dönemine göre %10,3'lük bir artış elde etmiştir (T.C. Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı, 2024). Bu veriler hem üretim kapasitesinin geliştiğini hem de pazar çeşitliliğinin arttığını göstermektedir. Gaziantep'in halıcılık sektörü, ekonomik boyutunun yanı sıra sosyal, kültürel ve istihdam açısından da çok yönlü bir rol üstlenmektedir. Yüksek ihracat potansiyeli sayesinde kent ekonomisine önemli bir döviz girdisi sağlamakta, aynı zamanda binlerce kişiye doğrudan ve dolaylı istihdam olanağı sunmaktadır. Halıcılık, şehirdeki aile işletmeleri, küçük ve orta ölçekli üreticiler ile büyük fabrikalar arasında güçlü bir üretim ağı oluşturarak hem kırsal hem de kentsel kalkınmaya katkı sağlamaktadır. Kültürel anlamda ise halıcılık, Gaziantep'in tarihsel ve sanatsal mirasının taşıyıcısı konumundadır. Geleneksel motiflerin, dokuma tekniklerinin ve desen anlayışlarının modern üretim yöntemleriyle bütünleşmesi, kültürel devamlılığın sürdürülebilirliğine hizmet etmektedir. El dokuması ve makineli halılar, yerel estetik değerleri küresel pazarlarla buluşturarak kültürel diplomasinin bir aracı haline gelmiştir. Halı sektörü, bu yönüyle yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda kültürel bir ihraç kalemi olarak da değerlendirilebilir.
Bu çalışmada, öncelikle Türk halı dokumacılığının tarihçesi ve gelişim süreci ele alınmış; geleneksel üretimden modern sanayi üretimine geçişte yaşanan dönüşüm incelenmiştir. Ardından, Gaziantep halı dokumacılığı sektörünün genel yapısı, üretim kapasitesi, teknolojik altyapısı ve istihdam potansiyeli değerlendirilmiştir. Son olarak, 2005–2024 dönemine ait dış ticaret verileri doğrultusunda Türkiye geneli ile Gaziantep ili özelinde halı ihracatı rakamları karşılaştırılmış ve Gaziantep'in sektördeki güçlü yönleri ortaya konmuştur. Böylece hem sektörel bir durum analizi yapılmış hem de Gaziantep'in halı ihracatındaki belirleyici rolü çok boyutlu olarak açıklanmaya çalışılmıştır.

2. TÜRK HALI DOKUMACILIĞININ TARİHÇESİ VE GELİŞİMİ

Halının kökeni, Türk topluluklarının yerleştiği bölgelere kadar uzanmaktadır. Halının veya dokumanın ilk adı olan "kah" kelimesinin eski Farsça kaynaklarda yer almaması ve Türkçe Kelime Üretme Sözlüğü'nde bulunması, halının bir Türk buluşu olabileceğine dair bir gösterge olarak değerlendirilmektedir. (Görgünay, 2010). Halı dokumacılığı, Türk kültürünün köklü el sanatlarından biri olup, tarihsel geçmişi binlerce yıl öncesine dayanmaktadır. Çatalhöyük kazılarında bulunan doğal boyalarla boyanmış dokuma parçaları, Anadolu'daki halı dokumacılığının tarihsel derinliğini ortaya koymaktadır (Okçu, 2019). Göçebe yaşam tarzını benimseyen Türkler, halı ve kilimleri sadece yaşam alanlarını temiz tutmak, ısınma sağlamak ve estetik değer katmak için değil, aynı zamanda kültürel kimliklerini yansıtan birer sanat formu olarak geliştirmiştir. Pazırık halısı (Bkz. fotoğraf 1), halı dokumacılığının en eski örneklerinden biri olarak, Türk halıcılığının kökenlerine ışık tutan önemli bir buluntudur. M.Ö. 5.-4. yüzyılda Orta Asya'daki Pazırık Kurganları'nda yapılan kazılar sonucunda ortaya çıkan bu halının, Hun Türklerine ait olduğu düşünülmektedir (Aslanapa, 1987). Dünyanın ilk düğümlü halısı olarak kabul edilen Pazırık halısı, halı dokumacılığının evrimini anlamada kritik bir referans kaynağıdır (Öztürk, 2016). Halının desenleri, Türklerin ileri düzeydeki dokuma tekniklerini, kültürel sembollerle doğaya olan bağlılıklarını ve sanatsal anlayışlarını yansıtmaktadır (Doğan, 2018). Hayvan figürleri, bitkisel motifler ve geometrik şekiller, Türk kültürünün zenginliğini ve estetik anlayışını gözler önüne sermektedir. Pazırık halısının karmaşık desenleri ve yüksek işçilik düzeyi, dönemin Türklerinin teknik becerilerini ve sanatsal vizyonlarını açıkça ortaya koymaktadır. Bugün St. Petersburg Hermitage Müzesi'nde sergilenen Pazırık halısı, Türk halıcılığının evrimini anlamada önemli bir kaynak olarak kabul edilmektedir (Yılmaz, 2017).

Fotoğraf 1: Pazırık Halısı, (St. Petersburg Hermitage Müzesi)

Anadolu'da halı dokumacılığı geleneği, Orta Asya'dan göç eden Türklerle başlamış ve diğer Asya Türk devletlerine de yayılmıştır. Selçuklu ve Beylikler dönemlerinde bu sanat daha da gelişmiş, Osmanlı İmparatorluğu'na kadar önemli bir evrim geçirmiştir. Bu dönemde özellikle Batı Anadolu'da hayvan figürleriyle süslenmiş halılar üretilmiş ve bu gelenek günümüzde Manisa, Aydın, Konya ve Aksaray gibi bölgelerde yaşatılmaktadır. Osmanlı İmparatorluğu'nda ise saray atölyelerinde üretilen zengin motiflere sahip halılar öne çıkmış ve İran halılarının etkisiyle madalyonlu halılar popülerleşmiştir. Ancak, Osmanlı halıları kendine özgü desenler ve renklerle tanınmıştır. (Deniz, 2008).

XIV. ve XV. yüzyıl Anadolu halılarının çoğunda, sekizgen, altıgen ve eşkenar dörtgen şekilli motifler dağınık bir şekilde yerleştirilmiştir. Bu motif düzeni, XIII. yüzyıl Konya halıları ve XVI. yüzyıldaki "Holbein Halıları" ile de benzerlik göstermektedir. XIV. yüzyılın sonlarına doğru, halılarda tek bir hayvan figürü, örneğin tek kuş, kartal veya dört ayaklı hayvan figürleri görülürken, XV. yüzyılın başlarında bu figürler çift olarak tasvir edilmeye başlanmıştır. Bu gelişimin ardından, yan yana duran benzer iki hayvanın birbirine saldırdığı hareketli kompozisyonlar ortaya çıkmıştır (Görgünay, 2010).

XVI. ve XVII. yüzyıl halı tarihi, Türk halıcılığının gelişiminde önemli bir dönemi temsil etmektedir. Orta Asya'dan Anadolu'ya taşınan halıcılık geleneği, Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinde en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Selçuklular, Konya'daki büyük cami ve saraylarda kullanılan görkemli halılarıyla tanınırken, Osmanlılar bu geleneği saraylarında devam ettirmiş ve XVI. yüzyılda klasik dönemin muazzam halı örnekleri ortaya çıkmıştır. Özellikle Uşak halıları, bu dönemde Avrupa'ya ihraç edilerek büyük bir ün kazanmış, batılı aristokratlar ve kiliseler tarafından sipariş edilmiştir. Ayrıca, Osmanlı İmparatorluğu'nda saray atölyelerinde üretilen halılar, dönemin sanatını yansıtan önemli eserler arasında yer almıştır. Bu dönemde, halı desenlerinde Mısır, İran ve yerel Anadolu motiflerinin etkisiyle zengin bir çeşitlilik ortaya çıkmıştır (Tezcan, 2023). 17. yüzyıldan itibaren seccadelerin yaygınlaşmasıyla Türk halı sanatının klasik dönemi sona ermiş ve Uşak'ta yıldızlı halılar üretilmeye başlanmıştır. Bu halıların ayırt edici özelliği, sekiz kollu yıldız figürleriyle bezeli motifleridir (Deniz, 2008).

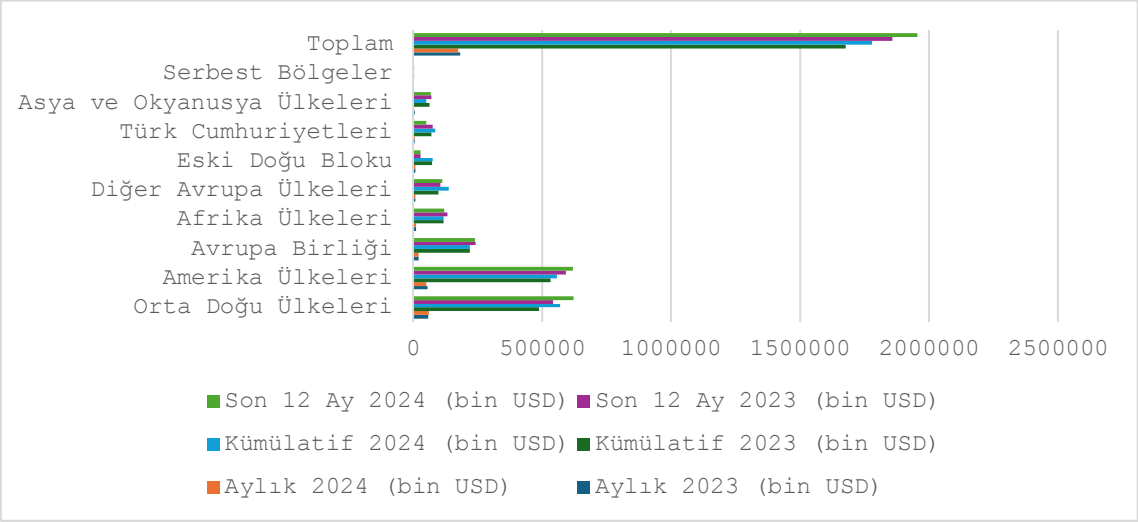
XVIII. yüzyılın ortalarından itibaren, Türk halı sektöründe makineleşme süreci yaşanmış ve bu dönemde, el dokuma halılarının yanı sıra makine halıları da üretilmeye başlanmıştır (Öztürk, 2016). Makine halılarının üretimi, sektördeki verimliliği artırmış ve daha uygun fiyatlı halıların üretilmesini sağlamıştır (Yılmaz, 2017). XIX. yüzyıldan sonra, özellikle Batı Anadolu'da büyük halı atölyelerinin kurulması ve artan Avrupa talebi ile Türk halı sektöründe ticarileşme süreci başlamıştır. (Yılmaz, 2017). 1970'lerden itibaren makine halısı üretimi hızla artmıştır.1980'lerde makine halıcılığı alanında önemli bir üretim artışı görülmüş ve Gaziantep'te devlet destekli ithalat yoluyla getirilen dokuma makineleri iç talebi karşılamıştır. Bu dönemde, işçilik maliyetlerindeki düşüş, makine halılarının ihracatını da artırmıştır 1980'lerde başlayan şirketleşme, 1990'lardan itibaren iç piyasa ve ihracatta karşılığını buldukça hızlanmıştır. 1990'lardan itibaren kurumsallaşma ve markalaşma çalışmaları hız kazanmıştır. Türkiye'de makine halılarının üretim ve kullanım oranı her geçen yıl artmaktadır (Öztürk, 2021). Halı, dayanıklı tüketim malı olmaktan çıkıp bir dekorasyon ürünü olmaya doğru evrilmektedir. Bu değişim, halıya bakış açısını değiştirmiş ve tüketicilerin tercihlerinde marka ve marka kültürü ön plana çıkmıştır. Teknolojideki hızlı değişim, halıda kalite, renk ve desen unsurlarının bölgesel olarak farklılaşmasına ve tüketicilerin farklılaşan beklentilerine göre yeni üretim tekniklerinin geliştirilmesine katkı sağlamıştır (GAHİB, 2014).

Halı, yüzyıllar boyunca Türk kültürünün önemli bir parçası olmuş; yalnızca bir zemin örtüsü değil, aynı zamanda kültürel değerlerin, inançların ve yaşam biçimlerinin bir ifadesi olarak hizmet etmiştir. Türk toplumu, sosyal konumunu, geleneklerini ve duygularını halı motifleri aracılığıyla yansıtmıştır. Yayla ve bozkır yaşamında deneyimlenen sevinç, acı, özlem ve törenler; halılara işlenen motiflerle somutlaştırılmıştır. Örneğin, Pazırık halısında yer alan ters yönde dönme hareketi motifinin ölümle ilişkilendirilmesi bu sembolik anlatıma örnek teşkil etmektedir (Deniz, 1995). Bu yönüyle halı, Türk kültürünün yazılı olmayan tarihini yansıtan bir tür belgesel niteliği taşımaktadır (Demirbulak, 2022). Halılarda kullanılan motifler, yalnızca estetik unsurlar değil; aynı zamanda Türklerin inanç sistemlerini, dünya görüşlerini ve yaşam biçimlerini ifade eden anlam yüklü sembollerdir (Özdinç, 2019)

3. GAZİANTEP İLİ HALI DOKUMACILIĞI SEKTÖRÜNÜN GENEL YAPISI

Halıcılık, geçmişten günümüze hem ekonomik hem de kültürel açıdan büyük bir öneme sahip olmuştur ve bu alandaki üretim ağırlıklı olarak Gaziantep'te yapılmaktadır. Şehir, özellikle makine halısı üretimi için yaptığı yatırımlar ile küresel bir üretim merkezi haline gelmiştir. Gaziantep'te halı dokumacılığı, başlangıçta geleneksel kumaşlar olan kutnu, aba, Antep bezi ve kişmirin el tezgahlarında dokunmasıyla başlamıştır. 1960'ların ortalarından itibaren ise üretim çeşitlenmiş ve kotil, havlu ve pike gibi ürünler üretilmeye başlanmıştır. Motorlu kilim dokuma tezgahlarının kullanıma girmesiyle seri üretim başlamış, 1970'lerin sonunda ise orlon ipliğiyle üretilen ilk halılar dokunarak, kartonlu jakar makinesiyle desenli halılar üretilmeye başlanmıştır. Bu yeni teknolojiler, 1980'lerde Gaziantep'teki yerli ustalar tarafından üretilmeye başlanmış ve böylece ithalatın son bulmasına ve Gaziantep'in makine halıcılığındaki liderliğinin pekişmesine yol açmıştır (Desenlife, 2024).

Türkiye, dünyadaki tüm parça dokuma makine halısı ihracatının %63,9'unu gerçekleştirmektedir. Gaziantep'in bu ihracattaki payı %57 olarak belirtilmektedir. Halı sektöründe, üretilen miktarlar ve ihracat rakamları son yıllarda artış göstermektedir. Halı sektörü hem iç piyasada hem de dış piyasada faaliyet göstermektedir. Gaziantep'teki firmaların %90'ı dış piyasaya yönelik üretim yapmaktadır. ABD, Almanya, İngiltere, Kanada, Arjantin, Japonya ve Suudi Arabistan gibi ülkeler, halı ihracatında hedef pazarlar olarak belirlenmiştir (GAHİB, 2014). GAHİB veri tabanından alınan halı istatistikleri son raporuna (Ocak-Kasım 2024) göre Gaziantep'in ülke grupları ve ülkeler bazında halı ihracatı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1: Gaziantep'in Ülke Bazında Halı İhracatı

Şekil 1'e ait 2023 ve 2024 yıllarına ait halı ihracatı verileri, Türkiye'nin farklı bölge gruplarıyla olan ekonomik ilişkilerinde dikkat çekici eğilimler ortaya koymaktadır. Orta Doğu ülkeleri, hem kümülatif hem de son 12 aylık verilere göre en yüksek artışı göstererek Türkiye'nin ihracatında öne çıkan bir pazar olmuştur. Amerika ülkeleriyle ticaret ise uzun vadede istikrarlı bir artış sergilemiştir. Diğer Avrupa ülkeleri ve Türk Cumhuriyetleri'ne yönelik ihracatta da kayda değer artışlar görülürken, Avrupa Birliği ve Afrika ülkeleriyle olan ticaret hacmi büyük ölçüde sabit kalmıştır. Asya ve Okyanusya ülkeleriyle yapılan ihracatta ise belirgin bir gerileme söz konusudur. Genel olarak değerlendirildiğinde, 2024 yılında Türkiye'nin toplam dış ticaret hacminde yükseliş eğilimi sürmektedir. GAİB 2024 halı istatistikleri raporuna göre ihracat miktarı:

- Gaziantep, 626.508 kg ağırlığında ve 374.652,09 metrekare büyüklüğünde halı ihracatı gerçekleştirmiştir.
- Bu rakamlar, Gaziantep'in halı sektöründe büyük bir ticaret hacmine sahip olduğunu göstermektedir.

İhracat Yapılan Ülke Sayısı:

- Gaziantep, 143 farklı ülkeye halı ihraç etmiştir. Bu durum, şehrin küresel pazarda geniş bir erişime ve güçlü bir ihracat kapasitesine sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

En Büyük Pazar: Amerika Birleşik Devletleri (ABD):

- ABD, Gaziantep'in halı ihracatında %29,6'lık bir pay ile en büyük pazar konumundadır.
- ABD'ye yapılan 578.195 FOB USD'lik ihracat, yerel üreticilerin bu pazarda rekabetçi ve kaliteli ürünler sunduğunu göstermektedir.

Bölgesel Birlikler Bazında İhracat:

- GAİB (Güneydoğu Anadolu İhracatçı Birlikleri), toplam ihracatın %68'ini gerçekleştirerek 1.956.408 FOB USD değerinde halı ihracatı yapmıştır.
- GAİB'in bu oranı, sektördeki liderliğini pekiştirmektedir.

İkinci Sıradaki Birlik:

İTKİB (İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçı Birlikleri), 669.759 FOB USD'lik ihracatla ikinci sırada yer almıştır. Bu durum, GAİB'in halı ihracatında dominant bir rol oynadığını göstermektedir.

- Gaziantep, 1.980.191 FOB USD'lik ihracat değeriyle Türkiye'nin en büyük halı ihracat merkezi konumundadır.
- Karşılaştırma yapıldığında, İstanbul'un ihracatı 672.378 FOB USD olup, Gaziantep'in liderliği açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

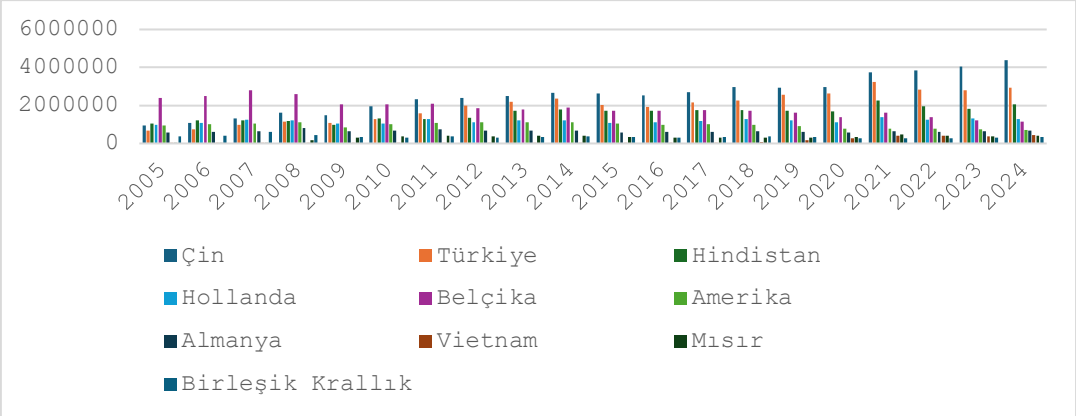
Sonuç olarak, Gaziantep'in halı ihracatındaki bu güçlü performansı, şehrin sadece Türkiye'de değil, küresel pazarda da halı üretim ve ticaretinde ne denli önemli bir merkez olduğunu ortaya koymaktadır.

Gaziantep, halı sektöründe üretim kapasitesini ve pazar çeşitliliğini artırarak küresel ticaretteki rekabetçi konumunu sürdürmeye devam etmektedir.

Gaziantep, halı ve kilim sektörü Gaziantep sanayisinde; 374 Mühendis, 368 Teknisyen, 1476 Usta, 29613 İşçi ve 3724 İdari Personelle toplamda yaklaşık 36000 kişilik dev bir istihdam yaratmıştır. Halı ve kilim sektöründe faaliyet gösteren 586 firma bulunurken, bunların 260'ı makine halısı ve diğer halı imalat sanayinde üretim yapmaktadır. Gaziantep'teki üretici firmaların büyük çoğunluğu Organize Sanayi Bölgelerinde yer almaktadır (GSO, 2021). Üretim kapasitesi açısından Gaziantep, İstanbul'dan sonra ikinci sırada yer almaktadır. İstanbul'daki firmaların %69,67'si, Gaziantep'teki firmaların ise %10,65'i halı sektöründe faaliyet göstermektedir. Bu bağlamda Gaziantep, daha az sayıda firma ve personel ile daha fazla üretim kapasitesine sahip olarak diğer illerden ayrılmaktadır. Gaziantep'te yaklaşık 1500 halı dokuma makinesi bulunmaktadır (GSO, 2021). Bir halı dokuma tezgahının fiyatı yaklaşık 1 milyon Euro civarındadır. (T.C Ticaret Bakanlığı, 2024). GAİB 2020 bankalar raporuna göre Dünyada yaklaşık 4.000 adet halı tezgahı bulunurken, bu tezgahların 1.500 adedi Türkiye'de ve bunlardan 1.400'ü Gaziantep'tedir. Bu, dünya genelindeki toplam tezgahların %35'inin Gaziantep'te bulunduğu anlamına gelmektedir (GAİB, 2020).

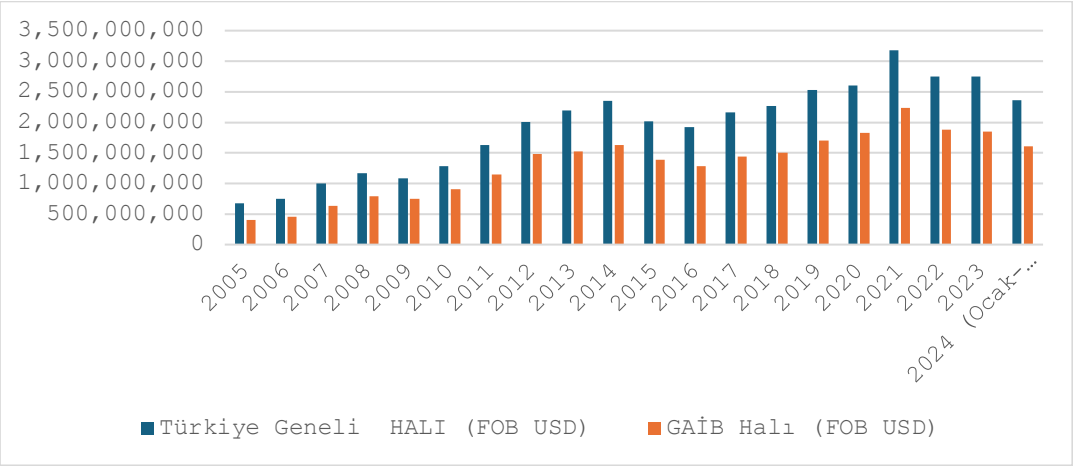
4. 2005-2024 DÖNEMİNDE TÜRKİYE VE GAZİANTEP HALI İHRACATININ İNCELENMESİ

Halı sektörü, Türkiye ekonomisi açısından büyük bir öneme sahiptir. Türkiye, dünya halı ihracatında üst sıralarda yer almakta ve dokuma halı üretiminde dünyanın en büyük tedarikçi ülkelerinden biri olarak öne çıkmaktadır (Bashimov, 2017). Trade Map verilerinden elde edilen bilgilere dayalı olarak oluşturulan Şekil 2'ye göre, Türkiye, 2021 yılı itibarıyla dünya genelinde yaklaşık 3,24 milyar ABD doları tutarında halı ihracatı gerçekleştirerek küresel sıralamada ikinci sırada yer almıştır. Ancak 2022 ve 2023 yıllarında ihracat değerlerinde kısmi bir düşüş eğilimi gözlemlenmiş, buna rağmen Türkiye bu dönemde de Çin'in ardından ikinci en büyük halı ihracatçısı olma konumunu korumayı başarmıştır. 2024 yılı verileri, Türkiye'nin ihracatında yeniden bir toparlanma eğilimi olduğunu ve ihracat değerinin yaklaşık 2,93 milyar dolara yükseldiğini göstermektedir. Bu durum, Türkiye'nin küresel halı sektöründe hâlâ güçlü bir aktör olduğunu ve dünya genelindeki talep dalgalanmalarına karşı görece dirençli bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle Gaziantep gibi üretim merkezleri, Türkiye'nin ihracat kapasitesine önemli katkılar sunmakta; yerel üreticiler, yüksek kalite standartları ve rekabetçi fiyat avantajları sayesinde küresel pazarda güçlü bir konum elde etmektedir. Ayrıca, Türkiye'nin halı ihracatında zaman içinde yaşanan artış, yalnızca miktar bazında değil, aynı zamanda teknolojik gelişmeler, tasarım kalitesi ve ürün çeşitliliği açısından da önemli ilerlemelere işaret etmektedir. Bu bağlamda, Türkiye'nin dünya halı ihracatındaki istikrarlı konumu, sektörün sadece ekonomik değil, aynı zamanda kültürel ve sanatsal bir değer olarak da stratejik önem taşıdığını göstermektedir. (Trade Map, 2024).



Şekil 2: 2005-2024 Yılları Dünya Halı İhracatında Türkiye'nin Konumu
Kaynak: Trade Map

Türk halı sektörü, teknolojik yenilikleri benimseyerek üretim süreçlerinde kayda değer ilerlemeler kaydetmiştir. Türkiye, halı üretiminde esneklik, kalite ve hızlı tedarik konularında önemli avantajlar sunmaktadır. Bu esneklik sayesinde Türk firmaları, müşterilerin özel taleplerine göre kalite ve miktar bakımından çeşitli üretimler gerçekleştirebilmekte, bu da küresel pazarda rekabet gücünü artırmaktadır (GAİB, 2020). Bu rekabet gücü, yalnızca ulusal düzeyde değil, aynı zamanda bölgesel üretim merkezleri açısından da belirleyici bir yapıya sahiptir. Bu bağlamda, Türkiye'nin halı ihracatındaki liderliğinde Gaziantep ili baş rol oynamaktadır. Şekil 3'te 2005 ve 2024 yılları arası Türkiye halı ihracatı ve Gaziantep halı ihraçtı karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



Şekil 3: Türkiye Halı İhracatında Gaziantep'in Konumu
Kaynak: GAİB, 2024

Şekil 3, 2005–2024 (Ekim ayı sonu itibarıyla) dönemine ait ihracat verileri incelendiğinde, Türkiye'nin halı sektörü ihracatında genel olarak istikrarlı bir artış eğilimi sergilediği görülmektedir. 2005 yılında Türkiye genelinde 670,6 milyon USD olan halı ihracatı, 2021 yılında zirveye ulaşarak 3,17 milyar USD seviyesine çıkmıştır. Ancak 2022 ve 2023 yıllarında bu değerde kısmi bir düşüş yaşanmış ve sırasıyla 2,75 milyar USD civarında sabitlenmiştir. 2024 yılı için Ocak–Ekim dönemi verisi 2,36 milyar USD olup, yıl sonu itibarıyla önceki yıllarla benzer bir seviyeye ulaşabileceği öngörülmektedir. Bu genel eğilim içerisinde GAİB (Güneydoğu Anadolu İhracatçı Birlikleri), Türkiye'nin toplam halı ihracatında açık ara lider konumundadır. 2005 yılında 400 milyon USD olan GAİB'in ihracatı, 2021 yılında 2,23 milyar USD'ye ulaşmış ve bu değer, Türkiye genel ihracatının yaklaşık %70'ine denk gelmiştir. 2023 yılında GAİB'in ihracat değeri 1,85 milyar USD olurken, Ocak–Ekim 2024 verisi 1,6 milyar USD düzeyindedir. Bu durum, Gaziantep başta olmak üzere GAİB bünyesindeki illerin halı üretiminde uzmanlaşmış ve yüksek kapasiteye sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle 2010 sonrası dönemde GAİB'in Türkiye genel ihracatı içindeki payının belirgin şekilde arttığı dikkat çekmektedir. 2012 yılında GAİB'in Türkiye halı ihracatındaki payı %73,6 ile zirve yapmış; sonraki yıllarda da bu oran genellikle %65–70 bandında seyretmiştir. Bu bağlamda, GAİB yalnızca bölgesel bir birlik değil, aynı zamanda Türkiye'nin halı ihracatındaki lokomotif güçlerinden biridir. Bu eğilim, Türkiye halı sektörünün bölgesel yoğunlaşma özelliğini ortaya koymakta; üretim ve ihracat kapasitesinin büyük ölçüde Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, özellikle Gaziantep'te toplandığını göstermektedir. GAİB'in güçlü performansı, bölgedeki firmaların uluslararası rekabette etkinliği, teknolojik altyapı yatırımları ve lojistik avantajlar ile doğrudan ilişkilidir. Aynı zamanda, bu birlik aracılığıyla yürütülen dış pazar stratejileri ve markalaşma faaliyetleri, ihracat performansının sürdürülebilirliğinde önemli rol oynamaktadır.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Türkiye'nin halı dokumacılığı sektörü, tarihsel kökleri ve kültürel mirasıyla şekillenmiş olmakla birlikte, günümüzde ihracat odaklı yapısıyla ülke ekonomisine stratejik düzeyde katkı sunan bir endüstri haline gelmiştir. Özellikle 2000'li yıllardan sonra artan üretim kapasitesi, teknolojik yatırımlar ve dış pazarlara erişimdeki genişleme sayesinde Türkiye, dünya halı ihracatında Çin'in ardından ikinci sıradaki yerini korumaktadır. Bu başarıda, üretim kalitesi, esneklik, hızlı teslimat yeteneği ve müşteri odaklı üretim gibi faktörler belirleyici olmuştur. Bu genel tablo içinde Gaziantep, Türkiye halı sektörünün açık ara en güçlü üretim ve ihracat merkezi olarak öne çıkmaktadır. 2024 yılı itibarıyla Türkiye'nin toplam halı ihracatının yaklaşık %67,7'si Gaziantep'ten gerçekleştirilmiş; kent, 944 milyon USD düzeyindeki ihracatıyla liderliğini sürdürmüştür. Gaziantep'in bu konumu, sadece üretim hacmiyle değil, aynı zamanda nitelikli iş gücü, sanayi altyapısı, ihracatçı birliklerinin koordinasyonu (özellikle GAHİB ve GAİB) ve gelişmiş lojistik olanaklarla da desteklenmektedir. Gaziantep'teki halı üretimi, bölge halkı için önemli bir istihdam kaynağı oluşturmakta, sosyal ve ekonomik kalkınmaya doğrudan katkı sağlamaktadır.

Bununla birlikte, sektörün sürdürülebilirliğini sağlamak adına bazı yapısal ve stratejik önlemler de kritik önem taşımaktadır. Küresel rekabetin giderek yoğunlaştığı bir ortamda, özellikle Çin ve Hindistan gibi ülkelerin pazar paylarını artırması, Türkiye'nin ihracat pozisyonunu tehdit etmektedir. Bu nedenle, sektörün dijitalleşme, yeşil üretim ve marka değeri oluşturma gibi alanlara yönelerek uzun vadeli rekabet gücünü artırması gerekmektedir. Ayrıca, yeni pazarlara açılım, tasarım ve Ar-Ge faaliyetlerinin desteklenmesi, ürün çeşitliliğinin artırılması ve yüksek katma değerli ürünlere yönelme gibi stratejiler, Türkiye'nin sektördeki liderliğini koruması açısından büyük önem taşımaktadır. Öte yandan, halı sektörü yalnızca ekonomik bir alan değil, aynı zamanda kültürel üretimin taşıyıcısı konumundadır. Özellikle Gaziantep'te geleneksel halı dokuma tekniklerinin modern üretimle harmanlanması, bölgenin kültürel mirasının korunmasına ve tanıtılmasına olanak sağlamaktadır. Bu bağlamda, halıcılığın kültürel boyutunun da sürdürülebilirlik politikalarına entegre edilmesi, sektörün özgünlüğünü ve uluslararası pazarlardaki farklılaşma gücünü artıracaktır.

Sonuç olarak, Türkiye'nin halı sektörü, hem ekonomik hem de kültürel açılardan çok katmanlı bir öneme sahiptir. Gaziantep özelinde elde edilen başarılar, Türkiye'nin halı sektöründeki küresel rolünü güçlendirmekte ve aynı zamanda yerel kalkınmanın sürdürülebilirliğine katkı sunmaktadır. Sektörün mevcut potansiyelini daha ileriye taşımak için teknoloji, eğitim, tasarım ve uluslararası pazarlama alanlarında bütüncül bir stratejiye ihtiyaç duyulmaktadır. Gaziantep örneği, bu stratejilerin doğru uygulanması halinde, yerel bir üretim merkezinin küresel ölçekte nasıl bir başarı öyküsüne dönüşebileceğini göstermektedir.

Gelecek Araştırmacılar İçin Öneriler

Bu çalışma, Gaziantep halı sektörü özelinde gerçekleştirilen ihracat analizleriyle hem Türkiye ekonomisinin sektörel yapısına ışık tutmuş hem de bölgesel kalkınma politikalarının değerlendirilmesine katkı sağlamıştır. 2005–2024 dönemine ait veriler ışığında ortaya konulan bulgular, Gaziantep'in halı ihracatında sahip olduğu öncü rolü, istihdam ve üretim kapasitesiyle nasıl pekiştirdiğini göstermiştir. Ayrıca, halı sektörünün kültürel miras ve ekonomik kalkınma arasındaki bağlantıyı nasıl taşıdığı da çok boyutlu olarak ele alınmıştır.

Bu bağlamda, gelecek çalışmalara yönelik öneriler arasında şu hususlar öne çıkmaktadır: Halı sektöründe yeşil üretim, çevresel sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi prensiplerinin uygulanabilirliği üzerine derinlemesine analizler yapılabilir. Gaziantep dışındaki illerdeki halı üreticileri ile karşılaştırmalı çalışmalar yürütülerek, rekabet avantajları ve bölgesel farklılıklar incelenebilir. Halı sektörünün uluslararası marka değerine katkısı, kültürel diplomasi aracı olarak kullanımı ve uluslararası ticaret stratejileriyle entegrasyonu gibi alanlarda da çalışmalar yapılması hem akademik literatüre hem de politika yapıcılara katkı sunacaktır. Ayrıca, mikro düzeyde firma bazlı veriler ile yapılacak analizler, sektördeki verimlilik, yenilikçilik ve dış pazarlara açılım stratejileri konusunda daha derinlemesine bilgiler sağlayabilir. Bu yönleriyle çalışma, halı sektörünün ekonomik, kültürel ve stratejik potansiyelini anlamaya yönelik ileriki araştırmalar için sağlam bir temel sunmaktadır.

KAYNAKÇA

Aslanapa, O. (1987). Türk Halı Sanatının Bin Yılı. Eren Yayıncılık.

Bashimov, G. (2017). Halı sektöründe karşılaştırmalı üstünlük: Türkiye, Çin ve Hindistan örneği. *İktisadi Yenilik Dergisi*, 4(3), 39. Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/325847

Çağlayan-Akay, E. (2021). Ekonometrik araştırma makalesinin yazılmasına ilişkin notlar. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 42(Özel sayı 1), Ö63-Ö74. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1307574

Demirbulak, A. (2022). Türk Halı Sanatının Gelişimi. Uluslararası Beşeri Ve Sosyal Bilimler İnceleme Dergisi, 6(1), 66-70. https://doi.org/10.55243/ihssr.1130414

Deniz, B. (2005). Anadolu- Türk Halı Sanatının Kaynakları. Sanat Tarihi Dergisi, 14(1), 79-103. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/akdenizsanat/issue/27687/291875

Desen Life. (2024, November 28). Halının başkenti: Gaziantep. Desen Life. Erişim adresi: https://www.desenlife.com/halinin-baskenti-gaziantep

Doğan, H. (2018, Nisan 25). Türklerden dünyaya yayılan halı ve kilimler her motifte ayrı bir hikâye barındırıyor. Türk Tarım ve Orman Bakanlığı. Erişim adresi http://www.turktarim.gov.tr/Haber/59/turklerden-dunyaya-yayilan-hali-ve-kilimler-her-motifte-ayri-bir-hikaye-barindiriyor

GAHİB. Güneydoğu Anadolu Halı İhracatçıları Birliği. (2024). Halı ihracat raporu 2024. Güneydoğu Anadolu Halı İhracatçıları Birliği. Erişim adresi: https://www.gaib.org.tr/tr/hali.html

GAHİB. Güneydoğu Anadolu Halı İhracatçıları Birliği. (2011). Türkiye dokuma makine halıcılık sektörü: envanter, projeksiyon ve analiz, Gaziantep

GAHİB. Güneydoğu Anadolu Halı İhracatçıları Birliği. (2014). Halı Sektörü Envanteri. Erişim adresi: https://www.ika.org.tr/assets/upload/dosyalar/hali-sektoru-envanteri-810414.pdf

GAİB. Güneydoğu Anadolu İhracatçı Birlikleri. (2020). 2020 Bankalar raporu. Erişim adresi: https://www.gaib.org.tr/tr/site/download-file/2323.html?class=StatisticFiles

GAİB. Güneydoğu Anadolu İhracatçı Birlikleri. (2024). Halı İstatistikleri. Erişim adresi: https://www.gaib.org.tr/tr/hali/istatistik-ve-raporlar.html

Görgünay, N. (2010). Halıcılığın Kökeni ve Türk Halıcılığının Tarihçesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(1). Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunizfd/issue/2979/41277#article_cite

GSO. Gaziantep Sanayi Odası. (2021). Gaziantep İli Halı Sektörü Sektörel ve Araştırma Raporu. Erişim adresi: https://gso.org.tr/uploads/1658487672-787215.pdf

Tezcan H. (2023). Yerli ve Yabancı Kaynakların Işığında 16. Yüzyıldan 20. Yüzyıla Türk Halı Dokumacılığı. Arış, (22), 116-136. doi:10.32704/akmbaris.2023.182

Okcu, Y. (2019). Türkiye'de halı dokumacılığına genel bir bakış ve halı ve kilimlerde kullanılan doğal boyama yöntemleri üzerine bir çalışma. Tekstil Teknik. Erişim adresi: https://www.tekstilteknik.com.tr/turkiyede-hali-dokumaciligina-genel-bir-bakis-ve-hali-ve-kilimlerde-kullanilan-dogal-boyama-yontemleri-uzerine-bir-calisma/

Özdinç, Ö. (2016). Halı ve motif. SOBİDER Sosyal Bilimler Dergisi / The Journal of Social Sciences, 3(6), 524-524. https://doi.org/10.16990/SOBIDER.191

Öztürk, B. (2021). Cumhuriyet Türkiye'si Halıcılığı- II: 1980-2000 Yılları Arası. Arış Dergisi (18), 122-140. https://doi.org/10.34242/akmbaris.2021.151.

Sarıçoban, K., & Yalçın, M. (2020). Türkiye'nin Halı Sektörü İhracat Rekabet Gücünün Belirlenmesi ve Halı İhracatında Söz Sahibi Ülkeler ile Bir Karşılaştırma. Tekstil ve Mühendis, 27(118), 98-110.

T.C Ticaret Bakanlığı. (2024). 2024.Makine Halısının Küresel Marka Yolculuğu (The Global Brand Journey of Machine Carpet). Güneydoğu Anadolu Halı İhracatçıları Birliği İhtiyaç Analizi ve Sektörel Strateji Çalışması

T.C. Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı. (2024). Gaziantep halı üretim ve ihracatındaki liderliğini sürdürüyor. Erişim adresi: https://www.iletisim.gov.tr/turkce/yerel_basin/detay/gaziantep-hali-uretim-ve-ihracatindaki-liderligini-surduruyor

Trade Map. (2024). Trade statistics for international business development. International Trade Centre. Erişim adresi: https://www.trademap.org/

TÜİK. (2024). Dış Ticaret İstatistikleri, Aralık 2023. Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim adresi: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=D%C4%B1%C5%9F-Ticaret-%C4%B0statistikleri-Aral%C4%B1k-2023-49630&dil=1

Ulusoy, R., & Turan, N. (2016). Gaziantep Ekonomisinin Ortadoğu Açısından Önemi. Gazi Akademik Bakış, 9(18), 141-165. https://doi.org/10.19060/gav.320741

Yılmaz, B. (2017). Pazırık'tan günümüze Türk halı sanatı. Oğuz-Türkmen Araştırmaları Dergisi, 1(1), 98-106.

BÖLGESEL KALKINMA ÜZERİNE GÖÇÜN ETKİSİ: GAZİANTEP ÖRNEĞİ

Prof. Dr. Taner AKÇACI
Gaziantep Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, Gaziantep, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-5343-0894

Pınar KARAOĞLAN
Gaziantep Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, Gaziantep, Türkiye
ORCID ID: 0009-0004-2217-6557

ÖZET
Bölgesel kalkınma, belirli bir bölgenin ekonomik, sosyal ve kültürel yapısının iyileştirilerek sürdürülebilir büyüme ve refah seviyesinin artırılması sürecidir. Göç ise, insanların ekonomik, sosyal veya siyasi nedenlerle bir yerden başka bir yere taşınmasıdır. Bu çalışma, bölgesel kalkınma ve göç arasındaki ilişkiyi Gaziantep ili özelinde incelemektedir. 2011 yılından itibaren Türkiye'ye yönelen Suriyeli sığınmacı akını, özellikle sınır illerinden biri olan Gaziantep'in demografik yapısını önemli ölçüde değiştirmiştir. Bu değişim, kentte sosyal, ekonomik ve altyapısal alanlarda çeşitli etkiler yaratmıştır. Çalışmada, göçün kısa ve uzun vadede Gaziantep üzerindeki etkileri; barınma, eğitim, sağlık, iş gücü piyasası ve kamu hizmetleri gibi temel sektörler açısından ele alınmıştır. Ayrıca, Gaziantep Büyükşehir Belediyesi ve ilgili kurumların göç yönetimi konusundaki politikaları, sosyal uyum çalışmaları ve hizmet sunum stratejileri detaylı olarak analiz edilmiştir. Sayısal veriler ve saha araştırmalarıyla desteklenen bu çalışma, göçün bölgesel kalkınma dinamiklerini nasıl şekillendirdiğini ortaya koymayı hedeflemektedir.
Anahtar Kelimeler: Göç, Bölgesel Kalkınma, Gaziantep

THE IMPACT OF MIGRATION ON REGIONAL DEVELOPMENT: THE CASE OF GAZIANTEP

ABSTRACT
Regional development refers to the process of improving the economic, social, and cultural structures of a specific area to achieve sustainable growth and enhance welfare levels. Migration is defined as the movement of people from one place to another due to economic, social, or political reasons. This study examines the relationship between regional development and migration, with a specific focus on Gaziantep Province. Since 2011, the influx of Syrian refugees into Turkey, particularly in border provinces like Gaziantep, has significantly altered the demographic structure of the city. This transformation has produced various social, economic, and infrastructural impacts. The study examines the short- and long-term impacts of migration on Gaziantep, focusing on key sectors including housing, education, health, labor markets, and public services. Furthermore, the policies, social integration efforts, and service delivery strategies implemented by the Gaziantep Metropolitan Municipality and relevant institutions are analyzed in detail. Supported by quantitative data and field research, this study aims to reveal how migration shapes the dynamics of regional development.
Keywords: Migration, Regional Development, Gaziantep

1. GİRİŞ

Göç ve bölgesel kalkınma, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, birbirini karşılıklı olarak etkileyen iki önemli dinamik alanı temsil etmektedir. Göç hareketleri hem göç veren hem de göç alan bölgelerin ekonomik, sosyal ve demografik yapısını dönüştürmektedir. Bu dönüşüm, yerel iş gücü piyasasından kamu hizmetlerine, sosyal uyumdan ekonomik büyümeye kadar çok çeşitli alanlarda etkisini göstermektedir.

Türkiye, 2011 yılından itibaren Suriye iç savaşı nedeniyle önemli bir dış göç dalgasına maruz kalmıştır. Bu süreçte yerinden edilen milyonlarca Suriye vatandaşı Türkiye'ye gelmiş, özellikle sınır illerinde yoğun bir yerleşim gerçekleşmiştir. Bu illerden biri olan Gaziantep hem coğrafi konumu hem de ekonomik yapısı itibariyle göç hareketlerinden doğrudan etkilenmiş ve Suriyeli nüfus açısından en yoğun şehirlerden biri haline gelmiştir.

Literatürde Gaziantep özelinde göç olgusunu araştıran çalışmalar sınırlıdır. Tutar ve diğerleri (2012), Türkiye'de göç olgusunu sosyal ve ekonomik etkileriyle incelemiş; özellikle Gaziantep özelinde göç hareketlerinin bölgesel kalkınma üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Çalışmada, göçmen bireylerin yaşadığı sorunlar ile bu sorunlara yönelik geliştirilen politikalar ele alınmıştır. Ertan ve Ertan (2017), Suriyeli sığınmacıların Gaziantep'te önemli bir ekonomik hareketlilik yarattığını belirtmiştir. Bu durum, kentte işçi ücretlerinde düşüşe ve ekonomik dengelerde değişikliklere yol açmıştır. Ancak, sığınmacıların plansız ve kontrolsüz şekilde yerleşmesi işsizlik, uyum sorunları ve güvenlik problemlerini de beraberinde getirmiştir. Araştırmada, Suriyeli yatırımcıların bazı bölgelerde önemli yatırımlar yaptığı ve bu yatırımların yerel ekonomiye katkı sağladığı ifade edilmiştir. Bununla birlikte, sürdürülebilir bir göç politikası eksikliği nedeniyle sosyal ve ekonomik sorunların çözülememesi Gaziantep için bir risk olarak görülmektedir. Özkan ve Turğut (2022), çalışmalarında Gaziantep'e iç göçle gelen bireylerin yemek kültürlerinde meydana gelen değişimleri ve Gaziantep mutfağıyla kurulan etkileşimi incelemiştir. UNESCO tarafından gastronomi şehri ilan edilen Gaziantep'in mutfağının, göçle gelen bireyler üzerinde güçlü bir etkisi olduğu ve bu etkinin gönüllülük temelli bir kültürel adaptasyon süreciyle geliştiği saptanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla elde edilen bulgular, acı, salça ve baharat kullanımının öne çıktığı Gaziantep mutfağının baskın ve dönüştürücü bir yapıya sahip olduğunu göstermiştir. Katılımcıların büyük bir çoğunluğu Gaziantep mutfağına adapte olduklarını ve bu alışkanlıkları şehirden ayrıldıktan sonra da sürdürme eğiliminde olduklarını ifade etmiştir. Çalışma, göç ve kültürel etkileşim bağlamında yemek kültürünün toplumsal uyum süreçlerindeki rolüne dikkat çekmektedir. Leyla Kuzu (2022), Gaziantep'teki Suriyelilerin kendi işletmelerini açma süreçlerini toplumsal cinsiyet perspektifiyle incelemiştir. Çalışmada, göçmenlerin işletme açmasının uyum ve sosyal ağların göstergesi olabileceği gibi ekonomik sisteme tam dâhil olamamaları sonucu da görülebileceği vurgulanmıştır. Araştırma, 2018 yılında Gaziantep'te işletme sahibi 16 Suriyeli (5 kadın, 11 erkek) ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelere dayanmaktadır. Bulgular, kadınların sermaye birikimi ve geleneksel rollerinin işletme açma motivasyonlarını etkilediğini; erkeklerin ise Suriye'deki mesleklerini sürdürme arzusu, aile geçimi ve karşılaştıkları ayrımcılığın önemli faktörler olduğunu göstermiştir. Çalışma saatlerindeki esneklik ise her iki cinsiyet için önemli bir unsur olarak ortaya çıkmıştır. Karkın ve diğerleri (2024), Suriye iç savaşı sonucu Türkiye'ye gelen yaklaşık 4 milyon Suriyeli mültecinin uyum sürecinde yaşadığı zorlukları incelemiştir. Çalışmada, göçmenlerin ekonomik, psiko-sosyal ve kültürel sorunlarla karşılaştığı; uyumun sağlıklı iletişim ve dil öğrenimine bağlı olduğu vurgulanmıştır. Gaziantep'te yaşayan Suriyeliler üzerinden yapılan 104 kişilik anketle, dil öğrenme motivasyonunu etkileyen faktörler analiz edilmiştir. Nitel yöntem ve doküman analizi kullanılan araştırmada, katılımcıların dil öğrenme eğilimleri ve bilinen diller tespit edilmiş; anket sonuçları literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırılmış ve genel anlamda uyumlu olduğu görülmüştür. Tosun ve Korkmaz (2024), Gaziantep ve Barselona Belediyeleri'nin göç yönetimindeki rollerini karşılaştırmıştır. Nitel analizle yürütülen çalışmada, faaliyet raporları ve mevzuatlar incelenmiştir. Her iki belediye de göç yönetiminde aktif rol üstlenmektedir. Ancak devlet yapısı, göçün niteliği ve hukuki çerçeve uygulamaları etkilemektedir. Gaziantep, ani ve kitlesel göçle karşı karşıya kalırken, Barselona göçü daha planlı deneyimlemiştir. Barselona'da yerel yönetimlerin yetki ve kaynakları daha güçlüdür; Türkiye'de ise merkezi yapı baskındır. İki belediye de dil eğitimi, uyum programları, kadın istihdamı gibi benzer hizmetler sunmaktadır.

Gaziantep SARMER sistemiyle, Barselona ise Padron sistemiyle göçmenlere yönelik hizmetler geliştirmiştir. Sonuç olarak, Barselona kurumsal kapasitesiyle; Gaziantep ise uygulamadaki çabalarıyla öne çıkmaktadır. Türkoğlu ve Elmastaş (2024), bu çalışmalarında Gaziantep'te yaşayan Suriyelilerin göç öncesi ve sonrası sosyoekonomik durumlarını karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Zorunlu göçün bireylerin yaşam koşullarında yarattığı değişimi ortaya koymak amacıyla, 2021 yılı Mart ayında Gaziantep'in merkez ilçelerinde 400 Suriyeli ile yüz yüze anket gerçekleştirilmiştir. Bulgulara göre, Suriyelilerin %62,5'inin sosyoekonomik durumunda değişim yaşanmazken, %29'u olumlu, %8,75'i ise olumsuz değişim bildirmiştir. Böylece göç sonrası toplamda %37,5 oranında sosyoekonomik değişim yaşandığı tespit edilmiştir. Çelikyay ve Yüksel (2025), Türkiye'nin 2011 sonrası Suriye krizine bağlı olarak yalnızca transit ülke değil, aynı zamanda yoğun göç alan bir hedef ülke hâline geldiğini vurgulamaktadır. Göçmenlerin kentlere yerleşmesiyle birlikte yerel yönetimler, özellikle büyükşehir belediyeleri, bu yeni duruma doğrudan muhatap olmuş; ancak yasal çerçevede yerel yönetimlerin göç yönetimindeki rolü net olarak tanımlanmamıştır. Çalışma, 7 büyükşehir belediyesinin (Gaziantep, İstanbul, İzmir, Konya, Mersin, Samsun, Van) 2019–2023 faaliyet raporlarını içerik analizi yöntemiyle incelemiştir. Bulgular, belediyelerin göçmenlere yönelik hizmetlerde kavramsal ve yapısal farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Özellikle Gaziantep BŞB'nin Göç Yönetimi ve Uyum Şube Müdürlüğü ile kurumsal bir yapı oluşturduğu; İstanbul ve İzmir gibi bazı belediyelerin ise sosyal uyum, toplumsal cinsiyet eşitliği ve uluslararası iş birlikleri üzerinden projeler yürüttüğü görülmektedir. Hizmetlerin çoğu eğitim, meslek edindirme, psiko-sosyal destek ve uyum alanlarında yoğunlaşmış; uygulamalar STK ve uluslararası kurumlarla iş birliği içinde gerçekleştirilmiştir. Ancak faaliyetlerin çoğu belediyelerin genel hizmetleri kapsamına dâhil edilmekte, göçmenlere özel bir bütçe ya da stratejik yönlendirme çoğunlukla bulunmamaktadır. Çalışma, yerel göç politikalarının standardize edilmesi ve belediyelere açık, yasal sorumlulukların tanımlanması gerektiği sonucuna varmaktadır. Alvanoğlu Yolcu (2025), Gaziantep'te Suriyeli göçmenlere yönelik yerel politikaları Sabatier ve Mazmanian'ın uygulama teorisi çerçevesinde incelemiştir. Nitel yönteme dayanan çalışmada, yerel yöneticiler ve göçmenlerle yapılan görüşmeler analiz edilmiştir. Ünal (2025), çalışmasında Gaziantep örneği üzerinden göç yönetişimini kamu diplomasisi bağlamında ele almıştır. Küresel insani kriz karşısında Gaziantep'in yerel yönetimleri, sivil toplum kuruluşları ve halkıyla nasıl bir katkı sunduğu incelenmiştir. Nitel yöntemle yapılan çalışmada, mevcut politikaların eksik yasal çerçeve ve kurumsal koordinasyon sorunları nedeniyle yetersiz kaldığı vurgulanmıştır. Yerel halkın süreçte pasif kalması önemli bir zayıflık olarak belirtilmiştir. Bu doğrultuda, araştırmada "Sürdürülebilir Göç Yönetişimi İçin Döngüsel Yaklaşım Modeli" önerilmiş ve bu modelin kurumlar arası koordinasyonu güçlendirmesi, faaliyetleri denetlemesi ve göçü kalkınma aracı olarak değerlendirmesi gerektiği savunulmuştur.

Görüldüğü üzere, Gaziantep ve göç kavramlarını ele alan araştırmacılar konuyu çeşitli açılardan incelemiş olsa da bölgesel kalkınma açısından konuya odaklanan alan araştırmaları oldukça sınırlıdır. Bu yönüyle, bu araştırma bölgesel kalkınma bağlamında göç olgusunu ele alarak literatüre önemli bir katkı sağlamayı hedeflemektedir.

Bu çalışma, giriş, üç ana bölüm ile sonuç ve tartışma kısımlarından oluşmaktadır. İkinci bölümde, bölgesel kalkınma kavramı ele alınmış; "bölge" ve "kalkınma" kavramları ayrı ayrı tanımlanarak kuramsal bir çerçeve sunulmuştur. Üçüncü bölümde, iç ve dış göç kavramları açıklanmış; iller arası göç rakamları ile birlikte Türkiye'de yıllara göre yaşayan Suriyeli göçmen sayıları verilmiştir. Dördüncü bölümde, göçün Gaziantep'e kısa ve uzun vadeli etkileri değerlendirilmiş; demografik, ekonomik, sosyal ve altyapısal sonuçlara yer verilmiştir. Ayrıca Gaziantep Büyükşehir Belediyesi'nin ve merkezi yönetimin uyguladığı politika ve stratejiler tartışılmıştır. Sonuç ve tartışma kısmında ise, göç ve bölgesel kalkınma arasındaki ilişki çerçevesinde Gaziantep örneği değerlendirilmiş; şehrin bu büyük göç dalgasını nasıl yönettiği, kamu kurumları ve yerel yönetimlerin rolü ile birlikte ortaya konmuştur. Bulgular ışığında, göçün yalnızca yük oluşturan bir unsur olmadığı, uygun planlama ve yönetimle bölgesel kalkınma için fırsatlara da dönüşebileceği vurgulanmıştır.

2. BÖLGESEL KALKINMA KAVRAMI

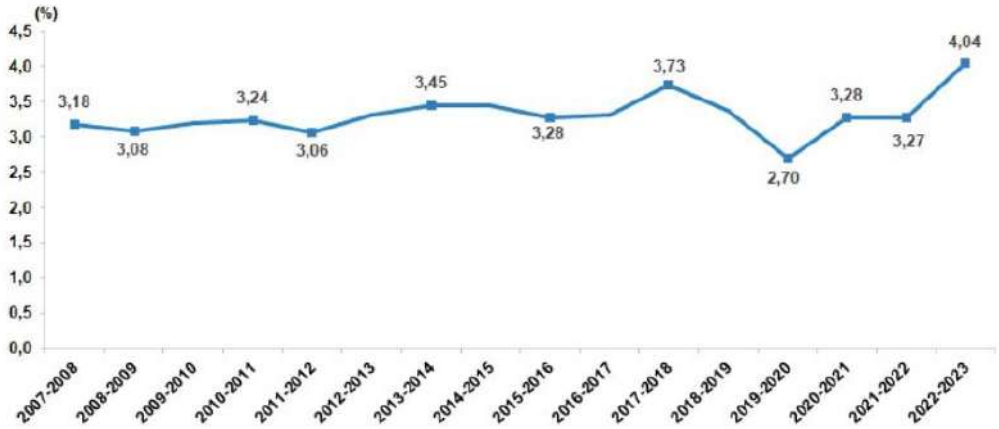
Bölge, coğrafi, kültürel, ekonomik ve siyasal ölçütlerle tanımlanan, sınırları kesin olmayan çok boyutlu bir kavramdır. Geleneksel olarak ulus devletin sınırları içinde, mekansal bütünlük gösteren bir toprak parçası olarak görülürken, küresel yaklaşımla sınırları değişken, uluslararası ilişkilere açık ve ilişki ağlarıyla tanımlanan birimler olarak ele alınmaktadır. Kalkınma ise ekonomik büyüme ile sınırlı olmayıp, toplumsal ve yapısal değişimleri de içeren, insan yaşam kalitesini artırmayı hedefleyen çok yönlü bir süreçtir. Bu süreçte, ülkelerde bazı bölgeler öncelik kazanarak ekonomik ve sosyal açıdan hızla gelişir; bu durum bölgesel farklılıkları ve kalkınma kutuplaşmalarını beraberinde getirir. Böylece bölge ve kalkınma kavramları, ekonomik, sosyal ve siyasal bağlamlarda iç içe geçen dinamikler olarak değerlendirilmelidir (Tekin, 2011). Yerel kalkınma, bir bölgenin ekonomik, sosyal ve kültürel yapısının iyileştirilmesi amacıyla, yerel aktörlerin (kamu, özel sektör ve sivil toplum) iş birliği içinde çalıştığı ve bölgesel kaynakların etkin kullanımıyla sürdürülebilir gelişmeyi hedefleyen bir süreçtir. Swinburn ve arkadaşlarına göre, bölgesel kalkınma; hükümet, iş dünyası ve sivil toplum ortaklarının ekonomik büyüme ve istihdam yaratma konusunda daha iyi koşullar üretmek için birlikte çalıştığı bir süreçtir (Swinburn ve diğerleri, 2006).

Yerel kalkınma ve göç arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Türkiye'de özellikle Cumhuriyet sonrası dönemde, tarımda makineleşme, ulaşımın yaygınlaşması ve pazar ekonomisine geçiş gibi faktörler, kırsal kesimdeki işgücü fazlasının kentlere göç etmesine yol açmıştır. Bu göç hareketi, geleneksel iş bölümü ve toplumsal yapıda değişikliklere neden olurken, kentlerde nüfus yoğunluğunun artmasına ve altyapı, sağlık, eğitim gibi temel hizmetlerin yetersiz kalmasına sebep olmuştur. Yerel kalkınma çabaları, iller arasındaki ve kır-kent arasındaki gelişmişlik farklarını azaltmayı hedeflerken, yoğun göç özellikle kırsal alanların geride kalmasına ve bölgesel dengesizliklerin büyümesine neden olmuştur. Bu durum, Türkiye'de sanayi ve hizmet sektörlerine geçiş sürecini hızlandırırken, aynı zamanda işsizlik, hızlı ve plansız kentleşme gibi önemli sosyal ve ekonomik sorunları da beraberinde getirmiştir. Gelişmiş ve gelişmekte olan bölgeler arasındaki bu dengesizlikler, göçün temel nedenlerinden biri olarak ortaya çıkmakta ve yerel kalkınma stratejilerinin önemini artırmaktadır (Tutar ve diğerleri, 2012).

3. İÇ VE DIŞ GÖÇ KAVRAMLARI

İç göç, aynı ülke sınırları içinde bir yerleşim yerinden diğerine yapılan nüfus hareketidir. Bu yer değiştirme süreci, süre, mesafe ve nedenleri bakımından farklılık gösterebilir; genellikle insanların daha iyi yaşam koşulları, iş, eğitim gibi sebeplerle ikametlerini değiştirmesi olarak tanımlanır. İç göç, dış göçten farklı olarak ulusal sınırlar içinde gerçekleşir ve hem göç veren hem de göç alan bölgelerin sosyal, ekonomik ve kültürel yapısını etkiler. İç göç, kalkınma sürecinde sanayi ve hizmet sektörlerinde ihtiyaç duyulan işgücünü sağlarken, bazı sorunlar da yaratabilir; özellikle büyük kentlerde işsizlik ve düşük ücretli işlerde çalışma gibi yapısal sorunlar oluşabilir. Özetle, iç göç, nüfus hareketliliğinin önemli bir türü olup ülkenin ekonomik ve sosyal dinamiklerinde belirleyici rol oynar (Şantaş, 2019).

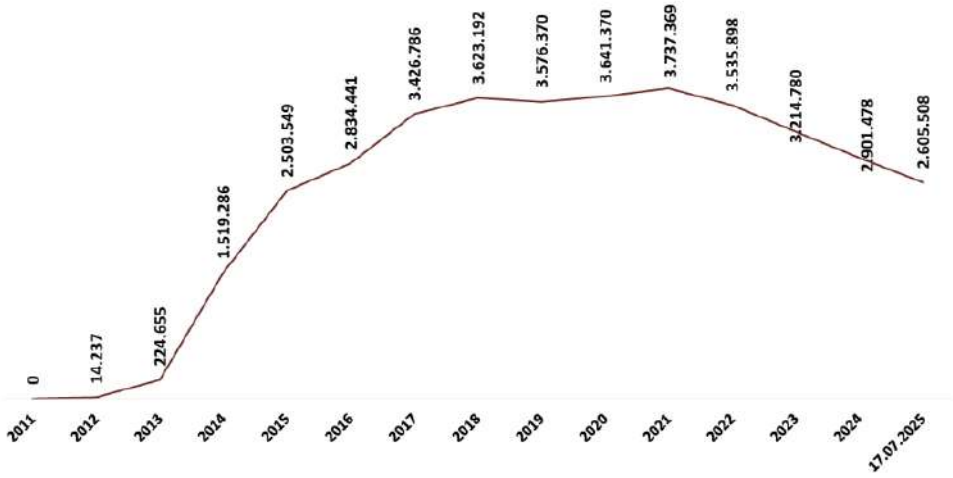
Türkiye'de iç göç profili incelendiğinde, genellikle kırsal bölgelerden büyük kentlere doğru yoğun bir göç hareketi olduğu görülmektedir. En çok göç alan iller arasında İstanbul, Ankara ve İzmir başta gelirken, göç veren iller daha çok doğu ve güneydoğu bölgelerinde yer almaktadır. Bu göçlerin temel nedenleri arasında daha iyi iş ve eğitim olanakları, yaşam kalitesinin artırılması ve ailevi bağlar yer almaktadır. Bu durum, Türkiye'nin bölgesel gelişmişlik farklarını ve kentleşme süreçlerini doğrudan etkilemektedir. İller arası göç eden nüfus oranı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1: İller Arası Göç Eden Nüfus Oranı (2007-2023)
Kaynak: TÜİK, 2023 (https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Ic-Goc-Istatistikleri-2023-53676)

Şekil 1 incelendiğinde, 2023 yılında Türkiye'de iller arası göç eden nüfus oranı %4,04'e yükselmiş ve toplam 3 milyon 450 bin 953 kişi iller arasında taşınmıştır. Bu oran 2007-2008 yıllarında %3,18 seviyesindeydi ve yıllar içinde dalgalı bir seyir izlemiştir. En çok göç alan il İstanbul olurken, Ardahan en az göç alan il olarak kaydedilmiştir. En çok göç veren il de İstanbul'dur. Göç edenlerin yaş gruplarına bakıldığında, en fazla göç hareketliliğinin 20-24 yaş grubunda gerçekleştiği görülmüştür. Göçün başlıca nedenleri arasında hanedeki fertlere bağımlılık, daha iyi konut ve yaşam koşulları ile eğitim yer almaktadır. Genel olarak Türkiye'de iller arası göç, ekonomik, sosyal ve eğitimsel amaçlarla devam eden dinamik bir süreçtir.

Dış göç, bir bireyin yaşadığı ülke sınırlarını aşarak başka bir ülkede kalıcı veya geçici olarak yerleşmek amacıyla gerçekleştirdiği nüfus hareketidir. Bu tür göç hem göç eden kişinin hem de göç aldığı ve verdiği ülkelerin nüfus yapısında değişikliklere yol açar (Gezer ve Emsen, 2023). Suriye'den Türkiye'ye yönelik kitlesel göç, Türkiye'de göç yönetiminin yeniden yapılandığı bir döneme denk gelmiştir. Bu durum, mevcut yasal ve kurumsal yapıların yetersizliğini ortaya çıkarmış, ancak aynı zamanda bu yapıları geliştirmek için bir fırsat da sunmuştur. Başlangıçta Türkiye'nin göç politikaları, kitlesel ve uzun süreli mülteci akınlarını kapsayacak şekilde planlanmamıştı. Ancak Suriye krizinin etkisiyle kapsamlı bir yasal çerçeve oluşturulmuş, 2013 yılında Yabancılar ve Uluslararası Koruma Kanunu (YUKK) yürürlüğe girmiştir. Bu kanunla birlikte Göç İdaresi Genel Müdürlüğü (GİGM) kurulmuş ve ülke genelinde göç yönetimi taşra teşkilatları üzerinden yaygınlaştırılmıştır. GİGM hem merkezde hem yerelde hem de yurt dışında etkin bir göç politikası yürütmeyi amaçlamaktadır. Suriye krizine bağlı olarak büyük şehirlerde mülteci nüfusunun artması, özellikle yerel göç birimlerinin güçlendirilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Bu bağlamda göç işlemleri, 2015 itibarıyla İl Göç İdaresi Müdürlükleri tarafından yürütülmeye başlanmıştır. Suriye'den gelen göç, Türkiye'de göç yönetimini sadece teknik değil aynı zamanda kalkınma temelli bir yaklaşımla ele alma gereğini ortaya koymuş, uzun vadeli ve sürdürülebilir bir politika inşasını hızlandırmıştır (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018). Şekil 2'de Türkiye'de yaşayan kayıtlı Suriyeli Göçmen sayısı verilmiştir.

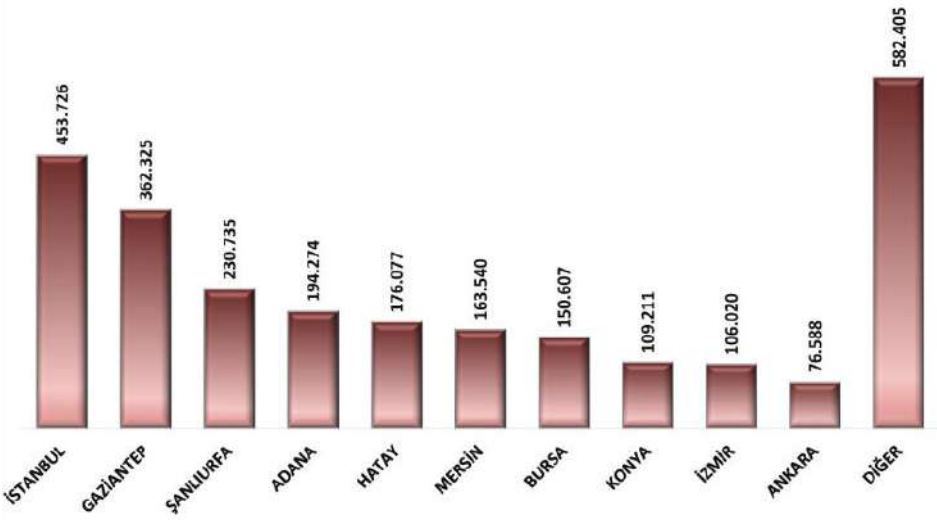


Şekil 2: Yıllara Göre Türkiye'de Yaşayan Suriyeli Göçmen Sayısı (2011-2025)
Kaynak: Göç İdaresi Başkanlığı, 2005 (https://www.goc.gov.tr/gecici-korumamiz-altindaki-suriyeliler)

Şekil 2 incelendiğinde, 2011 yılından bu yana Türkiye'ye gelen Suriyeli sığınmacı sayısı her yıl artış göstermiştir. 2012'de yaklaşık 14 bin olan sayı, 2014'te 1,5 milyonu aştı. 2017'de 3 milyona ulaşan Suriyeli sayısı, 2023 itibarıyla yaklaşık 3,3 milyon seviyesine sabitlenmiştir. 2024 verilerine göre Türkiye'de geçici koruma altında yaşayan Suriyeli sayısı yaklaşık 3 milyon 115 bin civarındadır. Bu süreçte Türkiye, dünyada en fazla Suriyeli sığınmacıya ev sahipliği yapan ülke konumunda kalmıştır.

4. GÖÇ'ÜN GAZİANTEP'E KISA VE UZUN VADEDE ETKİLERİ

2011 yılından itibaren Suriye'de yaşanan iç savaş nedeniyle Türkiye'ye yönelen kitlesel göç hareketi, özellikle Gaziantep gibi sınır illerinde yoğun şekilde hissedilmiştir. Gaziantep hem coğrafi yakınlığı hem de sanayi altyapısı sayesinde Suriyeli göçmenlerin önemli bir yerleşim merkezi hâline gelmiştir. Bu durum şehrin demografik yapısında, iş gücü piyasasında, kamu hizmetlerinde ve sosyal dengelerinde çeşitli etkiler yaratmıştır. 2025 Temmuz ayı itibariyle Gaziantep'te kayıtlı 362,325 Suriyeli göçmen bulunmaktadır. Şekil 3'te Geçici koruma kapsamında bulunan Suriyeliler 'in illere göre dağılımı verilmiştir.



Şekil 3: Geçici Koruma Kapsamında Bulunan Suriyelilerin İllere Göre Dağılımı (İlk 10, 2025 Yılı İtibariyle)
Kaynak: Göç İdaresi Başkanlığı, 2005 (https://www.goc.gov.tr/gecici-korumamiz-altindaki-suriyeliler)

Şekil 3'teki verilere göre, İstanbul 453.726 kişiyle ilk sırada yer almakta, onu 362.325 kişiyle Gaziantep takip etmektedir. Şanlıurfa, Adana, Hatay ve Mersin gibi diğer sınır ve büyükşehirler de yüksek Suriyeli nüfusa ev sahipliği yapmaktadır. Ankara, İzmir ve Konya gibi büyük illerde ise bu sayı görece daha düşüktür. "Diğer" kategorisinde yer alan illerde toplamda 582.405 kişi bulunması, göçmen nüfusunun ülke geneline yayıldığını göstermektedir. Bu dağılım, göçmenlerin hem coğrafi yakınlık hem de ekonomik ve sosyal olanaklara göre farklı kentlere yöneldiğini ortaya koymaktadır. Özellikle Gaziantep'in bu listede ikinci sırada yer alması, şehirdeki sosyal, ekonomik ve altyapısal etkilerin derinliğini vurgulamaktadır.

Kısa vadede, Gaziantep'te yaşanan göç, şehrin altyapı ve kamu hizmetleri üzerinde önemli baskılar yaratmıştır. Eğitim, sağlık, su, kanalizasyon ve ulaşım gibi temel hizmetlere olan talep artarken, mevcut kaynaklar bu ihtiyaca yetişememiştir; bu durum özellikle Suriyeli sığınmacıların yoğun olduğu bölgelerde daha belirgin olmuştur. Ayrıca, farklı kültür ve yaşam tarzlarına sahip insanların bir arada yaşaması kısa vadede toplumsal uyumda zorluklar ve yerel halk ile sığınmacılar arasında dil, kültür ve yaşam tarzı farklılıklarından kaynaklanan gerilimlere yol açmıştır. Ekonomik açıdan ise iş gücü arzının artması bazı sektörlerde ücretlerin düşmesine ve rekabetin yoğunlaşmasına neden olurken, konut talebindeki artış kira fiyatlarının yükselmesine sebep olmuş, özellikle düşük gelirli ailelerin yaşam maliyetlerini artırmıştır (TESEV ve ORSAM, 2015).

Uzun vadede, Suriyeli sığınmacılar Gaziantep ekonomisine önemli katkılar sağlamıştır. Küçük işletmelerin kurulması, ticaretin canlanması ve yeni iş alanlarının oluşması, şehrin ekonomik çeşitlenmesine olumlu etki yapmıştır. Yapılan araştırmalar, Suriyeli sığınmacıların Gaziantep'in gayri safi yurt içi hasılasına kısa vadede %2, uzun vadede ise %4 oranında katkı sağladığını göstermektedir (TESEV, 2015; Mahia ve diğerleri, 2019). Sosyal uyum açısından da entegrasyon süreci ilerleyerek kültürel etkileşimleri artırmıştır. Suriyeli bireylerin sanat, müzik ve mutfak kültürüne yaptıkları katkılar, Gaziantep'in kültürel dokusunu zenginleştirmiştir. Ayrıca, Gaziantep Büyükşehir Belediyesi'nin göç yönetimi stratejileriyle altyapı ve kamu hizmetlerinde önemli iyileşmeler gerçekleşmiştir. Su, kanalizasyon, sağlık, eğitim ve ulaşım gibi alanlardaki yatırımlar hem yerel halkın hem de Suriyeli sığınmacıların yaşam kalitesini artırmıştır. Gaziantep Büyükşehir Belediyesi ayrıca, Suriyeli sığınmacıların yoğun olarak geldiği 2011 sonrası dönemde göçün etkilerini azaltmak ve uyumu sağlamak amacıyla birçok önemli adım atmıştır. Öncelikle, belediye "Gaziantep Göç Master Planı"nı hazırlayarak şehre gelen sığınmacıların barınma, sağlık, eğitim, sosyal hizmetler ve istihdam gibi temel ihtiyaçlarına yönelik bütüncül bir strateji geliştirmiştir.

Bu plan kapsamında yerel halk ile Suriyeli sığınmacılar arasında toplumsal uyumu güçlendirmeyi hedefleyen projeler uygulanmış; sosyal uyum merkezleri, çok dilli bilgilendirme ofisleri ve kadın destek merkezleri açılmıştır. Eğitim çağındaki çocuklar için destekleyici eğitim programları ve dil kursları sağlanırken, meslek edindirme kurslarıyla da hem Suriyeli hem Türk vatandaşlarının istihdam edilebilirlikleri artırılmıştır. Ayrıca, Gaziantep Büyükşehir Belediyesi, yerel ve uluslararası kurumlarla iş birliği içinde çalışarak hem maddi kaynak yaratmış hem de deneyim paylaşımı yoluyla iyi uygulama örnekleri geliştirmiştir. Belediye, bu kapsamda Birleşmiş Milletler Mülteciler Yüksek Komiserliği (UNHCR), UNICEF ve Göç İdaresi Başkanlığı gibi kuruluşlarla aktif ortaklıklar kurmuştur. Bu çabalar sayesinde Gaziantep, göçle birlikte ortaya çıkan sosyal, ekonomik ve altyapısal baskılara rağmen sürdürülebilir bir bölgesel kalkınma yaklaşımı benimseyerek diğer belediyelere örnek bir model oluşturmuştur.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışma, Suriye krizinin ardından Türkiye'ye yönelen kitlesel göçün Gaziantep ili üzerindeki etkilerini bölgesel kalkınma bağlamında incelemeyi amaçlamaktadır. Özellikle Gaziantep'in ekonomik, sosyal ve altyapısal yapısında göçün neden olduğu değişimler kısa ve uzun vadeli sonuçlarıyla birlikte değerlendirilmiştir. Bulgular, Suriyeli sığınmacıların Gaziantep'in demografik yapısında önemli bir değişime yol açtığını, bu değişimin hem ekonomik fırsatlar hem de sosyal zorluklar doğurduğunu göstermektedir.

Kısa vadede, Gaziantep iş gücü piyasasında esneklik kazanmış, düşük vasıflı işgücü arzı artmış ve bazı sektörlerde (özellikle tekstil, inşaat, gıda işleme gibi emek yoğun sektörlerde) maliyet avantajı sağlanmıştır. Bu gelişmeler, şehrin üretim gücünü desteklemiş ve ihracat artışında rol oynamıştır. GAİB verilerine göre halı ihracatı gibi bazı sektörlerdeki artış, iş gücü katkısının etkisini ortaya koymaktadır. Ancak bu kazanımlar, kayıt dışılık, ücretlerin düşmesi ve yerel işgücü ile rekabet gibi sorunları da beraberinde getirmiştir. Uzun vadede ise Gaziantep'te göçmen nüfusun kalıcılığı netleşmiş, eğitim, sağlık ve barınma gibi kamu hizmetleri üzerinde baskı artmıştır. Özellikle altyapı yetersizlikleri, çarpık kentleşme, kira artışları ve eğitimde kapasite sorunları göze çarpmaktadır. TESEV (Mahia ve diğerleri, 2019) raporu, göçmenlerin yoğun yaşadığı bölgelerde belediyelerin hizmet sunum kapasitesinin zorlandığını, sosyal uyum projelerinin yeterli düzeyde gelişmediğini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, Gaziantep'in göçle başa çıkma stratejileri yerel düzeyde çok aktörlü bir yaklaşım gerektirmektedir. Belediyelerin, sivil toplum kuruluşlarının ve uluslararası kurumların birlikte yürüttüğü uyum projeleri, sosyal bütünleşmenin sağlanmasında kilit rol oynamaktadır. Ancak kalıcı ve kapsayıcı bir uyum politikası için daha uzun vadeli entegrasyon stratejilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç olarak, Gaziantep örneği, göçün bölgesel kalkınma üzerindeki etkisinin çok boyutlu olduğunu göstermektedir. Göçün yarattığı ekonomik dinamizm, ancak planlı altyapı yatırımları, kapsayıcı sosyal politikalar ve etkin yönetişim ile sürdürülebilir bir kalkınma aracına dönüşebilir. Aksi durumda ise sosyoekonomik gerilimlerin artması ve toplumsal uyumun zedelenmesi olasılığı gündeme gelecektir. Bu nedenle göçün etkilerini yalnızca bir kriz tepkisi olarak değil, aynı zamanda kalkınma planlaması içinde uzun vadeli bir unsur olarak ele almak gerekmektedir.

Gelecek Araştırmalar İçin Öneriler

Bu çalışmada, Gaziantep örneği üzerinden Suriyeli sığınmacıların bölgesel kalkınma üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Ancak göç olgusunun çok boyutlu yapısı, daha derinlemesine ve disiplinlerarası çalışmalar yapılmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda, gelecekte yapılacak araştırmalar için şu öneriler sunulabilir:

Göçün yerel işgücü piyasası üzerindeki etkilerini sektörel düzeyde inceleyen mikro veri temelli çalışmalar gerçekleştirilmelidir. Özellikle sanayi, inşaat ve hizmet sektörlerinde göçmen istihdamının uzun vadeli etkileri analiz edilebilir. Yerel kamu hizmetleri (eğitim, sağlık, altyapı) üzerindeki maliyet ve kapasite baskısı, farklı iller arasında karşılaştırmalı olarak ele alınmalıdır. Gaziantep gibi sanayi kentlerinde göçmen girişimciliğinin bölgesel kalkınmaya katkısı, sosyo-ekonomik entegrasyon bağlamında değerlendirilebilir.

Türkiye'nin farklı düzeylerdeki illerinde (Düzey 1, 2, 3) göç ve kalkınma arasındaki ilişkinin mekânsal ekonometrik yöntemlerle analiz edilmesi, bölgesel politikaların etkinliğini test etmeye katkı sağlayabilir. Bu öneriler doğrultusunda yapılacak yeni çalışmalar, göç yönetimi ve yerel kalkınma politikalarının daha kapsayıcı ve veri temelli şekilde geliştirilmesine zemin hazırlayacaktır.

KAYNAKÇA

Akkoyunlu Ertan, K., & Ertan, B. (2017). Türkiye'nin Göç Politikası. *Contemporary Research in Economics and Social Sciences,* 1(2), 7-39.

Alvanoğlu Yolcu, S. (2025). Göç Politikalarına Yerelden Bir Bakış: Gaziantep Üzerine Bir Değerlendirme. Kent Akademisi, 18(4), 1938-1960. https://doi.org/10.35674/kent.1616787

Gezer, İ., & Emsen, Ö. S. (2024). Türkiye'ye Yönelik Dış Göç: Erzurum İli Merkezi Üzerine Bir İnceleme. *Paradoks Ekonomi Sosyoloji ve Politika Dergisi,* 19(2), 243-266.

Hamza Çelikyay, H., & Yuksel, K. (2025). Büyükşehir Belediyelerinin Uluslararası Göç Süreci Politikaları. *Çağdaş Yerel Yönetimler,* 34(3), 1-38.

Karkın, V., Kara, A., & Özhazar, İ. (2024). Göç ve Eğitim Bağlamında Gaziantep'te Yaşayan Suriyeli Göçmenlerin Dil Öğrenme Eğilimleri. *Korkut Ata Türkiyat Araştırmaları Dergisi* (14), 1229-1250. https://doi.org/10.51531/korkutataturkiyat.1410732

Leyla Kuzu, Ş. (2022). Göç Girişimcilik ve Toplumsal Cinsiyet: Gaziantep'teki Suriyelilerin İşyeri Açma Motivasyonları. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 21*(Özel Sayı), 90-106. https://doi.org/10.46928/iticusbe.1109411

Mahia, R., de Arce, R., Koç, A. A., & Bölük, G. (2019). The short and long-term impact of Syrian refugees on the Turkish economy: a simulation approach. Turkish Studies, 21(5), 661–683. https://doi.org/10.1080/14683849.2019.1691920

Özkan, A., Turğut, M. (2022). "İç Göç ile Yemek Kültürlerindeki Değişimin İncelenmesi (Gaziantep Örneği)". *Gaziantep Üniversitesi Ayıntab Araştırmaları Dergisi 5/2* (Aralık 2022), 32-46.

Swinburn, G., Ainsworth, R., Bagguley, P., & Wood, P. (2006). *Local economic development: A primer developing and implementing local economic development strategies and action plans*. International Labour Organization

Şantaş, G. (2019). Türkiye'de İç Göçün Dağılımı. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi,* 19(45), 893-917. https://doi.org/10.21560/spcd.v19i50781.507180

T.C. Kalkınma Bakanlığı. (2018). *Dış göç politikası: Özel ihtisas komisyonu raporu* (Yayın No. KB: 3019 – ÖİK: 800). Ankara: T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. Erişim adresi: https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/04/DisGocPolitikas%C4%B1OzelIhtisasKomisyonuRaporu.pdf

Tekin, A. (2011). Küreselleşen dünyada bölgesel kalkinma dinamikleri, kamu politikalari ve bölgesel kalkinma ajanslari. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (29).

TESEV & ORSAM. (2015). *Suriyeli sığınmacıların Türkiye'ye etkileri* [Araştırma raporu]. TESEV. Erişim adresi: https://www.tesev.org.tr/wp-content/uploads/2015/11/Suriyeli_Siginmacilarin_Turkiyeye_Etkileri.pdf

TESEV. (2015). *Suriyeli sığınmacıların Türkiye'ye etkileri* [Araştırma raporu]. TESEV. https://www.tesev.org.tr/wp-content/uploads/2015/11/Suriyeli_Siginmacilarin_Turkiyeye_Etkileri.pdf

Tosun, Betül ve Hatun Korkmaz. "Göç Yönetiminde Belediyelerin Rolü: Gaziantep Büyükşehir Belediyesi ve Barselona Belediyesi Örneği". *Akademik Tarih ve Araştırmalar Dergisi, c*. 7, sy. 11, 2024, ss. 142-77, doi:10.56448/ataddergi.1581691.

Tutar, E., Tutar, F., & Eren, M. V. (2012). Yerel Kalkınma ve Göç: Gaziantep Örneği. Hukuk ve *İktisat Araştırmaları Dergisi,* 4(1), 107-116.

Türkoğlu, E., & Elmastaş, N. (2024). Gaziantep Şehrindeki Suriyelilerin Göç Öncesi ve Sonrası Sosyoekonomik Durumlarının Karşılaştırılmalı Bir Analizi. *Firat University Journal of Social Sciences,* 34(2), 437-450. https://doi.org/10.18069/firatsbed.1424498

Ünal, U. (2025). Kamu Diplomasi Temelinde Türkiye'nin Göç Yönetişiminin İncelenmesi: Gaziantep İli Örneği. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, 10(26), 349-361. https://doi.org/10.25204/iktisad.1581599

Bağlantılar

https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Ic-Goc-Istatistikleri-2023-53676

https://www.goc.gov.tr/gecici-korumamiz-altindaki-suriyeliler

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING CONSUMER CONFIDENCE INDEX: THE CASE OF TURKEY

Res. Asst. Dr. Ecem ARIK
Toros University, Faculty of Economics, Administrative and Social Sciences, Department of Business Administration, Mersin, Turkey
ORCID ID: 0000-0003-1528-9460

ABSTRACT
Price stability, adversely affected by the uncertainty created by changes in macroeconomic indicators in the market, can negatively impact market participant confidence. However, market participants' trust in the market is essential for the effectiveness of economic policies. The Consumer Confidence Index (CCI), which aims to measure market participants' general sense of confidence in the economy, reflects consumers' current status and future expectations. This index is considered an indicator that should be monitored by policymakers because it directly affects individuals' spending, savings decisions, and therefore economic growth. Changes in this index play an active role in the financial decision-making mechanisms of consumers and all other interest groups. In this regard, this research investigates at the relationship between the CCI variable and the dollar exchange rate (USD/TRY), the Consumer Price Index (CPI), and unemployment rates in Turkey using monthly data from 2012:7 to 2025:6. In the beginning stages of the research, stationarity tests were conducted using the Augmented Dickey-Fuller (ADF) and Phillips Perron (PP) unit root tests by taking the natural logarithm of the series. Based on the results derived from the unit root test, the time series used in the study were determined to be stationary at different levels. Following this result, the long-term relationships between the variables were investigated utilizing the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) bounds test. The findings from the bounds test of the ARDL (1,3,1,1) model indicated a cointegration relationship between the TGI, dollar exchange rate, CPI, and unemployment rates. Accordingly, it can be stated that the TGI, dollar exchange rate, unemployment rate and CPI variables exhibit co-movement in the long run. Considering the the long-term coefficient estimation results, the effect of unemployment rates on the TGI variable was found to be statistically insignificant within the examined period. However, the dollar exchange rate and CPI variables were found to have a significant and negative effect on the TGI variable in the long run. In summary, findings from this research that it's critical to have policies that will ensure price stability in the long term and increase consumer confidence in institutions and the market.
Keywords: Consumer Confidence Index, Unemployment Rate, Dollar Exchange Rate, CPI, ARDL

TÜKETİCİ GÜVEN ENDEKSİ ÜZERİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN ANALİZİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

ÖZET
Makroekonomik göstergelerde yaşanan değişimlerin piyasada oluşturduğu belirsizlikle birlikte olumsuz etkilenen fiyat istikrarı, piyasa katılımcılarının güvenini olumsuz etkileyebilmektedir. Ancak ekonomik politikaların etkinliği için piyasa katılımcılarının piyasaya güvenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Piyasa katılımcılarının ekonomiye olan genel güven duygusunu ölçmeyi amaçlayan Tüketici Güven Endeksi (TGE), tüketicilerin mevcut durum ve geleceğe ilişkin beklentilerini yansıtmaktadır. Bu endeks; bireylerin harcamalarını, tasarruf kararlarını ve dolayısıyla ekonomik büyümeyi doğrudan etkilediği için politika yapıcılar tarafından izlenmesi gereken bir gösterge olarak görülmektedir. Bu endeksteki değişimler, tüketiciler ve diğer tüm çıkar grupları tarafından finansal karar mekanizmalarında etkin bir rol oynamaktadır. Bu kapsamda bu çalışmada, 2012:7-2025:6 dönemleri arasında aylık veriler kullanılarak Türkiye'de TGE değişkeni ile dolar kuru (USD/TRY), Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE) ve işsizlik oranları arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında serilerin doğal logaritması alınarak durağanlık sınamaları Genişletilmiş Dickey-Fuller (Augmented Dickey Fuller, ADF) ve Phillips Perron (PP) birim kök testleri aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Birim kök testinden elde edilen sonuçlara göre çalışmada kullanılan zaman serilerinin farklı düzeylerde durağan olduğu belirlenmiştir.

Bu sonucun ardından değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiler Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif Model (Autoregressive Distributed Lag, ARDL) sınır testi ile incelenmiştir. ARDL (1,3,1,1) modeline ait sınır testinden elde edilen bulgular, TGE, dolar kuru, TÜFE ve işsizlik oranları arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu göstermiştir. Bu doğrultuda, TGE, dolar kuru, işsizlik oranı ve TÜFE değişkenlerinin uzun dönemde ortak hareket sergiledikleri ifade edilebilir. Çalışmada uzun dönem katsayı tahmini sonuçlarına göre işsizlik oranlarının TGE değişkeni üzerindeki etkisi incelenen dönem kapsamında istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Öte yandan dolar kuru ve TÜFE değişkenlerinin uzun dönemde TGİ değişkeni üzerinde anlamlı ve negatif bir etkisi olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Özetle, bu çalışma ile uzun vadede fiyat istikrarı sağlanarak tüketicilerin kurumlara ve piyasaya olan güvenini artıracak şekilde politikaların geliştirilmesinin önem arz ettiği sonucuna varılmıştır.
Anahtar kelimeler: Tüketici Güven Endeksi, İşsizlik Oranı, Dolar, TÜFE, ARDL

VERGİ TÜRLERİNİN GELİR DAĞILIMI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNE YÖNELİK AMPİRİK BİR ANALİZ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Ömer Faruk AYYILDIZ
Karabuk University, Economics and Administrative Sciences Faculty, Economics Department, Karabuk, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-4933-9403,

ÖZET
Vergiler, gelirin yeniden dağıtılması, gelir adaletsizliğinin azaltılması veya ortadan kaldırılması amacıyla kamu maliyesinin önemli bir aracıdır. Vergi politikaları, gelir dağılımını düzenlerken aynı zamanda toplumun refahı için hükümetin kamusal hizmet harcamaları yapmalarına da olanak sağlamaktadır. Diğer bir ifadeyle vergiler hükümetin bireylerin fayda düzeyine göre yapması gereken harcamaların kaynağını oluşturmaktadır. Bu çerçevede bakıldığında vergiler bireylerin kullanılabilir kişisel gelirlerini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyebildiğinden piyasada mevcut gelir dağılımı düzeylerini de değiştirebilmektedir. Dolayısıyla vergi türlerinin gelir dağılımı üzerindeki etkilerinin bilinmesi, maliye politikasının gelirin yeniden dağılımı amacının gerçekleştirilmesi açısından önemlidir. Buradan hareketle vergi türlerinin Türkiye örnekleminde gelir dağılımı üzerindeki etkinin incelenmesi ve maliye politikalarının gelirin yeniden dağıtılmasındaki (gelir dağılımında adaletin sağlanması) etkinin analiz edilmesi açısından önem arz etmektedir. Çalışmada 1987-2022 yılları arasındaki zaman serisini kapsayan veri seti kullanılmıştır. Türkiye'de uygulanan gelir vergisi, servet vergisi, dolaylı vergi ve dolaysız verginin gelir dağılımı ile arasındaki nedensellik ilişkisi ampirik olarak incelenmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre, dolaylı vergilerin Gini endeksi üzerinde tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, dolaylı vergi oranlarındaki değişimler gelir eşitsizliğini Granger nedensellik anlamında etkilemekte, ancak ters yönde bir ilişki bulunmamaktadır. Dolaysız vergiler açısından da Gini endeksine doğru tek yönlü bir nedensellik saptanmıştır. Gini endeksinden gelir vergisine çift yönlü bir nedensellik ilişkinin olduğu çalışmanın sonuçları arasında yer almaktadır. Servet vergileri özelinde ise ters yönde bir nedensellik ilişkisi gözlemlenmiş; Gini endeksi, servet vergilerini Granger anlamında nedensellik yönüyle etkilemekte, ancak servet vergileri gelir eşitsizliği üzerinde doğrudan etkili olmamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Gelir Dağılımı, Gini Endeksi, Vergi, Vergi Türleri, Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi

AN EMPIRICAL ANALYSIS OF THE IMPACT OF TAX TYPES ON INCOME DISTRIBUTION: THE CASE OF TÜRKİYE

ABSTRACT
Taxes are an important tool of public finance for the redistribution of income or the reduction or elimination of income inequality. Tax policies regulate income distribution while also enabling the government to spend on public services for the welfare of society. In other words, taxes constitute the source of the expenditures that the government must make according to the level of benefit to individuals. In this context, since taxes can directly or indirectly affect individuals' disposable personal income, they can also change the existing levels of income distribution in the market. Therefore, knowing the effects of tax types on income distribution is important for achieving the goal of income redistribution in fiscal policy. Consequently, examining the effect of tax types on income distribution in the Turkish sample and analyzing the effect of fiscal policies on the redistribution of income (ensuring fairness in income distribution) is important. The study utilized a dataset covering the time series from 1987 to 2022. The causal relationship between income distribution and income tax, wealth tax, indirect tax, and direct tax applied in Türkiye was empirically examined. According to the results of the analysis, a unidirectional causality relationship was found between indirect taxes and the Gini index. In other words, changes in indirect tax rates affect income inequality in the sense of Granger causality, but no reverse relationship was found.

A unidirectional causality toward the Gini index was also found for direct taxes. The results of the study indicate that there is a bidirectional causality relationship between the Gini index and income tax. Specifically, a reverse causality relationship was observed for wealth taxes; the Gini index affects wealth taxes in terms of Granger causality, but wealth taxes do not directly affect income inequality.
Keywords: Income Distribution, Gini Index, Tax, Types of Tax, Toda-Yamamoto Causality Analysis

GİRİŞ

Küreselleşmenin gün geçtikçe yayılım göstermesiyle toplumların kültürel yapısı her ne kadar değişikliğe uğramış olsa da diğer yandan benzerliklerin de var olduğu görülmüştür (Uğurlu, 2024, s. 131). Vergi kültürü ve vergi devleti kavramları tarihsel ve sosyolojik olarak devlet düzeyinde toplumların ekonomi politikalarında etkili olmuştur (Ay & Aydanlı, 2017, s. 137). Gelir dağılımında adaletin sağlanması, tam istihdam ve ekonomik istikrar gibi iktisadi amaçlar her ülkenin makroekonomik hedefleri arasında yer almıştır. Bu hedefleri gerçekleştirebilmek için kamu harcamaları, istihdam ve ücret politikaları, bölgesel kalkınma politikaları, fiyat ve piyasa düzenleyici uygulamalar, sosyal güvenlik gibi bazı iktisadi politikaları uygulanmaktadır. Vergiler ve vergi politikaları bunların başında gelmektedir (Kanca & Bayrak, 2019, s. 1496).

Günümüz ekonomik koşullarında tüm ülkelerin çözüm aradığı ya da optimal seviyeye ulaşmak için çaba harcadığı sorunlardan birisi gelir dağılımı adaletsizliğidir. Özellikle de 20. Yüzyıldan itibaren küreselleşmenin gün geçtikçe yayılmasıyla birlikte gelir düzeylerinde meydana gelen farklılıklar ekonomik ve sosyal sorunları da beraberinde getirmektedir (Sarı, 2003, s. 178). Son dönemde yaşanan savaşlar, küresel göçler ve Covid-19 pandemisi gibi zorluklar bu sorunlara olan endişeleri giderek arttırmıştır. Dolayısıyla bu olumsuzluklar, devletin gelir dağılımını düzenleyici görevini günümüzde oldukça önemli hale getirmiştir.

Gelir dağılımı, bir ekonomide elde edilen toplam gelirin bireyler ya da hane halkları arasında nasıl paylaşıldığını ifade eder ve ekonomik kalkınma, toplumsal adalet ve sosyal istikrar açısından temel bir göstergedir. Bu yönüyle gelir dağılımı her zaman kamu sektörünün baskın bir endişesi olmuştur. Hükümetler, mallar, gelir ve servet üzerinden vergiler koyma ve elde edilen gelirleri daha adil bir dağılım sağlamak için birçok farklı şekilde harcama yetkisine sahiptir (Sameti & Rafie, 2010, s. 69). Gelir dağılımında yaşanan durağanlığın ya da bozulmanın uygunsuz yeniden dağıtıcı politikalardan kaynaklandığı ifade edilmektedir. Devletin gelir dağılımını etkileyebileceği yollardan biri vergi sistemi olduğundan, vergilerin dağılımsal etkileri üzerine sürekli bir tartışma vardır. Hükümet herhangi bir vergi değişikliği önerdiğinde bu tartışmanın şiddeti daha da artmaktadır (Engel, Galetovic, & Raddatz, 1999, s. 156).

Tablo 1: Konularına Göre Vergi Ayrımı

Gelir Üzerinden Alınan Vergiler	Servet Üzerinden Alınan Vergiler	Harcamalar Üzerinden Alınan Vergiler
• Gelir ve Kurumlar Vergisi	• Emlak Vergisi • Motorlu Taşıtlar Vergisi (MTV) • Veraset ve İntikal Vergisi	• Özel Tüketim Vergisi (ÖTV) • Şans Oyunları Vergisi • Özel İletişim Vergisi • Banka ve Sigorta Muameleleri Vergisi • Damga Vergisi • Kama Değer Vergisi (KDV) • Toptan Satış Vergisi • Perakende Satış Vergisi

Kaynak: (Saraç & Girgin, 2016, s. 291-293).

Çeşitli vergi türleri aracılığıyla gelir dağılımında adaletin sağlanması gelirin yeniden dağıtılmasına karşı çıkan teorisyenler bakımından olumsuz bir yöntem olarak ifade dilmektedir. Bu teorisyenlerin başında liberterler gelmektedir.

Eğer birey yaşamı boyunca yaptığı tercihler ve yetenekleri aracılığıyla fazla kazanç elde ediyorsa ve gelirin yeniden dağıtılması amacıyla bu kazancın vergilendirilmesi yapılıyorsa bu liberterlerin karşı durduğu bir görüştür. Nitekim bu görüşün temsilcilerinden olan Nozick (1974)'e göre fakirlere yardım etmenin zorunluluk olduğu ancak bu yarımın ne kadar ve nasıl edileceği de önemli bir unsurdur. Çok çalışarak elde edilen kazanç üzerinde bireyin kendi iradesiyle tasarruf ve harcama özgürlüğü bulunmalıdır. Bireyin kendi iradesi dışında yapılan her ödeme hırsızlık olarak görülmektedir. Diğer yandan libertarizme tepki niteliğinde fırsat eşitliği teorisini savunan teorisyenlerde vardır. Bu teoriye göre bireyin yaşamı boyunca yaptığı tercihler ve yetenekleri aracılığıyla elde ettiği fazla kazancın vergilendirilmesi gerektiği savunulmaktadır. Yani bireylerin yaşama başlarken eşit şartlara sahip olmaları gerekmektedir. Bu teorinin önemli temsilcilerinden olan Roemer (1996)'e göre bireyin doğuştan sahip olduğunu yetenekler aracılığıyla elde ettiği tüm kazancı vergilendirilmeli ancak sonradan kendi beceri ve uğraşlarıyla elde ettiği kazançlar ise vergilendirme kapsamına alınmaması gerektiğini savunmaktadır. (Kızıltoprak, 2020, s. 332). Buradan anlaşıldığı üzere optimal vergi sistemi, sosyal marjinal refah ağırlıklarının negatif olmadığı sürece ikinci en iyi Pareto etkin olduğu varsayılır. Diğer bir ifadeyle, vergiler, hükümet harcamalarından bireyin aldığı fayda düzeyine göre belirlenmelidir. Bu vergilendirmenin fayda ilkesi olarak ifade edilir. Eğer alınan vergi bu fayda düzeyinin üzerinde ise, haksız bir vergilendirmenin olduğu savunulmaktadır (Yalçın, Güneş, & Hotunluoğlu, 2024, s. 39).

Musgrave ve Musgrave (1989, s. 218), vergi sistemlerinin yeniden dağıtım işlevini kamu maliyesinin temel görevlerinden biri olarak tanımlamıştır. Vergiler hem kamu hizmetlerinin finansmanını sağlamak hem de gelir adaletsizliklerini gidermek amacıyla kullanılan başlıca araçlardan biridir. Özellikle artan oranlı gelir vergisi gibi doğrudan vergiler, yüksek gelir gruplarından daha fazla vergi alınmasını sağlayarak gelir eşitsizliğini azaltmayı hedeflerken (Yalçın, Güneş, & Hotunluoğlu, 2024; Piketty & Saez, 2013; Yang, Liu, & Deng, 2019); dolaylı vergilerin ise çoğu zaman tersine etkiler yaratarak düşük gelir gruplarını orantısız şekilde etkilediği gözlemlenmektedir (Savrul & Taşkın, 2020; Özden, Balseven, & Çelebi, 2023; Mahler & Jesuit, 2018). Literatüre bakıldığında, vergilerin gelir dağılımı üzerindeki etkisine ilişkin bir fikir birliği sağlanamadığı ve yapılan çalışmalarda farklı sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir.

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde gelir dağılımı eşitsizlikleri hem ekonomik kalkınma politikalarının etkinliğini hem de toplumsal yapının istikrarını doğrudan etkilemektedir. Bu doğrultuda bakıldığında, kamu maliyesi araçlarından biri olan vergi politikaları, gelir eşitsizliklerinin azaltılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada, 1987-2022 yılları arasındaki zaman serisini kapsayan veri seti kullanılmıştır. Türkiye'de uygulanan gelir vergisi, servet vergisi, dolaylı vergi ve dolaysız verginin gelir dağılımı ile arasındaki nedensellik ilişkisi ampirik olarak incelenmiştir. Çalışmanın bir sonraki bölümünde ulusal ve uluslararası literatürdeki bulgular analiz edildikten sonra ekonometrik yöntem ve bulgular bölümünde kullanılan analiz yöntemleriyle seriler ekonometrik analize tabi tutulmuştur. Daha sonraki bölümde de yapılan ekonometrik analiz sonucunda elde edilen bulgular açıklanmıştır. Sonuç bölümünde ise yukarıda bahsedilen vergi çeşitlerinin gelir dağılımına etkisi incelenmiş ve literatürde yer alan bir takım çalışma ile karşılaştırma yapılmıştır. Son olarak Türkiye için politika önerilerine değinilmiş ve vergi yapısının sosyal adalet için öneminden bahsedilmiştir.

LİTERATÜR ÖZETİ

Prasad (2008), çalışmasında 6 Latin Amerika ülkesi (Arjantin, Brezilya, Şili, Kolombiya, Meksika ve Peru) ile OECD ülkeleri arasında vergi ve kamu harcamalarının gelir eşitsizliği üzerindeki etkisini inceleyen panel veri yöntemiyle karşılaştırmalı bir analiz yapmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, doğrudan vergiler gini katsayısı üzerinde %0,6'lık bir oranda düşüş meydana getirmişken dolaylı vergiler gini katsayısı üzerinde %0,5'lik bir oranda artış meydana getirdiği sonucuna varılmıştır.

Martinez vd. (2012), yaptıkları çalışmalarında 150 ülke için 1970-2009 dönemi veri setini kullanarak panel veri yöntemiyle vergi ve kamu harcama politikalarının gelir dağılımı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucuna göre, artan oranlı kişisel gelir vergilerinin gelir dağılımı üzerinde eşitsizliği azaltmaya yönelik olumlu katkısı bulunmaktadır. Kurumlar vergisi de kişisel gelir vergisinde olduğu gibi gelir dağılımı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu çalışmada yer alan diğer bir bulgular arasındadır.

Kazuharov vd. (2015), Makedonya'da vergi sisteminin gelir dağılımına etkisini 2003-2014 dönemi yıllık verileri ile araştırmıştır. Korelasyon ve regresyon analiz yöntemlerini kullanarak dolaylı ve dolaysız vergiler ve gelir dağılımı arasındaki ilişki incelemişlerdir. Çalışmanın bulgularına göre, dolaysız vergilerin gelir dağılımını olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Dolaysız vergiler arasında gelir dağılımını en çok kişisel gelir vergisinin etkilediği çalışmada özellikle belirtilmiştir.

Ay ve Haydanlı (2017), nitel yöntem kullanarak vergi yükünün gelir dağılımı ve yoksullukla ilişkisini inceledikleri çalışmalarında vergi yükünün bir ülkenin gelişmiş göstergelerinden biri olduğunu vurgulamakta beraberinde gelişmekte olan ülkelerde büyük sermaye gerektiren altyapı yatırımları, özel tasarrufların istenilen düzeyde olmaması ve buna paralel seyreden kamu hizmetlerinin niteliği ve ulaşılabilirliği vergi yükü kavramının önemini ortaya koyan argümanların arasında olduğunu vurgulamaktadır. Bu noktada mevcut veri yükünün toplum kesiminde nasıl dağılım gösterdiği önemli olduğu çalışmada yer alan bulgular arasındadır.

Demirgil (2018), 1980-2014 dönemi yıllık verileri kullanılarak Türkiye örnekleminde ARDL yöntemini kullanarak vergilerin gelir dağılımı üzerindeki etkisini incelediği çalışmasında e dolaylı vergi oranında meydana gelen %1'lik bir artışın, gini katsayısını %0,10 oranında artırdığı dolaysız vergi oranında meydana gelen %1'lik bir artışın ise gini katsayısını %0,05 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

Kanca ve Bayrak (2019), yaptıkları çalışmada 1990-2017 dönem için Türkiye'nin de içinde bulunduğu OECD üyesi 36 ülke için vergilerin gelir dağılımı üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Yaptıkları panel veri analizi sonuçlarına göre, dolaylı ve dolaysız vergiler ile Gini katsayısı arasında uzun dönemde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Çalışmada yer alan bir diğer sonuç ise, analize dahil edilen ülkelerde dolaylı, dolaysız vergilerdeki artışın gelir dağılımını olumsuz yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Günel (2019), çalışmasında Türkiye'de 1987-2016 dönemi için dolaylı ve dolaysız vergilerin gelir dağılımı üzerine etkisini Granger nedensellik yöntemin kullanarak analiz etmiştir. Araştırmanın bulgularına göre, dolaylı vergilerin gelir dağılımını negatif, dolaysız vergilerin gelir dağılımını pozitif etkilediği sonucuna varılmıştır. Dolaylı ve dolaysız vergiler ile gelir dağılımı arasında uzun dönemli ilişki olduğu da çalışmada yer alan diğer bir bulgudur.

Karabulut (2020), 1990-2017 dönemi için ARDL Sınır Testi yaklaşımını kullanarak Türkiye örnekleminde yaptığı çalışmada dolaylı vergilerin gelir dağılımı üzerindeki etkisini ampirik olarak incelemiştir. Analiz sonuçlarına göre, dolaylı vergiler gini katsayısını arttırmaktadır.

Savrul ve Taşkın (2020), çalışmalarında 2006-2018 döneminde Türkiye için dolaylı ve dolaysız vergilerin gelir dağılımı üzerindeki etkilerini Kernel regresyonu yöntemiyle inceledikleri çalışmalarında dolaylı vergilerin Gini katsayısını %28.1 artırarak gelir dağılımında adaletsizliğe yol açtığı; dolaysız vergilerin ise %14.1 azaltarak olumlu bir etki yarattığı sonucunu ortaya koymuşlardır.

Polat (2021), 2006-2018 dönemi için panel veri analiz yöntemleri kullanılarak Türkiye'de ve 28 AB ülkesinde uygulanan vergi politikalarının gelir dağılımı üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Araştırmanın sonucuna göre, dolaylı vergilerin toplam vergi gelirleri içindeki payındaki artışlar, gelir dağılımında adaleti bozarken; dolaysız vergilerin toplam vergi gelirleri içindeki payındaki artışlar, bu eşitsizliği azaltmaktadır.

Durak ve Akalın (2022), çalışmalarında Türkiye'de gelir dağılımının belirleyicilerini 1988-2016 yılları arasında ARDL yöntemi kullanarak analiz etmişlerdir. Gelir dağılımı belirleyicisi olarak alışmada Gini katsayısı, ekonomik büyüme, işsizlik ve transfer harcamaları, demokrasi ve yolsuzluk gibi seçilmiş bazı verilerden faydalanılmıştır. Analiz sonucuna göre, iktisadi büyüme gelir eşitsizliğini arttırmakta, işsizliğin artması ise gelir dağılımını bozmakta; yolsuzluktaki bir iyileşme gelir eşitsizliğini arttırmakta, sosyal transfer harcamalarında yaşanan artışlar ise gelir eşitsizliğini azaltmakta ve son olarak demokraside yaşanan iyileşme gelir eşitsizliğini azaltmaktadır.

Tabar (2023), çalışmasında dolaylı ve dolaysız vergilerin gelir dağılımı üzerindeki etkilerini incelemektir. Çalışma panel veri analizi ile Türkiye'nin de içinde bulunduğu 30 OECD ülkesine ait 2008-2018 dönemi yıllık verileri kullanılarak yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre; dolaylı vergiler gelir dağılımı üzerinde olumsuz etki yaratırken, dolaysız vergiler olumlu etki yaratmaktadır.

Özden vd. (2023), Türkiye'de 1992-2021 döneminde dolaylı vergilerin ve dolaysız vergilerin gelir eşitsizliği ile ekonomik büyümeyi nasıl etkilediğini ele aldıkları ve ARDL yöntemi kullanarak analiz ettikleri çalışmalarında dolaysız vergilerdeki artış eşitsizliği azaltırken büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır. Dolaylı vergilerdeki artış hem eşitsizliği hem de büyümeyi artırmaktadır. Gümrük vergilerindeki artış eşitsizliği azaltırken büyümeyi artırmaktadır. KDV oranındaki artış ise hem eşitsizliği hem de büyümeyi azaltmaktadır.

Woto ve Ngepah (2024), çalışmalarında 30 Sahra altı Afrika ülkesi için 1980-2020 yılları arasında kişisel gelir vergisinin gelir dağılımı üzerine etkisini sabit etkiler modeli (fixed effects) ve panel düzeltme teknikleri ile analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında, kişisel gelir vergisinin gelişmiş ülkelerde eşitsizliği azaltıcı bir etkiye sahip olduğunu, ancak gelişmekte olan ülkelerde bu etkinin sınırlı olduğunu göstermektedir.

Yalçın vd. (2024), seçtikleri 38 ülkenin 2003-2019 dönemi için vergi politikalarının gelir adaleti üzerindeki etkisini panel veri yöntemi kullanarak analiz etmeyi amaçladıkları çalışmalarında analize dahil edilen ülkelerin gelir üzerinden, servet üzerinden ve mal ve hizmetler üzerinden alınan vergilerin gelir dağılımını bozduğu; gelir ve servet üzerinden alınan vergilerin gelir dağılımını iyileştirdiği çalışmada ortaya çıkan önemli bulgular arasındadır.

Jalles ve Karras (2024), çalışmalarında 1970-2023 dönemi için ABD'de vergilerin gelir eşitsizliği üzerindeki kısa vadeli dinamik etkilerini incelemişlerdir. ARDL yöntemi kullanarak yapılan çalışmanın bulgularına göre, vergi gelirlerindeki artışın gini katsayısını azalttığını ve bu etkinin zamanla belirginleştiği görülmüştür.

Akşehirli (2024), Türkiye'de 2006-2023 dönemini analiz etmek amacıyla Toda-Yamamoto nedensellik testini kullanarak vergilerin gelir dağılımı arasındaki ilişkiyi ampirik olarak ortaya koymuştur. Analiz sonuçlarına göre, dolaylı ve dolaysız vergilerden gelir dağılımına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin var olduğu ortaya konulmuştur.

Çırak (2024), çalışmasında Türkiye'nin de aralarında bulunduğu 17 OECD ülkesinde gelir dağılımındaki adaletsizliğinin nedeninin 2007-2021 dönemi için vergi türleri üzerinden Dumitrescu Hurlin panel Granger nedensellik analizi kullanarak test etmiştir. Analiz sonuçlarına göre, mal ve hizmet üzerinden alınan vergiler (dolaylı ve dolaysız vergiler) ile gini katsayısı arasında karşılıklı Granger nedensellik ilişkisine ulaşılırken; servet üzerinden alınan vergilerin gini kat sayısı ile aralarında tek yönlü Granger nedensellik ilişkisine rastlanmış ve nedenselliğin yönü ise gini katsayısından servet üzerinden alınan vergilere doğru olduğu tespit edilmiştir.

Bağrıaçık (2025), çalışmasında Türkiye'de 2006-2022 yıllarını kapsayan dönemde vergi harcamaları gelir eşitsizliği ilişkisini ampirik olarak ortaya koymuştur. Çalışmada kullanılan Toda-Yamamoto nedensellik analizi sonuçlarına göre vergi harcamaları ile gini katsayısı arasında çift yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle Türkiye'de vergi harcamalarının gelir eşitsizliğinin bir nedeni olduğu; gelir eşitsizliğinin de vergi harcamalarının bir nedeni olduğu çalışmanın sonuçları arasında ifade edilmiştir.

Sonuç olarak, literatürde yer alan bulgulara bakıldığında, birinci bölümde bahsedildiği üzere vergi politikalarının yalnızca gelir yaratma aracı değil, aynı zamanda çeşitli vergi türleri aracılığıyla gelir dağılımını düzenleme işlevine sahip olduğu ve bu nedenle vergi adaletinin sosyal adaletle doğrudan ilişkili olduğu anlaşılmaktadır.

EKONOMETRİK YÖNTEM VE BULGULAR

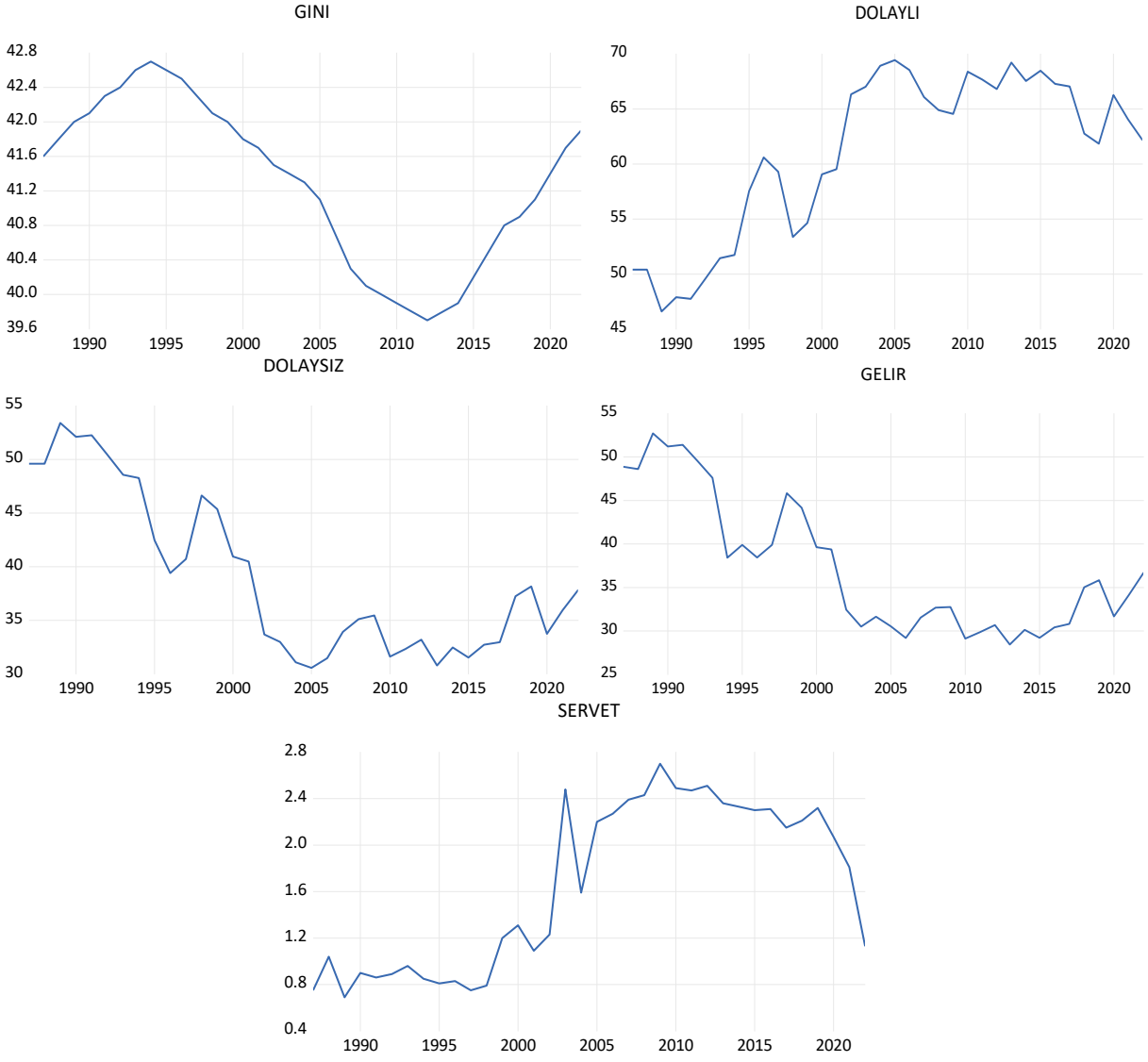
Bu çalışmada 1987 ile 2022 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak vergi türleriyle gelir dağılımı arasındaki ilişki ampirik olarak incelenmiştir. Çalışmada bağımlı değişken olan gelir dağılımı değişkenini temsilen gini endeksi (GİNİ), bağımsız değişken olarak dolaylı vergilerin toplam vergi içindeki payı (DOLAYLI), dolaysız vergilerin toplam vergi içindeki payı (DOLAYSIZ), gelir vergisinin toplam vergi içindeki payı (GELİR) ve servet vergisinin toplam vergi içindeki payı (SERVET) kullanılmıştır. Bağımlı değişkene ait gini endeksi verisi Frederic Solt (2020) tarafından geliştirilen gini endeksi verisi kullanılmıştır (Solt, Harvard Dataverse, 2025). Bağımsız değişken verileri olan vergi türleri serisine ait tüm veriler T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı (2025) veri tabanından alınmıştır. Serilerin her birinin logaritması alınarak modele dahil edilmiştir.

Ekonometrik modelde kullanılan 5 seri arasındaki ilişkiyi belirlemek için çalışmada tanımlayıcı istatistikler, birim kök testleri, eş bütünleşme testleri ve Toda-Yamamoto (1995) Nedensellik Testi uygulanmıştır. Bu çerçevede altı farklı model kurulmuş olup aşağıda belirtilmiştir;

Model 1 $lnG\dot{I}N\dot{I}_t = \alpha_0 + \alpha_1 lnDOLAYLI_t + \varepsilon_1$
Model 2 $lnG\dot{I}N\dot{I}_t = \beta_0 + \beta_1 lnDOLAYSIZ_t + \varepsilon_2$
Model 3 $lnG\dot{I}N\dot{I}_t = \gamma_0 + \gamma_1 lnGEL\dot{I}R_t + \varepsilon_3$
Model 4 $lnG\dot{I}N\dot{I}_t = \delta_0 + \delta_1 lnSERVET_t + \varepsilon_4$

Çalışmada kullanılan gini endeksi, dolaylı vergi, dolaysız vergi, gelir vergisi ve servet vergisi değişkenlerinin zaman içinde nasıl bir dağılım izlediği aşağıda (Grafik:1) gösterilmiştir.

Grafik 1: Serilerin Zaman Yolu Grafikleri



Seriler arasında uzun dönem ilişki olup olmadığının belirlenmeye çalışıldığı Eşbütünleşme testlerinin yapılabilmesi için serilerin durağan olması ya da farkları alınarak durağanlaştırılması gerekmektedir.

Çalışmamızda zaman serilerinin durağanlığının sınandığı ADF (1981) ve PP (1988) birim kök testleri kullanılmıştır. Her iki birim kök testi sonucunda da düzey değerlerinde durağan olmadığı ve belirlenen serilerin birinci farkları alındığında serilerin durağanlaştığı tespit edilmiştir. Sonuçlar Tablo 1 ve 2'de sunulmuştur.

Tablo 2: ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Model	**Sabit Terimli**		**Sabit Terimli ve Trendli**	
Değişkenler	**Test İstatistiği**	**Olasılık Değeri**	**Test İstatistiği**	**Olasılık Değeri**
Düzey				
ΔGİNİ	-1.587535	0.4779	-1.868580	0.6486
DOLAYLI	-1.561366	0.4913	-1.189038	0.8974
DOLAYSIZ	-1.561366	0.4913	-1.189038	0.8974
GELİR	-1.675015	0.4348	-1.260021	0.8814
SERVET	-1.633616	0.4552	0.180185	0.9969
1.Fark				
ΔGİNİ	-5.935818	0.0000***	-6.105123	0.0001***
DOLAYLI	-5.251177	0.0001***	-5.355636	0.0006***
DOLAYSIZ	-5.251177	0.0001***	-5.355636	0.0006***
GELİR	-5.606206	0.0000***	-4.225845	0.0115**
SERVET	-8.160887	0.0000***	-8.415109	0.0000 ***

Not: ADF birim kök testi sabit modeli kullanılarak uygulanmış ve maksimum gecikme uzunluğu 8 olarak alınmıştır. (*) %10 seviyesini, (**) %5 seviyesini ve (***) %1 seviyesini ifade etmektedir.

Tablo 1'de ADF birim kök testi sonuçlarına baktığımızda tüm serilerin düzeyde birim kök içerdiği görülmektedir. Seriler, birinci mertebeden farkı alındığında istatistiksel olarak %1 anlamlılık düzeyinde durağan hale gelmektedir. Dolayısıyla, tüm seriler I(1) yani birinci mertebeden durağan olduğu ve birim kök içermediği özelliğini göstermektedir.
ADF birim kök testi sonucunda maksimum bütünleşme derecesinin belirlenmesinin ardından, uygun gecikme uzunluklarının tespiti için GİNİ-DOLAYLI, GİNİ-DOLAYSIZ, GİNİ-GELİR ve GİNİ-SERVET modelleri için birer VAR modeli oluşturulmuştur. Tablo 2'ye göre, tüm modeller için LR, AIC, SC, HQ bilgi kriterleri ($\rho = 2$) olduğu görülmektedir;

Tablo 3: Tüm Modeller için Uygun Gecikme Uzunluğu

Model, Bilgi Kriteri, Uygun Gecikme Uzunluğu	**GİNİ-DOLAYLI (Model-1)**	**GİNİ-DOLAYSIZ (Model-2)**	**GİNİ-GELİR (Model-3)**	**GİNİ-SERVET (Model-4)**
Model	VAR	VAR	VAR	VAR
Bilgi Kriteri	(LR, AIC, SC, HQ)	(LR, AIC, SC, HQ)	(LR, AIC, SC, HQ)	(LR, AIC, SC, HQ)
Uygun Gecikme Uzunluğu	2	2	2	2

Granger (1969) nedensellik testinde serilerin durağan olması şartı aranırken (Uğurlu, 2020, s. 342), bu test ile uzun dönemli nedensellik sonuçlarına ulaşılmaktadır. Bu sebeple çalışmada ele alınan değişkenler arasındaki uzun dönemli nedensellik ilişkisini tespit edebilmek amacıyla Toda-Yamamoto (1995) tarafından geliştirilen nedensellik testi kullanılmıştır. Granger nedensellik testi VAR ve VEC modellerine dayanmakta ve analizlerde F-istatistiği kullanılmaktadır.

Ayrıca seriler düzeyde durağan olmadığında, Toda-Yamamoto (1995) geleneksel F-istatistiğinin standart dağılım göstermeyeceğini ve bu nedenle Granger Nedensellik testinin serilerin düzeyde durağan olmadığı durum için geçerli olmayabileceğini ifade etmiştir (Songur & Yüksel, 2018, s. 61-62). Toda ve Yamamoto (1995) seriler düzeyde durağan olmasalar dahi serilerin düzey değerlerinin yer aldığı VAR modelinin tahmin edilebilme imkânı vermektedir. Yavuz (2006, s. 169)'un ifadesine göre bu sayede serilerin daha fazla bilgi içermesiyle sonuçlar daha başarılı elde edilmektedir. Yapılan bu tahminlerden elde edilen değerler ile standart Wald testi uygulanabilir hale gelmektedir. Toda-Yamamoto (1995) nedensellik testinde serbestlik derecesi ve maksimum bütünleşme derecesi d_{max} iken, $[\rho + d_{max}]$'ıncı dereceden VAR modeli tahmin edilmektedir (Doğan, 2017, s. 24). ρ serbestlik derecesi ile d_{max} maksimum bütünleşme derecesinin toplamından sonra VAR testinde gecikme arttırılmış Wald testinin asimptotik x^2 dağılımı göstermektedir. Bu bilgiler ışığında çalışmada kurulan modellerde yer alan değişkenlerin bütünleşme dereceleri, birim kök özellikleri ve kurulan modelin gecikme uzunluğu Toda-Yamamoto nedensellik testinin sonuçlandırılması için önem arz etmektedir.
Toda-Yamamoto nedensellik testinde Y ve X değişkenleri için genel gösterim denklemleri şu şekildedir (Doğan, 2017, s. 24);

$$Y_t = \alpha_0 + + \sum_{j=\rho+1}^{\rho+d_{max}} + \sum_{i=1}^{\rho+d_{max}} \alpha_{2i} + \varepsilon_t$$

$$X_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{\rho+d_{max}} \beta_{1i} + \sum_{i=1}^{\rho+d_{max}} \beta_{2i} Y_{t-i} + \nu_t$$

Yukarıdaki denklemlere ilişkin oluşturulan hipotezler şu şekilde ifade edilmiştir.;
H_0 = Y'den X'e doğru nedensellik ilişkisi yoktur.
H_1 = Y'den X'e doğru nedensellik ilişkisi vardır.

Tablo 2'de elde edilen sonuçlara göre optimal gecikme uzunluğun 2 olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda "ρ" serbestlik derecesinin 2 olduğuna karar verilmiştir. Tablo 1 'de elde edilen birim kök testi sonucunda gini endeksinin ve vergi türlerine ait değişkenlerin I(1) seviyesinde durağan olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda serilerin en yüksek entegre olma derecesinin $d_{max} = 1$ olduğuna karar verilmiştir. Toda-Yamamoto nedensellik analizi için gerekli olan $\rho + d_{max}$ seviyesinin 3 olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İlgili durum göz önünde bulundurularak elde edilen sonuçlar tablo 3'te raporlanmıştır;

Tablo 4: Toda-Yamamoto Nedensellik Testinin Sonuçları

Hipotez	$p + d_{max}$	x^2 **(Ki-Kare) Değeri**	**Olasılık Değeri**	**Karar**
GİNİ ⇏ DOLAYLI	2+1	3.144174	0.207611445	Dolaylı ➡ GİNİ
DOLAYLI ⇏ GİNİ	2+1	5.682883	0.058341506*	
GİNİ ⇏ DOLAYSIZ	2+1	3.144174	0.207611445	Dolaysız ➡ GİNİ
DOLAYSIZ ⇏ GİNİ	2+1	5.682883	0.058341506*	
GİNİ ⇏ GELİR	2+1	6.612148	0.036659818**	GELİR ⬌ GİNİ
GELİR ⇏ GİNİ	2+1	5.594928	0.060964473*	
GİNİ ⇏ SERVET	2+1	17.81428	0.000135419***	GİNİ ➡ SERVET
SERVET ⇏ GİNİ	2+1	3.356584	0.186692575	

Not: $\rho + d_{max}$ = 3 olarak alınmıştır. Parantez içindeki değerler olasılık değerlerini göstermektedir. *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılık seviyelerini göstermektedir. Gecikme uzunlukları tüm modellerde 3 olarak alınmıştır. $\nRightarrow$ notasyonu "nedeni değildir" anlamında kullanılmıştır.

SONUÇ

Bu çalışmada, Türkiye ekonomisi özelinde gelir dağılımı (Gini endeksi) ile vergi türleri (dolaylı, dolaysız, gelir ve servet vergileri) arasındaki nedensellik ilişkisi, Toda-Yamamoto (1995) nedensellik testi yöntemiyle 35 yıllık (1987–2022) dönem için incelenmiştir. Analiz sonuçları, vergi yapısının gelir eşitsizliği üzerinde yönlü ve anlamlı etkiler ortaya koyduğunu göstermektedir.

Elde edilen bulgulara göre, dolaylı vergilerin Gini endeksi üzerinde tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, dolaylı vergi oranlarındaki değişimler gelir eşitsizliğini Granger nedensellik anlamında etkilemekte, ancak ters yönde bir ilişki bulunmamaktadır. Bu durum, dolaylı vergilerin özellikle tüketim üzerinden alınan (KDV ve ÖTV gibi) gelir dağılımı üzerinde adaletsiz bir yük oluşturduğu ifade edilebilir.

Benzer şekilde, dolaysız vergiler açısından da Gini endeksine doğru tek yönlü bir nedensellik saptanmıştır. Bu bulgu, dolaysız vergi politikalarının (gelir ve kazanç vergileri gibi) mevcut yapısal biçimiyle gelir dağılımını etkileyebileceğini, ancak gelir eşitsizlik düzeyinin dolaysız vergi oranlarını etkilemediği anlaşılmaktadır.

Çalışmanın dikkat çekici bulgularından biri de Gini endeksinden gelir vergisine doğru çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin bulunmasıdır. Bu durum, artan gelir eşitsizliğinin vergi politikalarında tepkiye yol açtığını, yani daha adil bir yapı sağlamak adına gelir vergisi oranlarında ya da kapsamlarında değişikliklere gidildiğini düşündürmektedir. Diğer yandan gelir eşitsizliğinin yükselmesiyle gini katsayısının gelir vergisi üzerinde etkili olduğu analiz bulgularında yer alan diğer bir sonuçtur. Servet vergileri özelinde ise ters yönde bir nedensellik ilişkisi gözlemlenmiş; Gini endeksi, servet vergilerini Granger anlamında nedensellik yönüyle etkilemekte, ancak servet vergileri gelir eşitsizliği üzerinde doğrudan etkili olmamaktadır. Bu sonuç, servet vergilerinin henüz etkili ve yaygın bir araç olarak kullanılmadığını ya da uygulanabilirliğinin sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır. Toplam vergi türleri içerisinde servet vergisinin göz ardı edilmeyecek düzeyde düşük olması ve diğer vergi türlerine kıyasla en düşük paya sahip olması bu bulguyu destekler niteliktedir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, literatürdeki birçok ampirik çalışmayla örtüşmektedir. Özellikle dolaylı vergilerin gelir dağılımı üzerinde olumsuz etkiler yarattığı yönündeki bulgular, Bird ve Zolt (2005), Martinez-Vazquez ve Moreno-Dodson (2010), Günel (2019), Karabulut (2020), Polat (2021), Akşehirli (2024), gibi çalışmalarda da vurgulanmaktadır. Bu çalışmalar, dolaylı vergilerin genellikle düşük gelirli hane halklarını oransal olarak daha fazla etkilediğini ve bu yolla gelir eşitsizliğini artırdığını belirtmektedirler.

Bununla birlikte, çalışmamızda dolaysız vergilerden (özellikle gelir vergileri) Gini endeksine doğru nedensellik saptanması, dolaysız vergilerin teorik olarak daha adil olmasına rağmen, uygulamadaki etkinliğinin gelir eşitsizliğini azaltacak düzeyde olmadığını düşündürmektedir. Bu durum, ülkemizde dolaysız vergilerin kapsamı, istisnalar, muafiyetler ve vergi kaçağı gibi faktörler nedeniyle yeterince adil dağıtılamadığını gösteren Prasad (2008), Alkan (2017), Uğur (2019), Savrul ve Taşkın (2020), Akşehirli (2024) gibi çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Servet vergisine ilişkin bulgu ise, literatürde sıklıkla göz ardı edilen bir konuya dikkat çekmektedir. Gini endeksinden servet vergisine doğru nedensellik bulunması, artan eşitsizlik karşısında servet vergilerinin politik gündeme taşındığını ancak mevcut durumda bu vergilerin henüz etkili bir araç olarak kullanılmadığını göstermektedir. Nitekim Türkiye'de uygulanan servet vergisinin diğer vergi türlerine oranla payının topla vergi gelirleri içindeki payının en düşük seviyede olması bu sonucu desteklemektedir. Bu tespit, Piketty (2014)'nin vurguladığı "servet vergilerinin gelir eşitsizliğini dengeleyici enstrüman olarak daha aktif kullanılması gerektiği" görüşünü desteklemektedir.

Genel olarak, elde edilen bulgular vergi politikalarının gelir dağılımını şekillendirdiğini, özellikle dolaylı vergilere aşırı yüklenmenin gelir eşitsizliğini artırdığını göstermektedir. Bu nedenle, daha adil

bir vergi sistemi inşası için dolaysız vergilerin payının artırılması, servet ve gelir vergilerinin daha etkin uygulanması önerilmektedir. Ayrıca, artan eşitsizlik düzeyinin vergi politikalarını tetiklediği gerçeği, sosyal ve ekonomik politika yapıcılar için önemli bir uyarı niteliğindedir.

KAYNAKÇA

Akşehirli, N. (2024). Vergiler ve Gelir Dağılımı Arasındaki Nedensellik İlişkisi. *Kamu Yönetimi ve Politikaları Dergisi, 5*(3), 401-420.

Alkan, A. (2017). Türkiye'de vergi sisteminin gelir dağılımı üzerindeki etkileri. *Maliye Dergisi, 173*, 25–42.

Ay, H., & Aydanlı, M. L. (2017). Vergi Yükü Ekseninde Toplumsal Yapının Gelir Dağılımı ve Yoksullukla İlişkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 4*(3), 136-153.

Bağrıaçık, E. A. (2025). Vergi Harcamaları-Gelir Eşitsizliği: Türkiye için Ampirirk Bir Analiz. *Vergi Sorunları Dergisi*, 69-78.

Bird, R. M., & Zolt, E. M. (2005). Redistribution via taxation: The limited role of the personal income tax in developing countries. *UCLA Law Review, 52-6*, 1627–1695.

Çırak, A. N. (2024). Gelir Dağılımı Adaletsizliğinin Vergiler Üzerinden İncelenmesi: Panel Granger Nedensellik Analizi. *Efil Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 7*(4), 146-168.

Demirgil, B. (2018). Vergilerin Gelir Dağılımı Üzerindeki Etkisi: Ampirik Bir Çalışma. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 9*(2), 118-131.

Dickey, A. D., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica, 49*, 1057-1072.

Doğan, B. (2017). Ekonomik Küreselleşme ve Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar, 54*(628), 19-27.

Durak, S., & Akalın, G. (2022). Türkiye'de Gelir Dağılımının Belirleyicileri. *Anadolu İktisat ve İşletme Dergisi, 6*(2), 69-86.

Engel, E. M., Galetovic, A., & Raddatz, C. E. (1999). Taxes and income distribution in Chile: some unpleasant redistributive arithmetic. *Journal of Development Economics, 59*, 155–192.

Granger, W. C. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 424-438.

Günel, T. (2019). Türkiye'de Dolaylı ve Dolaysız Vergilerin Gelir Dağılımına Etkisi: Ekonometrik Bir Uygulama. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi, 14*(55), 277-287.

Jalles, J. T., & Karras, G. (2024). Tax progressivity and income inequality in the US. *Economics Letters, 238*.

Johansen, S. (1991). Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1551-1580.

Kanca, O. C., & Bayrak, M. (2019). Vergilerin Gelir Dağılımı Üzerindeki Belirleyiciliği: Panel Veri Analizi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 23*(4), 1495-1514.

Karabulut, Ş. (2020). Impact of Indirect Taxes on Income Distribution. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 23*(1), 92-100.

Kızıltoprak, Ö. (2020). Gelir Dağılımı Eşitsizlikleri ile Mücadelede Vergilerin Rolü. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 9*(2), 331-340.

Kozuharov, S., Petkovski, V., & Ristovska, N. (2015). The Impact of Taxes Measured by Gini Index in Macedonia. . *UTMS Journal of Economics, 6*(1), 41-52.

Mahler, V., & Jesuit, D. (2018). Indirect taxes and government inequality reduction: A cross-national analysis of the developed world. *Journal of Income Distribution, 27*(2), 1-26.

Martinez-Vazquez, J., & Moreno-Dodson, B. (2010). *Assessing the impact of tax policy on income distribution: A comparative analysis across countries.* World Bank Policy Research Working Paper No: 5454.

Martinez-Vazquez, J., Moreno-Dodson, B., & Vulovic, V. (2012). The Impact of Tax and Expenditure Policies on Income Distribution: Evidence from a Large Panel of Countries. *Hacienda Pública Española / Review of Public Economics, 200*(1), 95-130.

Musgrave, R. A., & Musgrave, P. B. (1989). *Public Finance in Theory and Practice.* Singapore: McGraw-Hill.

Nozick, R. (1974). *Distributive Justice Anarchy, State and Utopia.* New York: LLC: Basic Books.

Özden, B., Balseven, H., & Çelebi, F. (2023). Dolaylı Vergilerin Gelir Dağılımına Etkisi: Türkiye Üzerine Ampirik Bir Analiz. *Maliye Çalışmaları Dergisi, 70*, 84-104.

Phillips, C. B., & Perron, P. (1988). Testing for A Unit Root in Time Series Regression. *Biometrica, 75*(2), 335-346.

Piketty, T. (2014). *Capital in the twenty-first century.* (A. Goldhammer, Çev.) Cambridge: Harvard University Press.

Piketty, T., & Saez, E. (2013). A theory of optimal taxation for inequality reduction. *Econometrica, 81*(5), 1831–1855.

Polat, M. A. (2021). Vergilendirme politikalarının gelir dağılımı üzerindeki etkileri: AB ülkeleri ve Türkiye için yeni nesil bir panel veri analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 12*(29), 131-148.

Prasad, N. (2008). Policies For Redistribution: The Use Of Taxes And Social. *International Institute for Labour Studies*, 1-31.

Roemer, J. E. (1996). *The Theories of Disributive Justice.* London: Harward Universtiy Press.

Sameti, M., & Rafie, L. (2010). Interaction of Income Distribution, Taxes and Economic Growth (The Case of Iran and Some Selected East Asian Countries). *Iranian Economic Review, 14*(25), 67-81.

Saraç, Ö., & Girgin, A. U. (2016). *Pareto Maliye* (2. b.). Ankara: Aymir Yayınevi.

Sarı, R. (2003). Gelir Dağılımında Eğitim Faktörü: Kentsel Bazda Bir Örnek. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 58*(2), 177-189.

Savrul, B. K., & Taşkın, A. (2020). Dolaylı ve Dolaysız Vergilerin Türkiye'deki Gelir Dağılımı Üzerine Etkileri. *Eurasian Academy of Sciences Social Sciences Journa, 29*, 1-19.

Solt, F. (2020). Measuring Income Inequality Across Countries and Over Time: The Standardized World Income Inequality Database. *Social Science Quarterly, 101*(3), 1183-1199.

Solt, F. (2025, Nisan 20). *Harvard Dataverse*. Harvard Dataverse: https://dataverse.harvard.edu/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.7910/DVN/LM4OWF adresinden alındı

Songur, M., & Yüksel, C. (2018). Vergi Yapısı ile Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*(643), 47-70.

T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı. (2025, Nisan 20). *T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı*. T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı: https://www.hmb.gov.tr/kamu-finansmani-istatistikleri adresinden alındı

Tabar, Ç. (2023). Vergilerin Gelir Dağılımı Üzerindeki Etkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Panel Veri Analizi. *International Journal of Public Finance, 8*(1), 67-84.

Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics, 66*(1-2), 225-250.

Uğur, S. (2019). Dolaylı vergilerin gelir dağılımına etkisi: Türkiye örneği. *Ekonomik Yaklaşım, 30*(111), 95–116.

Uğurlu, S. (2020). Do the Incentives Increase Employment? Econometric Evidences from Turkey's Economy. S. A. Hatırlı, Ş. A. Koç, & O. Demirel içinde, *Theoretical and Applied Studies on Turkish Economy* (s. 331-350). London: IJOPEC Publication.

Uğurlu, S. (2024). Do Investments Have an Impact on Reducing Poverty? ARDL Approach. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi, 16*(30), 121-137.

Voto, T. P., & Ngepah, N. (2024). Personal income tax, redistribution and income inequality in Sub-Saharan Africa. *International Review of Economics, 71*, 205-223.

Yalçın, E., Güneş, S., & Hotunluoğlu, H. (2024). Gelir Dağılımı ve Vergi Gelirleri Arasındaki İlişki: Panel Veri Analizi. *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi, 17*(1), 35-50.

Yang, F., Liu, P., & Deng, H. (2019). An Empirical Study on the Regulation Effect of Individual Income Tax on. *4th International Conference on Social Sciences and Economic Development. 314*, s. 616-624. Atlantis Press.

Yavuz, N. Ç. (2006). Türkiye'de Turizm Gelirlerinin Ekonomik Büyümeye Etkisinin Testi: Yapısal Kırılma ve Nedensellik Analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi, 7*(2), 162-171.

NEOLIBERALISM AND THE RISE OF THE ETHICAL CITIZEN

Dr. D. Burcu Eğilmez GÜRSOY
İzmir University of Economics, Common Courses Department, Balçova-İzmir, Turkey
ORCID ID: 0000-0003-4518-1565

ABSTRACT

In contemporary Turkey, the recurrence of environmental and humanitarian crises—most notably wildfires and the 2023 earthquakes—has revealed a striking moral turn in civic life. While the state often frames such disasters through the dual tropes of *destiny* and *blame*, citizen responses have increasingly been articulated in the language of moral virtue. Empathy, conscience and responsibility are foregrounded as motivations for grassroots mobilization. From neighbourhood-level volunteerism to celebrity-led donation drives, "doing good" is performed not merely as solidarity but as a public assertion of ethical selfhood.

This paper investigates the emergence of the "ethical citizen" as a key figure in the moral economy of neoliberal governance. Drawing on the responses to recent fires and earthquakes, it analyzes how individual and civil-society initiatives are valorised as moral acts that fill the void left by inadequate state response. Influential figures like Haluk Levent and Şahan Gökbakar have become symbols of this ethical performance—praising their visibility in moments of crisis while also becoming targets of criticism from state actors wary of alternative centres of legitimacy.

These developments, I argue, reflect a broader neoliberal logic of responsibilization. Citizens are not merely encouraged but expected to act as moral agents, absorbing structural failures through personal virtue. This performance of goodness, while often effective in the short term, shifts attention away from structural critique and toward affective gestures. The ethics of care becomes a substitute for political demands.

Theoretically, the paper draws on Michel Foucault's notion of ethics as a technology of the self, and Wendy Brown's critique of moralized neoliberal subjectivity. It asks what forms of political agency are available when morality displaces justice, and how solidarity might be reclaimed from the spectacle of ethical performance. Ultimately, it aims to reframe the moral citizen not as a stable subject but as a site of contestation—between affect and critique, care and co-optation, presence and political possibility.

Keywords: neoliberal governance, ethical citizenship, disaster response, moral performativity, Turkish politics

NEOLİBERALİZM VE "ETİK YURTTAŞ"IN YÜKSELİŞİ

ÖZET

Günümüz Türkiye'sinde, çevresel ve insani krizlerin — en başta orman yangınları ve 2023 depremleri — tekrar tekrar yaşanması, toplumsal yaşamda çarpıcı bir ahlaki yönelimi görünür kılmıştır. Devlet bu tür felaketleri çoğunlukla "kader" ve "suçlama" ikiliği üzerinden çerçevelerken, yurttaşların tepkileri giderek daha fazla ahlaki erdem diliyle ifade edilmektedir. Empati, vicdan ve sorumluluk, tabandan gelen seferberliklerin temel motivasyonları olarak öne çıkmaktadır. Mahalle ölçeğindeki gönüllülükten ünlülerin öncülük ettiği bağış kampanyalarına kadar "iyilik yapmak", yalnızca dayanışma değil, aynı zamanda etik bir öznenin kamusal ifadesi olarak icra edilmektedir.

Bu makale, neoliberal yönetimselliğin ahlaki ekonomisi içinde "etik yurttaş"ın temel bir figür olarak ortaya çıkışını incelemektedir. Son yangınlar ve depremlere verilen tepkilerden yola çıkarak, bireysel ve sivil toplum girişimlerinin, yetersiz devlet müdahalesiyle oluşan boşluğu dolduran ahlaki eylemler olarak nasıl yüceltildiğini analiz etmektedir. Haluk Levent ve Şahan Gökbakar gibi etkili isimler, bu etik performansın sembolleri haline gelmiş; kriz anlarındaki görünürlükleri övülürken, aynı zamanda alternatif meşruiyet merkezlerinden çekinen devlet aktörlerinin eleştirilerine de hedef olmuşlardır.

Bu gelişmelerin, daha geniş bir neoliberal "sorumluluk yükleme" mantığını yansıttığını savunuyorum. Yurttaşlardan, yalnızca teşvik edilmekle kalmayıp, aynı zamanda ahlaki özneler gibi davranmaları beklenmektedir; yapısal başarısızlıkları kişisel erdem yoluyla telafi etmeleri istenmektedir. İyilik

performansı, kısa vadede etkili olsa da, dikkatleri yapısal eleştiriden uzaklaştırarak duygusal jestlere yöneltmektedir. Bakım etiği, siyasal taleplerin yerine geçen bir unsur haline gelmektedir.
Kuramsal olarak, makale Michel Foucault'nun "bir kendilik teknolojisi olarak etik" kavramsallaştırmasına ve Wendy Brown'ın ahlakileştirilmiş neoliberal öznellik eleştirisine yaslanmaktadır. Ahlakın adaletin yerini aldığı koşullarda hangi siyasal özneleşme biçimlerinin mümkün olduğunu, dayanışmanın etik performansın gösterisinden nasıl geri kazanılabileceğini sorgulamaktadır. Son kertede, "ahlaki yurttaş"ı sabit bir özne olarak değil, duygu ve eleştiri, bakım ve araçsallaştırma, varlık ve siyasal imkân arasındaki bir çatışma alanı olarak yeniden çerçevelemeyi amaçlamaktadır.
Anahtar kelimeler: neoliberal yönetişim, etik yurttaşlık, afetlere müdahale, ahlaki performativite, Türkiye siyaseti

EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN VISIONARY LEADERSHIP AND EMPLOYEE PERFORMANCE

Birgül AVCI
Gebze Technical University, Faculty of Business Administration, Department of Business Administration, Kocaeli, Turkey
ORCID ID: 0009-0003-5380-3851

Arş. Gör. Dr. Berivan TATAR
Gebze Technical University, Faculty of Business Administration, Department of Business Administration, Kocaeli, Turkey
ORCID ID: 0000-0002-0934-3734

Prof. Dr. Meral ELÇİ
Gebze Technical University, Faculty of Business Administration, Department of Business Administration, Kocaeli, Turkey
ORCID ID: 0000-0002-0547-0250

ABSTRACT
In today's business world, organizations are experiencing a profound transformation process due to globalization and intense competition. Rapid technological developments, changing market structures, and transformations in the workforce have significantly altered the qualifications expected from leadership. The managerial profile that focused on maintaining stability in the past has been replaced by leaders managing change, developing vision, and shaping the future. In this context, today's management approach has transformed into an approach centred on visionary leadership. Visionary leaders working together with employees to create and implement a vision play a significant role in the success of organizations and their competitive advantage and this leadership style contributes to the development of positive attitudes and behaviors among employees. In this regard, the aim of this study is to examine the effect of visionary leadership on employee performance in light of the mediating effect of creative self-efficacy and innovative work behavior. Data were collected from 309 people working in different sectors using an online survey method, and were analyzed using SPSS and AMOS 21 software. Confirmatory factor analysis was performed using the AMOS 21 program, and analysis was performed using the SPSS PROCESS macro for hypothesis testing. Findings have shown that visionary leadership is positively related to employee performance. In addition, creative self-efficacy and innovative work behavior play a mediating role in the relationship between visionary leadership and employee performance. Finally, it was found that creative self-efficacy and innovative work behavior play a serial mediating role in the effect of visionary leadership on employee performance.
This study shows that the impact of visionary leadership on employee performance is not merely a direct effect, but rather a process shaped by employees' internal and behavioural characteristics. It also demonstrates that leaders seeking to improve performance in their organizations must adopt a visionary approach to support their employees' creative self-efficacy and innovative work behaviors. The study offers a comprehensive approach to demonstrating that visionary leadership improves employee performance by strengthening employees' creative self-efficacy and supporting innovative work behaviors, providing a deeper understanding of the relationship between leadership and performance.
Keywords: Leader, Visionary Leadership, Employee Performance, Creative Self-Efficacy, Innovative Work Behavior

VİZYONER LİDERLİK İLE ÇALIŞAN PERFORMANSI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Günümüz iş dünyasında işletmeler, küreselleşme ve yoğun rekabetin etkisiyle köklü bir değişim sürecinden geçmektedir. Hızlı teknolojik gelişmeler, değişen pazar yapıları ve işgücündeki dönüşüm, liderlikten beklenen nitelikleri önemli ölçüde değiştirmiştir. Geçmişte istikrarı korumaya odaklanan yönetici profili, yerini değişimi yöneten, vizyon geliştiren ve geleceği şekillendiren liderlere bırakmıştır. Bu bağlamda, günümüz yönetim anlayışı vizyoner liderliği merkezine alan bir yaklaşıma dönüşmektedir. İşletmelerin başarısında ve rekabet avantajı kazanmalarında vizyon oluşturma ve bu vizyonu hayata geçirme noktasında çalışanlar ile birlikte hareket eden vizyoner liderlerin büyük payı olduğu, bu liderlik tarzının çalışanlarda olumlu tutum ve davranışların gelişimine katkıda bulunduğu görülmektedir. Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı, vizyoner liderliğin çalışan performansı üzerindeki etkisini yaratıcı öz yeterliliğin ve yenilikçi iş davranışının aracılık etkisi ışığında incelemektir. Farklı sektörlerde çalışan 309 kişiden çevrim içi anket yöntemi kullanılarak veriler toplanmış ve toplanan veriler, SPSS ve AMOS 21 programları aracılığıyla analiz edilmiştir. AMOS 21 programı kullanılarak doğrulayıcı faktör analizi yapılmış, hipotez testleri için SPSS PROCESS makrosu kullanılarak analiz yapılmıştır. Araştırma bulguları, vizyoner liderliğin çalışan performansı ile pozitif yönde ilişkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca, yaratıcı öz yeterlilik ve yenilikçi iş davranışının, vizyoner liderlik ve çalışan performansı arasındaki ilişkide aracı rol oynadığı tespit edilmiştir. Son olarak vizyoner liderliğin çalışan performansına etkisinde yaratıcı öz yeterlilik ve yenilikçi iş davranışının seri aracılık rolü olduğu bulgulanmıştır.

Bu çalışma, vizyoner liderliğin çalışan performansı üzerindeki etkisinin sadece doğrudan bir etkiden ibaret olmadığını, aynı zamanda çalışanların içsel ve davranışsal özellikleri üzerinden şekillenen bir süreç olduğunu, örgütlerde performansı artırmak isteyen liderlerin vizyoner bir yaklaşımla çalışanlarının yaratıcı öz-yeterlilik ve yenilikçi iş davranışlarını desteklemelerinin kritik önem taşıdığını göstermiştir. Çalışma, vizyoner liderliğin çalışanların yaratıcı öz-yeterliliklerini güçlendirerek ve yenilikçi iş davranışlarını destekleyerek çalışan performansını artırdığını göstermede bütüncül bir yaklaşım sunarak, liderlik ve performans ilişkisine dair daha derin bir araştırma anlayışı sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Lider, Vizyoner Liderlik, Çalışan performansı, Yaratıcı Öz Yeterlilik, Yenilikçi İş Davranışı

DIGITALIZATION IN REAL ESTATE MARKETING

Assoc. Prof. Aslıhan YAVUZALP MARANGOZ
Toros University, Faculty Of Economics, Administrative and Social Sciences, Business Department, Mersin, Turkey.
ORCID ID: 0000-0002-5119-4330

ABSTRACT
The advancement of technology and the process of digitalization are reshaping business activities across all industries. Among the areas most affected by this transformation are marketing practices. As the lifestyles of target audiences evolve with constant internet access, the widespread use of smart devices, and the increasing role of social media marketing activities are increasingly shifting toward digital channels. This shift, evident in nearly every sector, is also strongly reflected in the real estate industry. Marketing efforts in the real estate sector are now actively carried out through digital platforms. Consumers search for many products and services online, follow companies on social media and read reviews. Specifically in real estate, consumers regularly visit real estate websites, conduct detailed research, and examine videos and images of listings. These digital channels often play a significant role in their decision-making process. The rise of digitalization has brought with it new patterns in consumer behavior, making aspects such as digital media, content creation, data collection and analysis increasingly important for real estate marketing strategies. As a result companies are pushed to remain visible and engaged on social platforms, to produce valuable content, and to collaborate with influential digital figures. This study explores in depth the impact of digitalization on real estate marketing. In this context, the research examines the use of next-generation technologies, digital tools, new media strategies, shifting consumer behaviors, and the sector's adoption of social media strategies. The aim of this study is to provide a theoretical foundation for digital transformation in real estate marketing and to offer practical insights that can help practitioners develop effective strategies in the field.
Keywords: Real Estate Marketing, Digital Age, Social Media.

GAYRİMENKUL PAZARLAMASINDA DİJİTALLEŞME

ÖZET
Teknolojinin gelişmesi ve dijitalleşme süreci işletme faaliyetlerini bu yöne dönüştürmektedir. Pazarlama faaliyetleri de bu değişimden en çok etkilenenler arasındadır. Hedef kitlenin değişen yaşam tarzı, sürekli olarak internete erişim imkanı, akıllı araçların artması ve sosyal medyanın yaygın kullanımı pazarlama faaliyetlerini dijital kanallara taşımaktadır. Hemen her sektörde görülen bu dönüşüm ve değişim gayrimenkul sektöründe de görülmektedir. Gayrimenkul sektöründeki pazarlama faaliyetleri dijital kanallarda aktif olarak sürdürülmektedir. Tüketiciler artık birçok ürün ve hizmeti internette aramakta, işletmelerin sosyal medya hesaplarını takip etmekte ve konuyla ilgili yorumları okumaktadır. Gayrimenkul sektöründe ise tüketiciler emlak sitelerini takip etmekte, bu sitelerde araştırma yapmakta, videoları ve fotoğrafları incelemektedir. Karar aşamasında ise yine bu kanallar etkili olabilmektedir. Dijitalleşmeyle ortaya çıkan yeni tüketici davranışları, emlak pazarlama stratejilerinin dijital medya, içerik üretimi, veri toplama ve yorumlama gibi konuları önemli hale getirmektedir. Bu da işletmeleri sosyal mecralarda aktif olmaya, görünür kalmaya, içerik üretmeye ve bu konuda etkili kişilerle işbirliği yapmaya itmektedir. Bu çalışmada, dijitalleşmenin gayrimenkul pazarlaması üzerindeki etkileri detaylı biçimde ele alınmaktadır. Bu bağlamda kullanılan yeni nesil teknolojiler, teknolojik araçlar, yeni medya stratejileri, dönüşen tüketici davranışları ve sosyal medya stratejilerinin sektörde ele alınışı incelenmektedir. Bu çalışmanın amacı gayrimenkul pazarlamasında dijital dönüşüm konusunda teorik bir altyapı sunmak ve uygulayıcılara etkin stratejiler oluşturmak konusunda katkı sağlamaktır.
Anahtar kelimeler: Gayrimenkul Pazarlaması, Dijital Çağ, Sosyal Medya.

KARİYERİNE BAĞLI ÇALIŞANLAR DAHA AZ MI DUYGUSAL OLARAK TÜKENİYOR? İŞ-AİLE ÇATIŞMASI BAĞLAMINDA BİR ARAŞTIRMA MODELİ

Elif ERDOĞAN
Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
ORCID ID: 0009-0009-8364-8251

Prof. Dr. Serdar BOZKURT
Yıldız Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, İstanbul, Türkiye
ORCİD: ID/0000-0002-4745-9965

ÖZET
Bireyin yaşamında iş ve aile iki temel alanı oluşturmaktadır. Yaşamları boyunca bireyler bu iki alan arasında denge kurmak için çabalamakta; ancak sınırlı kaynaklara (zaman ve enerji) sahip olmaları sebebiyle iş ve aile sorumluluklarını aynı anda yerine getirmeleri zorlaşmaktadır. Bunun sonucunda meydana gelen iş – aile çatışması (İAÇ), bireyi duygusal tükenmişliğe sürükleyerek iki alan arasında tercih yapmaya zorlamaktadır. Bu durum ise bireyin kariyerine olan bağlılığını etkilemektedir.
Bireyi iş yaşamına bağlayacak en önemli etkenlerden biri kariyerine olan bağlılığıdır. Kariyer bağlılığı, bireyin kendi tercihiyle seçmiş olduğu kariyere yönelik tutumları ve çalışma motivasyonu şeklinde ifade edilmektedir (Riveros vd., 2011). Literatürde yer alan çalışmalarda, yüksek kariyer bağlılığına sahip bireylerin iş – aile çatışması yaşama olasılıklarının daha düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir (Liu vd., 2020).
Bu çalışma, İAÇ ile duygusal tükenmişlik arasındaki ilişkide kariyer bağlılığının rolüne ilişkin bir modelin geliştirilmesini amaçlamaktadır. Bu çerçevede modele yönelik geliştirilen önermeler aşağıda yer almaktadır.
Önerme 1: İAÇ ve duygusal tükenme arasında ilişki beklenmektedir.
Önerme 2: İAÇ, duygusal tükenme ile arasındaki ilişkide kariyer bağlılığının düzenleyici rolünün olması beklenmektedir.
Bu önermelerin, organizasyonların iş – aile çatışmasını azaltmaya ve çalışanların kariyer bağlılığını artırmaya yönelik insan kaynakları politikalarının düzenlenmesine ve geliştirilmesine olumlu katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
Anahtar Kelimeler: İş – Aile Çatışması, Kariyer Bağlılığı, Duygusal Tükenmişlik

ARE CAREER COMMITTED EMPLOYEES LESS EMOTIONALLY EXHAUSTED? A RESEARCH MODEL IN THE CONTEXT OF WORK-FAMILY CONFLICT

ABSTRACT
Work and family constitute two fundamental areas in an individual's life. Throughout their lives, individuals strive to balance these two areas; however, due to limited resources (time and energy), it becomes difficult to fulfill work and family responsibilities simultaneously. The resulting work-family conflict (WFC) leads individuals to emotional exhaustion, forcing them to choose between the two. This, in turn, affects an individual's commitment to their career.
One of the most critical factors that connects an individual to their work life is their commitment to their career. An individual's perspective on the chosen career and their desire to work are considered within the scope of the definition of career commitment (Riveros et al., 2011). Studies in the literature have found that individuals with high career commitment are less likely to experience work-family conflict (Liu et al., 2020).
This study proposes a model regarding the role of career commitment in the relationship between WFC and emotional exhaustion. Within this framework, the following propositions were developed for the model.
Proposition 1: A relationship is expected between WFC and emotional exhaustion.

Proposition 2: Career commitment is expected to moderate the relationship between WFC and emotional exhaustion.
These propositions are expected to contribute to organizations developing policies to reduce work-family conflict and increase employees' career commitment.
Keywords: Work – Family Conflict, Career Commitment, Emotional Exhaustion

GİRİŞ

Günümüz iş yaşamında çalışanları, aile ve iş rolleri arasında denge kurmakta giderek daha fazla zorlanmaktadır. Uzun ve düzensiz çalışma saatleri, aşırı iş yükü, evden çalışma modelinin yaygınlaşması gibi faktörler bireyin iş ve aile yaşamı arasındaki sınırları belirsizleşmesine neden olmakta; bunun sonucunda yaşanan gerilim ve çatışmalar nedeniyle yorgunluk, stres, memnuniyetsizlik, fiziksel ve psikolojik sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu çatışmanın en yıkıcı sonuçlarından biri de duygusal tükenmişliktir.

Ancak her bireyin bu çatışmadan aynı düzeyde etkilenmediği görülmektedir. Özellikle kariyer bağlılığı yüksek olan çalışanların, karşılaştıkları zorluklara karşı daha dirençli oldukları ve tükenme belirtilerini daha az deneyimledikleri ileri sürülmektedir. Kariyer bağlılığı kişinin kariyerine karşı tutumunu ve sahiplenme düzeyini ifade eder (Blau, 1985). Bu bağlılık, bireyin karşılaştığı çatışmanın olumsuz etkilerini dengeleyebilecek bir motivasyon faktörü olarak düşünülebilir.

Bu bağlamda çalışmanın temel amacı, iş-aile çatışmasının, bireylerin duygusal tükenmişlikleri üzerinde olası etkisini ele almak ve bu ilişkide kariyer bağlılığının düzenleyici rolünün ortaya konulmasına yönelik model önerisi geliştirmektir.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

İş – Aile Çatışması

Bireyin yaşamında iş ve aile iki temel alanı oluşturmaktadır. Bu iki alanın rol beklentileri birbiri ile her zaman uyumlu değildir (Netemeyer vd., 1996). Birey yaşamı boyunca iş ve aile rollerini dengede tutmak için çabalamakta; dengede tutamadığında ise çatışmalar meydana gelmektedir (Yurttagül, 2016). İş rolüne katılım aile rolüne katılımı, aile rolüne katılım ise iş rolüne katılımı sınırlamaktadır (Greenhaus & Beutell, 1985). Bunun sonucunda iş – aile çatışması (İAÇ) meydana gelmektedir. Liu ve diğerlerine (2020) göre iş alanının zaman ve enerji gereksinimleri ile aile alanının zaman ve enerji gereksinimlerinin karşı karşıya gelmesi sonucunda İAÇ ortaya çıkar.

İş ve aile rolleri arasındaki çatışmanın en belirgin özelliği bu çatışmanın çift yönlü olması ve her iki alanının beklenti ve taleplerinin karşılıklı olarak birbirini kısıtlamasıdır (Dinçer, 2019). İş rolüyle ilgili taleplerin, işe ayrılan zamanın, işin yarattığı baskıların aile hayatını kısıtlamasıyla işten aileye olan çatışma ortaya çıkarken, aile rolüyle ilgili sorumlulukların ve taleplerin iş alanını kısıtlaması sonucunda aileden işe olan çatışma ortaya çıkmaktadır (Asiedu vd., 2018).

Greenhaus ve Beutell (1985), iş – aile çatışmasını *zaman, gerilim ve davranış* temelli olmak üzere üç ana türde sınıflandırmıştır. Zamana temelli çatışma, bireyin bir role harcadığı zamanın, başka bir rolün taleplerini karşılaması için yeterli zaman ayırmasına engel olması durumunda; gerilim temelli çatışma, bireyin rolünün gereklerini yerine getirirken yaşadığı kaygı, yorgunluk ve gerginlik durumlarının, diğer bir roldeki çıktıları olumsuz etkilemesi sonucu (Parasuraman & Simmers, 2001) ve son olarak davranış temelli çatışma ise bireyin iş yaşamında üstlendiği rolün gerektirdiği davranış ile aile yaşamında üstlendiği rolden beklenen davranışın birbiriyle uyumsuz olması halinde meydana gelmektedir (Balak, 2013).

Kariyer Bağlılığı

Hall (1971) kariyer bağlılığını, bireyin seçtiği kariyer rolünde çalışmaya yönelik motivasyonunun gücü olarak tanımlar. Blau (1985)'ya göre kariyer bağlılığı kişinin mesleğine yönelik tutumudur. Kariyer bağlılığı, bireylerin kariyerlerine karşı geliştirdikleri tutumu ifade eder ve iş bağlılığının kariyere odaklanan bir versiyonu olarak ele alınır (Lin & Chen, 2004). Kariyer bağlılığı, bireyin seçtiği meslek doğrultusunda belirlediği hedef ve planlara bağlı kalma isteği olarak da tanımlanabilir (Akgün, 2024).

Özdevecioğlu ve Aktaş'a (2007) göre, bireylerin kariyerlerine olan bağlılığı üç temel nedene dayanmaktadır. İlk olarak, kariyer bireyin geleceğe yönelik vizyonunu ifade eder ve bu vizyon gereği birey kariyerine bağlılık geliştirir. İkinci olarak, kariyer bireyin toplumsal statüsünün bir sembolüdür ve birey bu statü sadece iş hayatında değil, sosyal hayatta da kullanır.
Üçüncü olarak ise kariyer bağlılığı bireyin başarma ihtiyacının bir sonucudur ve başarma ihtiyacı yüksek olan bireyler için kariyer bağlılığı önemlidir (Özdevecioğlu & Aktaş, 2007).
Kariyer bağlılığının duygusal, normatif ve devam bağlılığı olmak üzere üç boyutu bulunmaktadır. Duygusal kariyer bağlılığı, bireyin kariyerini uzun süre devam ettirme arzusu nedeniyle mesleğini sürdürme eğilimidir. Normatif kariyer bağlılığı, bireyin kariyerine devam etmeyi bir yükümlülük veya görev olarak görmesidir. Devam bağlılığı ise bireyin kariyerinden ayrılmasının maliyetli veya riskli olmasından dolayı mesleğinde kalmaya ihtiyaç duymasıdır (Blau, 2001).

Duygusal Tükenme

Sözlük anlamı gücünü yitirmiş olma, çaba göstermeme durumu olan tükenmişlik (www.tdk.gov.tr), Maslach ve Jackson (1981) tarafından insanlarla yoğun şekilde çalışan bireylerde görülebilen duygusal tükenme, duyarsızlaşma ve azalan kişisel başarı hissi olarak ortaya çıkan bir sendrom olarak tanımlanmıştır. Duygusal tükenme, insanlarla yoğun iletişim sonucu ortaya çıkan yorgunluk durumudur. Duyarsızlaşma, bireyin hizmet verdiği kişilere karşı ilgisizlik göstermesidir. Azalan kişisel başarı hissi ise bireyin kendini yetersiz ve başarısız olarak görmesidir (Leiter & Maslach, 1988). Tükenmişlik, iş ortamındaki kişilerarası stresin bir çıktısı olarak görülmekte ve kişinin diğer bireylerle ilişkilerindeki tutum ve davranışlarında değişime yol açmaktadır (Maslach & Jackson, 1984).
Tükenmişliğin stres boyutunu temsil eden duygusal tükenmişlik, tükenmişliğin ilk aşaması olarak kabul edilir (Maslach vd., 2001). Duygusal tükenmişlik yaşayan bireyler çevresindeki insanlardan uzaklaşarak ve onlara karşı duyarsız davranarak bu durumla başa çıkabilir. Bu bağlamda duyarsızlaşma, tükenmişliğin olası bir çıktısı ve öngörücüsü olarak karşımıza çıkar. Duyarsızlaşma arttıkça birey işte kendini daha başarısız hissetmeye başlar ve başarılarını olumsuz değerlendirir. Bu da duyarsızlaşmayı azalan kişisel başarı hissi için aracı bir değişken haline getirir. Kısacası, duygusal tükenmenin azalan kişisel başarı hissindeki etkinliğinin, duyarsızlaşmanın aracı değişken olarak devreye girmesi durumunda gerçekleşeceği belirtilmektedir (Leiter & Maslach, 1988).
Maslach ve diğerleri (2001), tükenmişliğin üç boyutunun da eşit öneme sahip olduğunu ve birlikte ele alınması gerektiğini savunsa da son yıllarda yapılan çalışmalar yalnızca duygusal tükenmişlik üzerine yoğunlaşmıştır (Günay, 2021). Tükenmişlik denildiğinde duygusal boyutun öne çıkması nedeniyle biz de çalışmamızda duygusal tükenmişlik üzerine yoğunlaşacağız.

Çalışmanın Amacı ve Önemi

Literatürde İAÇ ile duygusal tükenme arasındaki ilişki sıklıkla ele alınmıştır. Diğer taraftan bilindiği kadarıyla kariyer bağlılığının, İAÇ ve duygusal tükenmişlik arasındaki ilişkideki rolü açısından literatürde yeterince incelenmediği görülmektedir. Bu çalışma, İAÇ ve duygusal tükenmişlik arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve bu ilişkide kariyer bağlılığının rolünün tespit edilmesine yönelik model önerisi ortaya koymayı hedeflemektedir. Böylece çalışma literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır.

DEĞİŞKENLER ARASI İLİŞKİLER

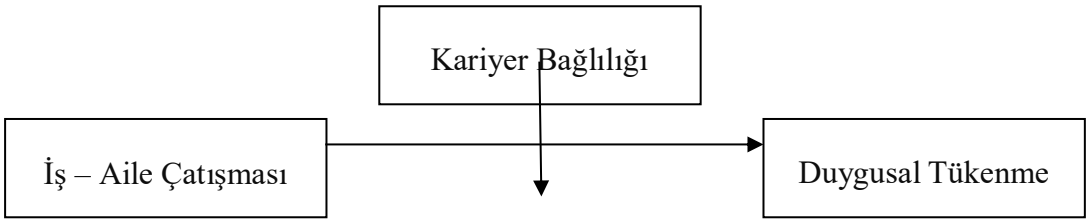
İAÇ ve Duygusal Tükenme İlişkisi

Literatürde duygusal tükenme, İAÇ'nin bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Araştırmalar İAÇ'nin tükenmişlik ile pozitif yönde bir ilişkisinin olduğunu ortaya koymaktadır. Wu ve diğerleri (2018), inşaat sektöründeki profesyonellerle yaptıkları çalışmada, İAÇ'nin çalışanların tükenme seviyesini artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu çatışma, çalışanların üzerinde psikolojik baskı oluşturarak iş tatminlerini düşürmekte; işlerine olan ilgilerinin azalması ve tükenmişlik sonucu işten ayrılma eğilimlerini artırmaktadır (Wu vd., 2018). Galletta ve diğerleri (2019), 647 hemşire üzerinde yaptıkları çalışmada İAÇ'nin artmasıyla duygusal tükenmişliğin arttığını tespit etmişlerdir. Denizli ilinde faaliyet gösteren 176 muhasebe meslek mensubu üzerinde yapılan çalışmada İAÇ ile duygusal tükenmişlik arasında

pozitif yönde bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Gürel, 2016). Çin'de başlangıç düzeyindeki ve deneyimli okul öncesi öğretmenleri arasında yapılan araştırma, İAÇ'nin hem başlangıç düzeyindeki hem de deneyimli okul öncesi öğretmenlerinde duygusal tükenmeyle pozitif yönde bir ilişkisi olduğu tespit edilmiştir (Zhou & Li, 2022).
Burić ve diğerleri (2023) ise öğretmenler arasında yaptıkları çalışmalarında hem iş – aile çatışmasının hem de aile – iş çatışmasının duygusal tükenmişlikle ilişkili olduğunu; ancak İAÇ ile duygusal tükenmişlik arasındaki ilişkinin daha güçlü yönde olduğunu ortaya koymuştur. Literatürdeki çalışmaların bulguları temel alınarak aşağıdaki önerme geliştirilmiştir:
Önerme 1: İAÇ ve duygusal tükenme arasında ilişki beklenmektedir.

İAÇ ve Duygusal Tükenme İlişkisinde Kariyer Bağlılığının Düzenleyici Rolü
Literatürde İAÇ ile duygusal tükenme arasındaki ilişki sıklıkla incelenmiş, ancak mesleki bağlılık, işe bağlılık ve örgütsel bağlılık şeklindeki bağlılık türlerinin bu iki temel değişkenle olan ilişkisinin alanyazında etraflıca ele alınmasına rağmen kariyer bağlılığına yeterince yer verilmediği görülmektedir. Oysa bireylerin kariyerlerine duydukları bağlılığının, İAÇ'nin duygusal tükenme üzerindeki etkisini zayıflatabileceği, yani bu ilişkiyi düzenleyebileceği düşünülmektedir. Hafeez ve diğerleri (2023), kamu ve özel hastanelerde çalışan sağlık çalışanları arasında yaptıkları çalışmada kariyer bağlılığının iş-aile çatışması, duygusal tükenme ve işten ayrılma niyetleri arasındaki düzenleyici etkisi ele alınmıştır. Çalışmanın sonucunda iş-aile çatışması, duygusal tükenme ve işten ayrılma niyeti arasındaki pozitif ilişkinin, kariyer bağlılığı daha yüksek olan sağlık çalışanlarında, kariyer bağlılığı daha düşük olanlara göre düşük olduğunu tespit etmişlerdir (Hefeez vd., 2023). Literatürdeki çalışmalardan hareketle İAÇ'nin duygusal tükenmişlik üzerinde etkili olduğu anlaşılmakta ancak bu ilişkide kariyer bağlılığının rolü bilinmemektedir. Bundan hareketle aşağıdaki önerme geliştirilmiştir:
Önerme 2: İAÇ, duygusal tükenme ile arasındaki ilişkide kariyer bağlılığının düzenleyici rolünün olması beklenmektedir.

Araştırma Modeli
Literatür doğrultusunda oluşturulan önermelere dayalı olarak geliştirilen araştırma modeli Şekil 1'de yer almaktadır.



Şekil 1. Önerilen Araştırma Modeli

SONUÇ VE ÖNERİLER
Bu çalışma, İAÇ ile duygusal tükenme arasındaki ilişkide kariyer bağlılığının rolünü inceleyen bir model önermektedir. Literatürdeki araştırmalarda İAÇ ile duygusal tükenme arasındaki ilişkiye etraflı bir şekilde ele alınmış olup iki değişken arasında pozitif bir ilişkinin olduğu vurgulanmıştır. Ancak bilindiği kadarıyla kariyer bağlılığının İAÇ ve duygusal tükenme arasındaki ilişkideki rolüne dair bir araştırmaya rastlanmamıştır. Çalışma kapsamında sunulan model önerisinin bu konudaki literatüre katkı sağlaması amaçlanmaktadır.
Bu bağlamda çalışmada önerilen modelin, özel sektörde çalışan beyaz yakalı çalışanlarda test edilmesi hedeflenmektedir. Böylece iş ve aile rolleri arasında çatışma yaşayan bireylerin duygusal olarak tükenme yaşamalarında kariyerlerine olan bağlılıklarının nasıl bir değişim rolü üstlendiğinin ortaya konacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu önermelerin, organizasyonların iş – aile çatışmasını ve duygusal tükenmeyi azaltmaya; çalışanların kariyer bağlılığını artırmaya yönelik politikalar geliştirmesine katkı sağlaması öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

Akgün, K. (2024). Mesleki Aidiyet ve Kariyer Bağlılığının Mesleki Tükenmişlik Sendromu Üzerine Etkisi: Turist Rehberleri Üzerine Bir Araştırma. [Yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe üniversitesi]

Asiedu, E. E. A., Annor, F., Amponsah-Tawiah, K., & Dartey-Baah, K. (2018). Juggling family and professional caring: Role demands, work–family conflict and burnout among registered nurses in Ghana. Nursing open, 5(4), 611-620.

Balak, D. (2013). Sınırsız kariyer perspektifinde iş-aile çatışması ve kariyer bağlılığının kariyer hareketliliği üzerindeki etkisi Kayseri ilindeki imalat işletmelerinde bir araştırma. [Yüksek Lisans Tezi, Nevşehrt Üniversitesi]

Blau, G. (2001). On assessing the construct validity of two multidimensional constructs: Occupational commitment and occupational entrenchment. Human resource management review, 11(3), 279-298.

Blau, G. J. (1985). The measurement and prediction of career commitment. Journal of occupational Psychology, 58(4), 277-288.

Burić, I., Šimunović, M., & Balaž, B. (2023). Work–family conflicts and teacher commitment during the COVID-19 pandemic: a moderated mediation analysis of emotional exhaustion and psychological capital. Educational Psychology, 43(5), 472-490.

Dinçer, Ş. (2019). Aile-iş Çatışmasi Bağlaminda, Orta Düzey Kadin Yöneticinin" Anne" Oluşunun, iş Yaşamina Etkisi Üzerine Bir Araştirma (Doctoral dissertation, Marmara Universitesi (Turkey)).

Galletta, M., Portoghese, I., Melis, P., Gonzalez, C. I. A., Finco, G., D'Aloja, E., ... & Campagna, M. (2019). The role of collective affective commitment in the relationship between work–family conflict and emotional exhaustion among nurses: A multilevel modeling approach. BMC nursing, 18, 1-9.

Greenhaus, J. H., & Beutell, N. J. (1985). Sources of conflict between work and family roles. Academy of management review, 10(1), 76-88.

Günay, A. (2021). İşe bağlı duygusal tükenmişlik: bir ölçek uyarlama çalışması. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 30(1), 142-149.

Gürel, E. B. (2016). Duygusal tükenmişlik, iş stresi ve işe bağlılığın iş-aile çatışması üzerindeki etkisi: amprik bir araştırma. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (48), 349-364.

Hafeez, J., Saggu, S. Q., Khan, M. Q., Bibi, F., Tariq, N., & Qudus, A. (2023). Examining The Impact Of Work-Family Conflict On Turnover Intentions Among Healthcare Professionals: The Mediating Role Of Emotional Exhaustion And The Moderating Influence Of Career Commitment. Journal of Namibian Studies. 37(1), 1401-1421.

Hall, D. T. (1971). A theoretical model of career subidentity development in organizational settings. Organizational behavior and human performance, 6(1), 50-76.

Leiter, M. P., & Maslach, C. (1988). The impact of interpersonal environment on burnout and organizational commitment. Journal of organizational behavior, 9(4), 297-308.

Lin, C. P., & Chen, M. F. (2004). Career commitment as a moderator of the relationships among procedural justice, perceived organizational support, organizational commitment, and turnover intentions. Asia Pacific Management Review, 9(3), 519-538.

Liu, C., Cao, J., Zhang, P., & Wu, G. (2020). Investigating the relationship between work-to-family conflict, job burnout, job outcomes, and affective commitment in the construction industry. International journal of environmental research and public health, 17(16), 5995.

Maslach, C., & Jackson, S. E. (1981). The measurement of experienced burnout. Journal of organizational behavior, 2(2), 99-113.

Maslach, C., & Jackson, S. E. (1984). Burnout in organizational settings. Applied social psychology annual.

Maslach, C., Schaufeli, W. B., & Leiter, M. P. (2001). Job burnout. Annual review of psychology, 52(2001), 397-422.

Netemeyer, R. G., Boles, J. S., & McMurrian, R. (1996). Development and validation of work–family conflict and family–work conflict scales. Journal of applied psychology, 81(4), 400.

Özdevecioğlu, M., & Aktaş, A. G. A. (2007). Kariyer bağlılığı, mesleki bağlılık ve örgütsel bağlılığın yaşam tatmini üzerindeki etkisi: İş-aile çatışmasının rolü. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (28).

Parasuraman, S., & Simmers, C. A. (2001). Type of employment, work–family conflict and well-being: a comparative study. Journal of Organizational Behavior: The International Journal of Industrial, Occupational and Organizational Psychology and Behavior, 22(5), 551-568.

Riveros, AMM., Shir, T., Tsai, T. (2011). Career Commitment vs Organizational Commitment: A Comparison Between For-Profit and Non-Profit Sectors, Econpapers.

Türk Dil Kurumu, https://sozluk.gov.tr (Erişim Tarihi:07.09.2025).

Wu, G., Wu, Y., Li, H., & Dan, C. (2018). Job burnout, work-family conflict and project performance for construction professionals: The moderating role of organizational support. International journal of environmental research and public health, 15(12), 2869.

Yurttagül, Z. (2016). İş-aile çatışmasının örgütsel bağlılık ve işten ayrılma niyetine etkisi: Beyaz ve mavi yaka çalışanlarda bir uygulama. [Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi]

Zhou, S., Li, X., & Gao, B. (2020). Family/friends support, work-family conflict, organizational commitment, and turnover intention in young preschool teachers in China: A serial mediation model. Children and youth services review, 113, 104997.

ELEKTRİKLİ VE İÇTEN YANMALI MOTORLU ARAÇLARDA PORT BAGAJ KULLANIMININ DEVRİLME DİNAMİKLERİNE ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Turgay ERGİN
Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye
ORCİD: ID/0000-0002-6396-1277

ÖZET
Elektrikli araçların kullanımı gün geçtikçe hızlı bir biçimde yaygınlaşmaktadır. İçten yanmalı motorlu araçların satış oranları düşerken, elektrikli araçların satış oranları hızla artmaktadır. Kullanılan araçların güç kaynakları değişse de trafikteki kazalarda büyük bir değişim olmamaktadır. Trafik kazalarının çok azı devrilmeyle sonuçlanmaktadır. Fakat devrilmeyle sonuçlanan trafik kazalarındaki ölüm oranları çok yüksektir. Bu nedenle, hangi tip araç olursa olsun devrilme üzerinde etkisi olan her araç özelliği titizlikle incelenmelidir. Bu çalışmada, port bagaj kullanımının elektrikli ve içten yanmalı motorlu araçların devrilme dinamikleri üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Öncelikle araçların geometrik özelliklerine ve ağırlık merkezi yüksekliklerine dayalı statik stabilite faktörü (SSF) değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra, port bagaj kullanımından kaynaklı ağırlık merkezi değişimleri hesaplanarak SSF değerleri güncellenmiştir. SSF değeri bir aracın devrilme eğilimini ortaya koyan önemli bir parametre olduğundan SSF değişimleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca yük transfer oranları (YTO) da hesaplanarak devrilmenin hangi yanal ivme değerlerinde oluştuğu incelenmiştir. Son olarak, araçlar CarSim programında yapılan simülasyonlarda dinamik manevra testlerinden biri olan geyik testine (çift şerit değiştirme testi) tabi tutulmuştur. Bu simülasyonlarda devrilme dinamiklerinin değerlendirilmesinde araçların rotadan sapma mesafesi, yanal ivme değeri ve araç gövdesi yuvarlanma açısı gibi parametreleri incelenmiştir. Sonuç olarak, bu çalışmayla elektrikli ve içten yanmalı motorlu araçlarda port bagaj kullanımının araç devrilme dinamikleri üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak ortaya konulmuştur. Bu sayede, çok gerekli olmadıkça port bagaj kullanılmaması gerektiği ya da kullanılması gerekiyorsa belirli limitler içerisinde kullanılması gerektiği vurgulanmıştır.
Anahtar kelimeler: Elektrikli Araç, Devrilme, Port Bagaj, Ağırlık Merkezi Yüksekliği, Statik Stabilite Faktörü (SSF)

EFFECTS OF ROOF RACK USE ON ROLLOVER DYNAMICS IN ELECTRIC AND INTERNAL COMBUSTION ENGINE VEHICLES

ABSTRACT
The use of electric vehicles is rapidly becoming more widespread. While sales of internal combustion engine vehicles are declining, sales of electric vehicles are rapidly increasing. Even with changes in the power sources used in these vehicles, there is no significant change in traffic accidents. Very few traffic accidents result in rollovers. However, the fatality rate in rollover accidents is very high. Therefore, regardless of vehicle type, every vehicle feature that affects rollovers should be meticulously examined. This study comparatively examined the effects of roof racks on the rollover dynamics of electric and internal combustion engine vehicles. First, static stability factor (SSF) values were calculated based on the vehicle's geometric characteristics and center of gravity heights. Then, SSF values were updated by calculating the center of gravity changes resulting from the use of roof racks. Because SSF is a key parameter that determines a vehicle's tendency to roll over, SSF changes were compared. Load transfer ratios (LTRs) were also calculated to determine the lateral acceleration values at which rollovers occur. Finally, the vehicles were subjected to the moose test (double lane change test), a dynamic maneuvering test performed in simulations conducted in the CarSim program. In these simulations, parameters such as vehicle deviation distance, lateral acceleration, and vehicle body roll angle were examined to assess rollover dynamics. In conclusion, this study provides a comparative analysis of the effects of roof racks on rollover dynamics in electric and internal combustion engine vehicles. This emphasizes that roof racks should not be used unless absolutely necessary, and if they are used, they should be used within certain limits.

Keywords: Electric Vehicle, Rollover, Roof Rack, Center of Gravity Height, Static Stability Factor (SSF)

GİRİŞ

Port bagajlar araçların bagaj kapasitelerini artıran işlevsel aksesuarlardan biridir. Tavan üstü bagaj taşıyıcısı olarak da bilinen port bagaj, taşınacak yükün hacmine göre farklı boyutlarda tasarlanabilmektedir. Her ne kadar ekstra yükleme hacmi sunmuş olsalar da kullanıldıkları araçlarda aerodinamik yapıyı olumsuz yönde etkilediklerinden yakıt tüketimini ve taşıt dinamiklerini de olumsuz yönde etkilemektedirler. Literatürde aerodinamik performans [1-3] ve dolayısıyla yakıt tüketimine olan etkileri [4,5] ile ilgili yapılmış birçok çalışma mevcuttur. Araçlarda port bagaj kullanımı kaynaklı gürültü azaltma [6] ve port bagaj taşıyıcısının yorulma ömrünü tahmin etmek için titreşim analizleri [7] ile ilgili yapılmış çalışmalar yine literatürde yer almaktadır.

Port bagaj kullanımının taşıt dinamiklerine olan etkilerine yönelik çalışmalar da yapılmıştır. Sadeghi ve arkadaşları otomobillerdeki yanal denge sistemlerinin performansı ve tasarımının, ağırlık merkezinin yüksekliği ile dingil mesafesi arasındaki orana bağlı olduğunu vurgulamışlardır. Toplam yaylanan kütledeki ve tavana yerleştirilen yükteki değişiklikleri tespit etmek ve tahmin etmek için araç yuvarlanma dinamiklerinin kullanmışlardır. Aracın bir yanal ivmeölçer ve yuvarlanma jiroskobu ile donatıldığını varsaymışlar ve ikinci dereceden bir fiziksel model türetmişlerdir [8].

Port bagaj kullanımıyla birlikte ağırlık merkezinin konumu değişeceğinden ağırlık merkezi değişiminin devrilme üzerinde olan etkilerine yönelik çalışmalar da yapılmıştır [9]. Devrilme eğiliminin ortaya konulmasında araç geometrik özelliklerine dayalı olarak hesaplanan SSF ve YTO değerleri büyük önem arz etmektedir. Literatürde devrilme ile ilgili yapılmış çalışmalarda bu değerlerin baz alındığı görülmektedir [10]. Aracın dinamik haldeki devrilme davranışlarının simülasyon ortamında dinamik manevra testleri uygulanarak irdelendiği çalışmaları da literatürde görmek mümkündür [11,12].

Bu çalışmada, elektrikli ve içten yanmalı motorlu araçlarda port bagaj kullanımının araçların devrilme dinamiklerine olan etkileri hem statik halde araç geometrik özelliklerine göre, hem de dinamik halde simülasyon ortamında dinamik manevra testleriyle incelenmiştir. Statik halde yapılan değerlendirmede SSF, YTO ve devrilme olasılığı gibi parametrelerle her iki araçta port bagaj kullanımının devrilme üzerindeki etkileri incelenmiştir. Dinamik halde ise simülasyon ortamında araçlar geyik testlerine tabi tutularak hedef rotadan sapma mesafeleri, gövde yuvarlanma açılarının değişimi ve yanal ivme değerlerine göre yuvarlanma açılarının değişimi gibi parametrelerle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Port bagaj kullanımı aracın ağırlık merkezi yüksekliğini değiştirdiğinden, hem elektrikli hem de içten yanmalı araçlarda devrilme dinamiklerinin bu değişimden ne oranda etkilendiğini ortaya koymak büyük öneme sahip olmaktadır.

YÖNTEM

Elektrikli ve içten yanmalı motorlu araçlarda port bagaj kullanımının devrilme dinamikleri üzerindeki etkileri inceleneceğinden öncelikle bu araçların teknik özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu iki araca ait önemli parametreler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Araç parametreleri

Araç Parametresi	Elektrikli Araç	İçten Yanmalı Motorlu Araç
Araç Yüksekliği (m)	1,6	1,6
İz Genişliği (m)	1,59	1,59
Aks Aralığı (m)	2,7	2,7
Araç Ağırlığı (kg)	2000	1600
Araç Ağırlığı (Port Bagaj) (kg)	2075	1675
Ağırlık Merkezi Yüksekliği (m)	0,52	0,63
Ağırlık Merkezi Yüksekliği (Port Bagaj) (m)	0,57	0,69
SSF	1,53	1,26
SSF (Port Bagaj)	1,4	1,15

Devrilme Olasılığı (%)	7,6	19
Devrilme Olasılığı (Port Bagaj) (%)	11,8	27,5

Port bagaj kullanımıyla birlikte her iki aracın da ağırlık merkezi yükseklikleri değişeceğinden port bagajlı durumdaki ağırlık merkezi yüksekliklerinin tekrar hesaplanması gerekmektedir. Bu değerler Eşitlik (1)'e göre hesaplanarak Tablo 1'de ilgili yerde verilmiştir [13]. Hesaplamalarda Şekil 1'de verilen port bagaj özellikleri kullanılmıştır.

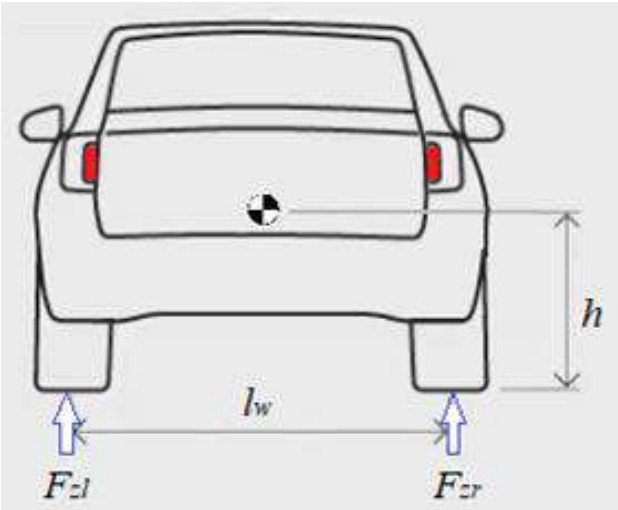
$$h = \frac{\sum_{i=1}^{n} M_i h_i}{\sum_{i=1}^{n} M_i} \tag{1}$$

Burada, "h" aracın ağırlık merkezi yüksekliği, "M_i" araç bileşeninin kütlesi ve "h_i" ise araç bileşeninin ağırlık merkezi yüksekliğidir.

Şekil 1. Port bagajın teknik özellikleri

SSF değeri, aracın iz genişliği ve ağırlık merkezi yüksekliği değerlerine bağlı olarak tamamen geometrik özelliklerinden kaynaklanan devrilme eğiliminin bir göstergesidir. Bir aracın SSF değeri ne kadar büyük ise devrilmesi o derece zor olmaktadır. Şekil 2'de görüldüğü gibi "h" ağırlık merkezi yüksekliği ve "l_w" aracın iz genişliğidir. Bir aracın SSF değeri Eşitlik (2)'deki gibi tanımlanmaktadır [14]. Bu çalışmadaki araçlara ait olan SSF değerleri ve port bagaj kullanımı sonrası SSF değerleri hesaplanarak Tablo 1'de verilmiştir. Port bagaj kullanımı elektrikli aracın SSF değerinde %8,5 azalmaya sebep olurken, içten yanmalı motorlu araçta bu oran %8,7 olmuştur.

$$SSF = \frac{l_w}{2h} \tag{2}$$



Şekil 2. Araç parametrelerinin gösterimi

YTO, aracın devrilme olasılığını gösteren ve aktif devrilme önleme sistemlerinde hesaplanan gerçek zamanlı bir değişkendir. Aracın yuvarlanma hareketinin değerlerinin değişmesine neden olduğu düşey tekerlek kuvvetleri sağ ve sol tekerlekler için sırasıyla "F_{zr}" ve "F_{zl}" ile Şekil 2'de gösterilmiştir. Bir

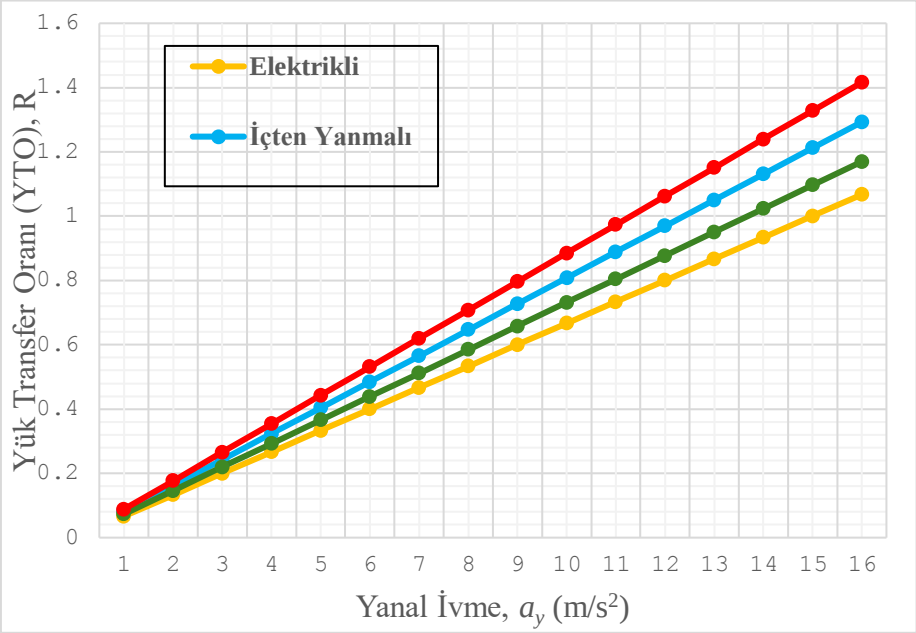
aracın sağ ve sol tekerlek düşey yükleri arasındaki farkın bu düşey yüklerin toplamlarına bölünmesi ile YTO elde edilmektedir. "*R*" ile gösterilen YTO Eşitlik (3)'te verilmiştir [14].

$$R = \frac{F_{zr} - F_{zl}}{F_{zr} + F_{zl}} \tag{3}$$

Yeterince büyük bir yanal ivme değerine ulaşıldığında tekerleklerin zemin ile teması kesilerek virajı dönme yönüne göre sağ veya sol tekerlek düşey yükleri sıfır olacaktır. Birçok durumda yaklaşık YTO formülü Eşitlik (4)'te verildiği şekliyle kullanılmaktadır [14]. Basitleştirilmiş YTO formülü, ESP sistemleri ile donatılmış tüm araçlarda tipik olarak mevcut bir ölçüm olan sadece yanal ivmenin (a_y) ölçülmesini gerektirmektedir. Burada "*g*" yerçekimi ivmesidir.

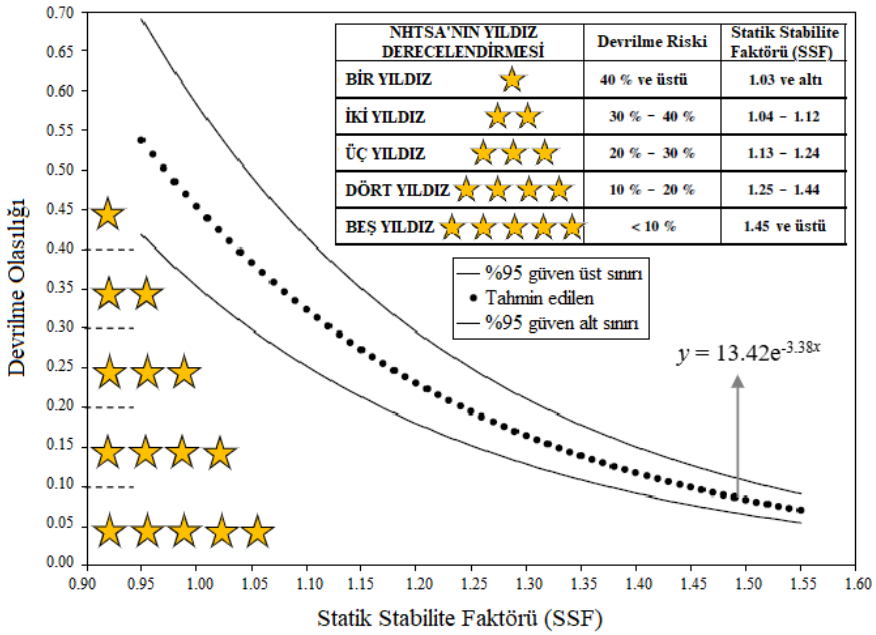
$$R_{yaklaşık} = \frac{2ha_y}{l_w g} \tag{4}$$

Araçların Eşitlik (4)'teki yaklaşık formülden elde edilmiş yanal ivme değerlerine göre YTO değerlerinin değişimi Şekil 3'te gösterilmiştir. Burada, araçların port bagaj kullandığı ve kullanmadığı durumlarda YTO değerlerinin değişimi gösterilmiştir. YTO değerinin "1" olduğu durum devrilmenin başlangıcını göstermektedir. Devrilme ilk olarak port bagaj kullanılan içten yanmalı motorlu araçta 11,3 m/s^2'lik yanal ivme değerinde gerçekleşmektedir. Daha sonra sırasıyla içten yanmalı araçta 12,5 m/s^2 ve port bagaj kullanılan elektrikli araçta 13,5 m/s^2'lik yanal ivme değerinde devrilme başlamaktadır. Devrilmenin en zor olduğu durum ise 15 m/s^2 yanal ivme değeriyle elektrikli araçta port bagajın kullanılmadığı durumdur. Ağırlık merkezi yüksekliği azaldıkça devrilme daha yüksek yanal ivme değerinde gerçekleşmektedir. Port bagaj kullanımı her iki araç tipinde de devrilme dinamiklerini olumsuz yönde etkilemektedir.



Şekil 3. Yanal ivme değerlerine göre araçların YTO değerlerinin karşılaştırılması

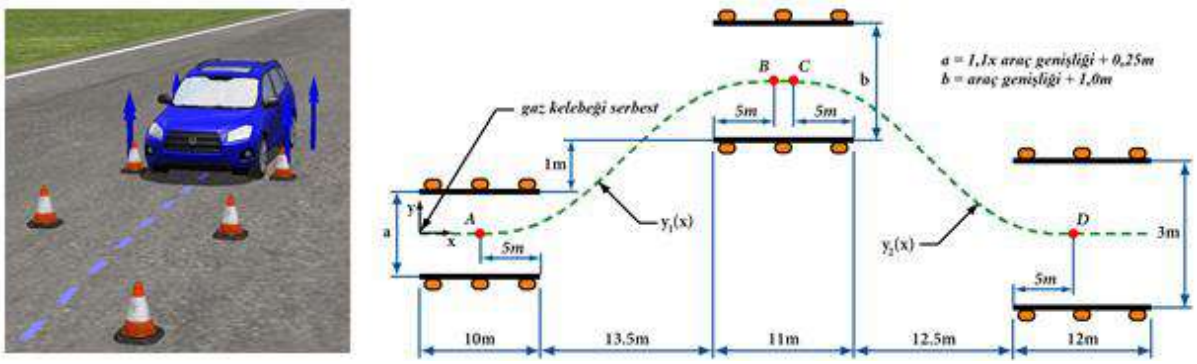
Bir aracın SSF değeri, devrilme riski olasılığıyla ilişkilidir. Amerika Birleşik Devletleri'nde Ulusal Karayolu Trafik Güvenliği İdaresi (NHTSA) istatistiksel verilere dayanarak, Şekil 4'te gösterildiği gibi bir aracın devrilme olasılığı ile SSF değerini ilişkilendiren bir model oluşturmuştur. Bu istatistiksel modele göre mevcut çalışmadaki her iki araç için port bagajlı ve port bagaj kullanılmadığı durumlarda hesaplanan devrilme olasılığı değerleri yine Tablo 1'de görülmektedir. Elektrikli araçta port bagaj kullanımıyla devrilme olasılığındaki artış %4,2 olurken, içten yanmalı araçta bu değer %8,5 olmuştur.



Şekil 4. SSF ile devrilme olasılığı arasındaki istatistiksel korelasyon ve NHTSA'nın devrilme direnci derecelendirme sistemi [16]

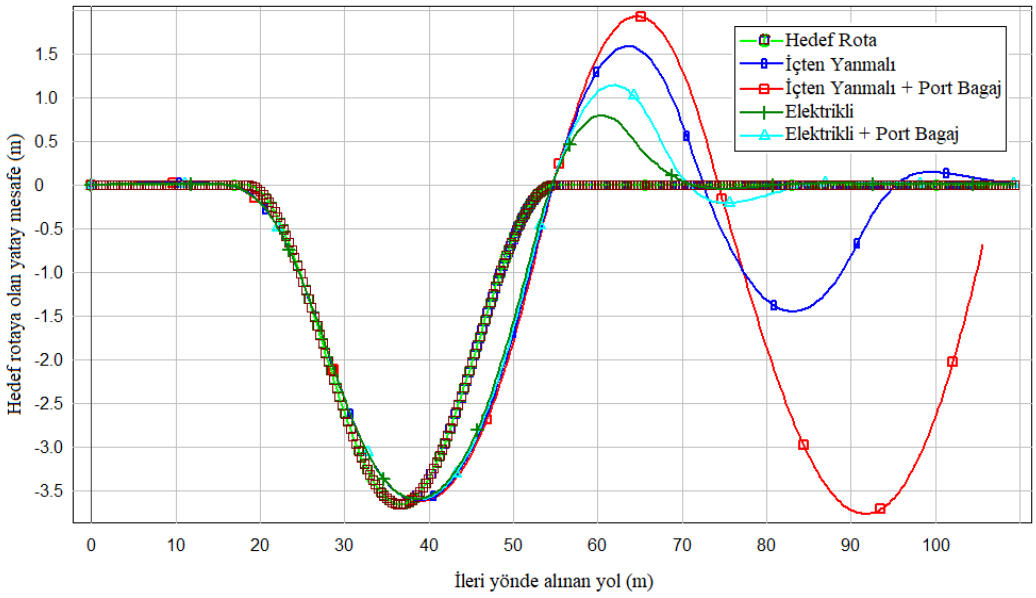
BULGULAR VE TARTIŞMA

Elektrikli ve içten yanmalı motorlu araçlar geometrik özellikleri ve ağırlık merkezi yüksekliklerine bağlı olarak SSF ve YTO parametreleriyle statik halde değerlendirildikten sonra, CarSim simülasyon ortamında dinamik manevra testlerinden geyik testine (kaçış manevrası) tabi tutulmuştur. Simülasyon ortamındaki araç ve geyik testi parkur özellikleri Şekil 5'te görülmektedir.



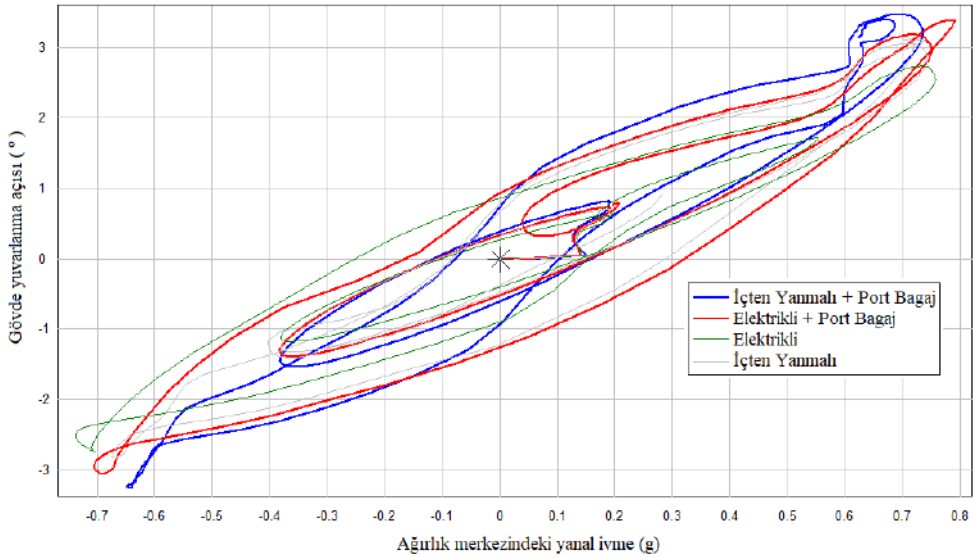
Şekil 5. Simülasyon ortamındaki araç ve geyik testi parkurunun özellikleri [15]

Simülasyonlarda her iki araç için de Tablo 1'deki araç parametreleri kullanılmıştır. Simülasyonlarda yolun sürtünme katsayısı 0,85 olarak alınmış ve araçların test hızları 50 km/h olacak şekilde fren kullanmadan sadece direksiyon hareketleriyle testler gerçekleştirilmiştir. Yapılan testlerde 75 kg'lık port bagaj kullanımının etkisi araçların ağırlık merkezi yüksekliği değerlerine yansıtılmıştır. Araçların port bagajlı ve port bagajsız halde hedef rotadan sapma mesafeleri Şekil 6'da verilmiştir. En fazla hedeften sapma içten yanmalı motorlu aracın port bagaj kullandığı durumda 3,74 m ile gerçekleşmiştir. En az hedeften sapma ise 0,75 m ile elektrikli araçta meydana gelmiştir. Elektrikli araçta port bagaj kullanımıyla sapma mesafesinde %25 artış meydana gelirken, içten yanmalı motorlu araçta port bagaj kullanımıyla birlikte %152 artış meydana gelmiştir.



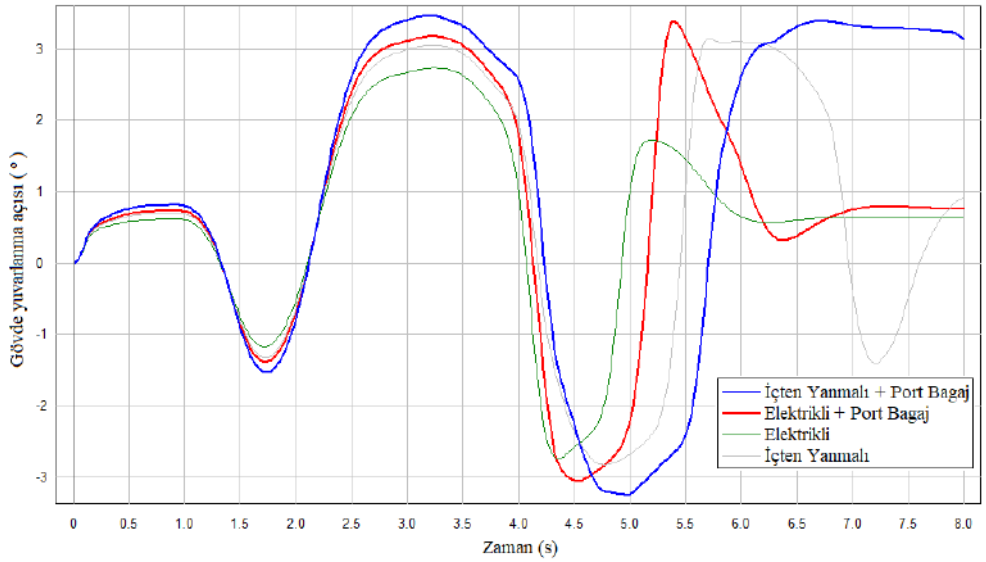
Şekil 6. Araçların hedef rotadan sapma durumları

Araçların ağırlık merkezlerindeki yanal ivme değerlerine göre gövde yuvarlanma açılarının değişimi Şekil 7'de verilmiştir. Simülasyonlarda port bagaj kullanılmamış haldeki araçlar daha büyük yanal ivmelerde daha küçük yuvarlanma açılarına sahip olmuşlardır. Burada en iyi sonuçlar elektrikli araçta elde edilirken, en kötü sonuçlar ise port bagaj kullanan içten yanmalı motorlu araçta gözlenmiştir.



Şekil 7. Araçların yanal ivme değerlerine göre gövde yuvarlanma açısı değişimi

Şekil 8'de araçların gövde yuvarlanma açılarının zamana bağlı değişimleri verilmiştir. Simülasyonlarda yapılan tüm manevralarda araç gövdesi yuvarlanma açısında en fazla değişim 3,5º ile port bagaj kullanan içten yanmalı motorlu araçta meydana gelirken, en az değişim ise 2,6º ile elektrikli araçta meydana gelmiştir. Port bagaj kullanımı her iki araçta da gövde yuvarlanma açısında artışa sebep olmuştur.



Şekil 8. Araçların gövde yuvarlanma açılarının zamana bağlı değişimi

SONUÇ VE ÖNERİ

Statik halde tamamen araç geometrik özelliklerine göre; port bagaj kullanımı her iki aracın SSF değerlerinde azalmaya sebep olmuştur. Bu devrilmeyi kolaylaştırmaktadır. Elektrikli araçta port bagaj kullanımıyla devrilme olasılığında %4,2 artış olurken, içten yanmalı araçta bu değer %8,5 olmuştur. Avrupa pazarındaki Yeni Araç Değerlendirme Programı'na (NCAP) göre elektrikli araç 5 yıldızdan 4 yıldıza düşerken, içten yanmalı motorlu araç 4 yıldızdan 3 yıldıza düşmüştür. Port bagaj kullanımı her iki aracın devrilme başlangıcının daha küçük yanal ivmelerde gerçekleşmesine sebep olmaktadır. Dinamik haldeki simülasyon sonuçlarına göre; port bagaj kullanımı her iki araçta da hedef rotadan sapma mesafesi değerlerinde artışa neden olmuştur. Port bagaj kullanımı her iki araçta da gövde yuvarlanma açısında artışa sebep olmuştur. Port bagaj kullanımı her iki araçta da daha küçük yanal ivme değerlerinde daha fazla gövde yuvarlanmasına sebep olmaktadır. Çok gerekli olmadıkça port bagaj kullanılmaması gerektiği ya da kullanılması gerekiyorsa içerisinde daha hafif eşyaların taşınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

[1] Casal, I. G., "Aerodynamic Analysis and Improvement of a Roof Box Car", Cracow University of Technology, Institute of Automobiles and Internal Combustion Engines, Master Thesis, (2014).
[2] Janicki, R. M., Piechna, A., "Examining Influence of a Rooftop Cargo Carrier Position on Automobile Aerodynamics", AIP Conf. Proc. 2078, 020073, https://doi.org/10.1063/1.5092076, (2019).
[3] Alam, F., Chowdhury, H., Moria, H., Watkins, S., "Effects of Vehicle Add-Ons on Aerodynamic Performance", Proceedings of the 13th Asian Congress of Fluid Mechanics, Dhaka, Bangladesh, (2010).
[4] Chen, Y., Meier, A., "Fuel consumption impacts of auto roof racks", Energy Policy, 92: 325-333, http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2016.02.031, (2016).
[5] Lenner, M., "Influence of Roof-Rack, Trailer etc. on Automobile Fuel Consumption and Exhaust Emissions, Measured on-the-road", SAE Technical Paper Series, SP-1335, paper 980682, 285-289, (1998).
[6] Graham, O. C., "Reducing the Noise Generated by Car Roof Racks", University of Canterbury, Department of Mechanical Engineering, Master Thesis, (2000).
[7] Gülsevinçler, E., "Random Vibration Fatigue Analysis of Car Roof Luggage Carrier", European Journal of Science and Technology, 31: 92-103, (2021).

[8] Sadeghi, M., Enqvist, M., Gustafsson, F., "Detection of Roof Load for Automotive Safety Systems", IEEE 52nd Annual Conference on Decision and Control, http://doi.10.1109/CDC.2013.6760314, (2013).

[9] Lambert, K., Bevly, D. M., "Weight Split's Effect on Vehicle Rollover Propensity and ESC Effectiveness", IFAC Proceedings Volumes, 40: (10) 587-592, https://doi.org/10.3182/20070820-3-US-2918.00079, (2007).

[10] Yin, Y., Rakheja, S., Boileau, P. E., "A roll stability performance measure for off-road vehicles", Journal of Terramechanics, 64: 58-68, https://doi.org/10.1016/j.jterra.2016.01.003, (2016).

[11] Tang, S., Li, N., Kolmanovsky, I., Girard, A., "Trajectory Optimization for Falsification: A Case Study of Vehicle Rollover Test Generation Based on Black-box Models", IFAC-PapersOnLine, 53: (2) 14279-14284, https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.12.1175, (2020).

[12] Alrejjal, A., Ksaibati, K., "Impact of Combined Alignments and Different Weather Conditions on Vehicle Rollovers", KSCE Journal of Civil Engineering, 26: (2) 893-906, https://doi.org/10.1007/s12205-021-5023-5, (2022).

[13] Santosa, S. P., Jusuf, A., Gunawan, L., Abu Kassim, K. A., Hakim, M.L., Wiranto, B. P. E., "Rollover Risk Probability Analysis for SUVs and MPVs in the ASEAN Market" Journal of the Society of Automotive Engineers Malaysia, 2: (3) 275-288, https://doi.org/10.56381/jsaem.v2i3.99, (2018).

[14] Rajamani, R., "Vehicle Dynamics and Control" Second Edition, Springer, ISBN 978-1-4614-1432-2, (2012).

[15] ISO 3888-1:2018, "Passenger cars — Test track for a severe lane-change manoeuvre —Part 1: Double lane-change", Internation Standard, (2018).

[16] NHTSA, "Rating system for rollover resistance, Special Report 265", National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), U.S. Department of Transportation. (2002).

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

PERFORMANCE EVALUATION OF 3D KAGOME-BASED LATTICE STRUCTURES IN MOTORCYCLE BRAKE DISCS

Mehmet YAHŞİ
Turkish Aerospace Industries Inc. (TAI), Ankara, Türkiye
ORCID: ID/0000-0001-6665-0944

Asst. Prof. Erol GÜLTEKİN
University of Turkish Aeronautical Association, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Ankara, Türkiye
ORCID: ID/0000-0001-6114-7362

ABSTRACT
Brake discs are essential components of the braking system, providing an efficient friction surface for the calipers while dissipating the heat generated during braking. For high-performance vehicles and motorcycles, these discs are often designed with heat dissipation holes to improve thermal performance, enabling shorter braking distances. In this study, a commercial motorcycle brake disc with a 240 mm diameter and a 3 mm thick stainless steel plate was used as a reference to evaluate the performance of 3D Kagome-based lattice structures aimed at reducing mass. The study involved a static analysis of the brake disc under torque and braking forces. Connections and boundary conditions were modeled using 1D elements, with Rigid Body Element 2 (RBE2) for connections and RBE3 for the transmission of distributed forces. Under these loading conditions, the disc experienced a stress of approximately 8 MPa. To take advantage of the benefits of reduced weight and improved heat transfer, lattice structures were incorporated into the disc design. Circular lattice arrangements were initially used, followed by spiral lattice configurations. In both models, lattice structures were placed between two 0.5 mm-thick discs to form a sandwich-type design. In the circular lattice model, the discs experienced a stress of 23.1 MPa, while the lattice structures had a stress of around 15.1 MPa. In the spiral lattice model, the discs showed a stress of 23.35 MPa, while the lattice structures experienced a stress of 11.6 MPa. The spiral lattice design proved to be more effective, as it resulted in a brake disc that, although subjected to approximately three times more stress than the commercially used disc, was 66% lighter.
Keywords: Brake disc, FEM, Lattice, 3D Kagome

DESIGN AND STRUCTURAL EVALUATION OF A FOLDABLE REAR UNDERRUN PROTECTION DEVICE (RUPD) COMPLYING WITH UN ECE REGULATION NO. R58.03

Mehmet VURGUN
Koluman Otomotiv Endüstri A.Ş., Mersin, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-4685-9588,

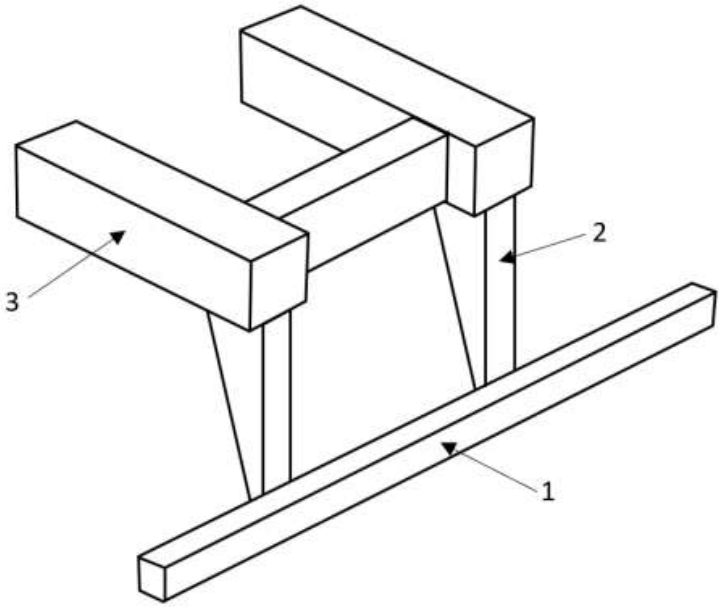
Gökay GÜRBÜZ
Koluman Otomotiv Endüstri A.Ş., Mersin, Türkiye
ORCID ID: 0009-0007-8641-0957

Ömer COŞKUN
Koluman Otomotiv Endüstri A.Ş., Mersin, Türkiye,
ORCID ID: 0009-0002-3306-0061

ABSTRACT
In this study, the design and structural analysis of a foldable rear underrun protection device (RUPD) for container carrier chassis, which play a significant role in the logistics and road transport sectors, were carried out in compliance with the UN ECE R58.03 regulation, published to reduce fatality rates in rear-end collisions involving heavy-duty vehicles. These devices play a critical role in enhancing road safety by preventing passenger cars from underriding the rear of heavy vehicles. The preliminary design of the RUPD was completed in three dimensions (3D) using the computer-aided design software CATIA V5. Subsequently, structural analyses were performed using the finite element method (FEM) in Ansys Workbench, considering the force application scenarios specified in the relevant regulation.
The support arms were selected to be manufactured from high-strength S700 steel to ensure load-bearing capacity, while the bumper beam was chosen to be made of S355 structural steel to absorb impact energy and enhance durability. According to the regulation, vertical loads of 10 kN and 18 kN were applied at five different test points designated as P1, P2, and P3. The maximum von Mises equivalent stress values obtained were 734 MPa for P1, 769 MPa for P2, and 649 MPa for P3. Permanent deformations were calculated as 58 mm, 13 mm, and 6 mm, respectively, all remaining below the 100 mm limit defined in the regulation. These results demonstrate that the design meets the structural integrity requirements and is ready for prototype manufacturing and physical testing.
Keywords: UN ECE Regulation No. R58.03, Rear Underrun Protection Device (RUPD), FEM, Rear Bumper

UN ECE R58.03 REGÜLASYONUNA UYGUN KATLANABILIR ARKA ALT KORUMA DONANIMININ (RUPD) TASARIMI VE YAPISAL ANALIZI

GİRİŞ
Dünyada lojistik sektörünün önemi her geçen gün artmaktadır. Lojistik sektörünün alt kategorilerinden biri olan karayolu taşımacılığı, çekici-yarı römork, kamyon ve kamyonet gibi araçlarla gerçekleştirilmektedir. Bu gruplar arasında özellikle çekici-yarı römork kombinasyonları, farklı alt sınıfları barındırması nedeniyle karayolu taşımacılığında önemli bir paya sahiptir.
Ancak, artan araç sayısı trafik yoğunluğunu ve buna bağlı olarak trafik kazalarını artırmaktadır. Bu nedenle karayolu güvenliğini artırmaya yönelik çeşitli regülasyonlar geliştirilmiştir. Birleşmiş Milletler tarafından yayımlanan UN ECE R58.03 regülasyonu, yarı römork araçlarda kullanılan arka alt koruma donanımı (Rear Underrun Protection Device - RUPD) ile ilgilidir. RUPD'nin temel amacı, yarı römorkun arkasından gelen otomobilin çarpışma kuvvetine bağlı olarak oluşan deformasyonu minimize etmek ve böylece otomobilin ağır yük taşıtının altına girmesini engellemektir [2].



Şekil 1. Standart Arka Alt Koruma Donanımı (Gidlewski, Jackowski, Posuniak, 2022)

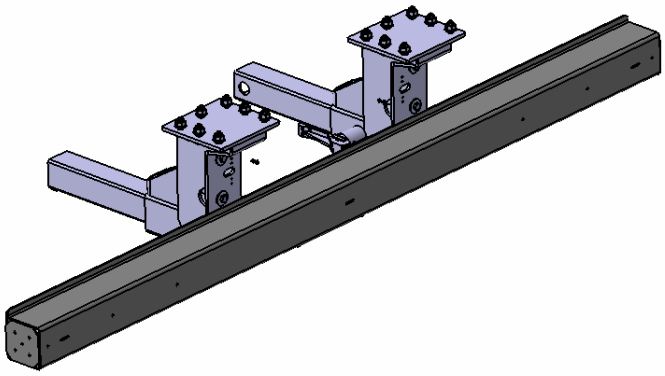
Şekil 1 de gösterilmiş olan, RUPD genellikle iki ana bileşenden oluşur: çapraz kirişler ve destek elemanları. Bu yapı, aracın şasi bileşenlerine veya diğer yapısal parçalara monte edilen donanımlardan meydana gelir. RUPD bileşenleri, güvenlik yönetmeliklerine uygun olduğu sürece farklı malzemelerden ve üretim yöntemlerinden üretilebilir. En yaygın kullanılan malzemeler, mukavemetleri nedeniyle çelik ve hafif olmaları sebebiyle alüminyumdur [3].

Şekil 2. Schmitz RUPD

Ayarlanabilir RUPD'ler özellikle sabit, uzatılabilir olmayan konteyner şasilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Farklı boyutlardaki konteynerlerin taşınması nedeniyle, konteynerin arka ucu ile RUPD arasındaki mesafe değişiklik gösterebilir. Her ne kadar regülasyonlar bu mesafenin belirli bir aralıkta olmasını zorunlu kılmasa da, trafik güvenliği açısından RUPD, regülasyonların öngördüğü mesafe aralığına ayarlanarak kullanılır [3].

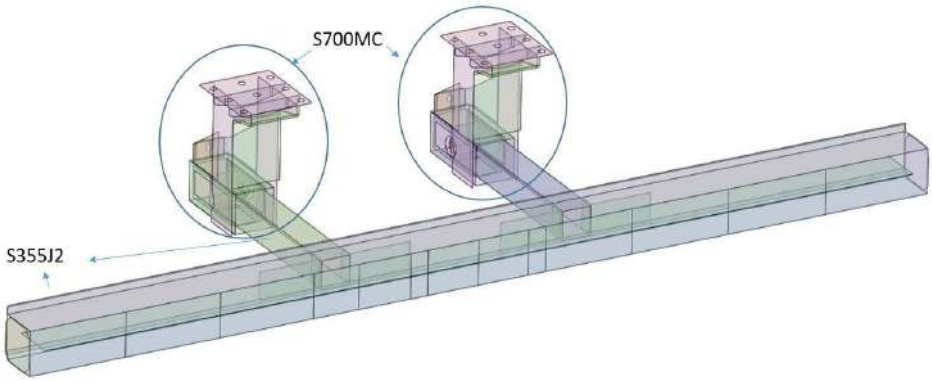
TASARIM

Bu çalışmada, yarı römork araç sınıfında yer alan konteyner taşıyıcılar için arka alt koruma donanımı (RUPD) tasarımı CATIA V5 programı kullanılarak gerçekleştirirmiştir. Şekil 3 te nihayi tasarımı bulunan RUPD nin tasarım sürecinde farklı tasarımlar yapılmıştır. Bu tasarımlar farklı malzemeler ile yapılmış olup tasarım bu malzemelerin özelliklerine göre değişiklikler göstermiştir.



Şekil 3. 3D Model

Nihai tasarımda tampon kolları yüksek dayanımlı S700 çeliğinden yapılmıştır. Şase bağlantısı her iki boyuna taşıyıcının altında 7 adet cıvata bağlantısı ile sağlanmaktadır. Tampon barı S355 yapı çeliğinden yüksek mukavim olacak şekilde daha önceden onaylanmış tasarımın kullanılmasına karar verilmiştir (şekil 4).



Şekil 4. Malzeme dağılımı

Bir kaza durumunda tampona gelecek olan kinetik enerjinin sönümlemesinde tampon bacakları büyük önem taşımaktadır. Tampon kollarının üst-ön ve yan taraflarındaki ana saclarının farklı ölçülerde tasarımı yapılmıştır. Bu tasarımlara göre sonuçları Tablo 1 de verirmiştir.

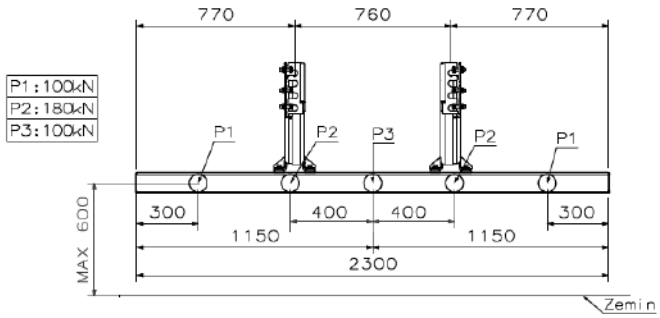
Tablo 1. Hammdde ve kalınlığa göre tasarım onayı

PARÇA	MALZEME	T(mm)	SONUÇ	T(mm)	SONUÇ	T(mm)	SONUÇ
S355	ÜST SAC	10	KALDI	12	KALDI	10	KALDI
	ÖN SAC	8		10		8	
	YAN SAC	10		12		8	
S700	ÜST SAC	10	GEÇTİ	12	GEÇTİ	8	KALDI
	ÖN SAC	8		10		8	
	YAN SAC	10		12		8	

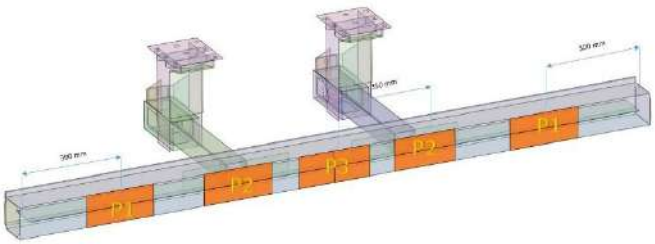
Yapılan ön analizler sonrasında ağırlık azaltma ve tasarım optimizasyonu sonucunda dengeleme ayağı kollarının S700 den olmasına, üst ve yan sac kalınlığının 10mm olmasına ve ön sac kalınlığının 8 mm olmasına karar verilmiştir.

ANALİZ SETUP

Ön analizler ve tüm analiz süreçleri ANSYS Workbench ortamında Sonlu Elemanlar Yöntemi (FEM) kullanılarak yapılmıştır. Lineer analiz yapıldığında akma mukavemetinin üzerinde sonuçlar gözlemlendiği ve sonuçların gerçek hayat ile de uyum sağlaması amacıyla non-lineer olarak gerçekleştirilmiştir. Tampon barına uygulanacak kuvvetler, UN ECE R58.03 regülasyonu kapsamında, açılır tampon cihazına açık konumdayken Şekil 5 ve 6'te belirtilen bölgelerden, regülasyonda tanımlanan kuvvetler uygulanmıştır.

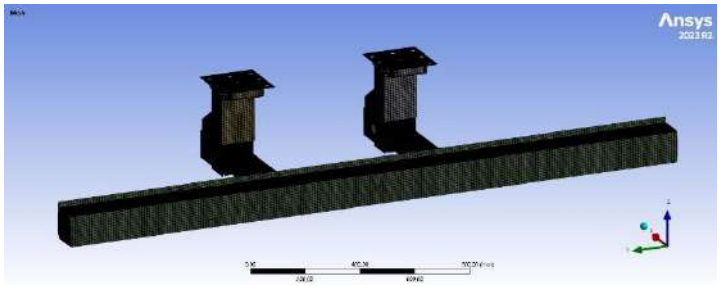


Şekil 5. Kuvvet Bölgeleri



Şekil 6. Alternatif Kuvvet Bölgeleri

Şekil 7 ve 8 de analiz için hazırlanmış olan ağ dokusu ve bu ağ dokusunun kalitesi görürmketdir. Yapısal analiz yapıldığı için element quality üzerinden kontrolü sağlanmış olup max ve avg değeri 1 e yakın olması gerekmektedir. Minimum değerinin 0,1 den yüksek olması gerekmekte olup setup bu koşulları sağlamaktadır.



Şekil 7. Ağ örgüsü

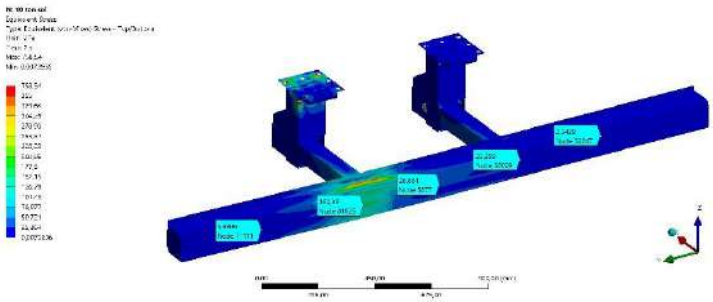
Mesh Metric	Element Quality
Min	0,11592
Max	0,99947
Average	0,97851
Standard Deviation	5,3702e-002

Şekil 8. Ağ kalitesi

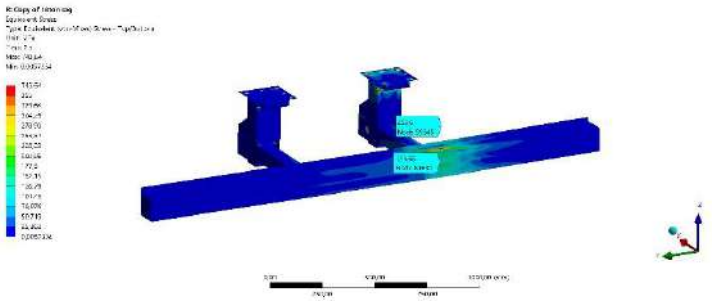
SONUÇLAR

STRESS DAĞILIMI

Şekil 9 ve Şekil 10'da, P1 konumuna 10 kN'luk yük uygulandıktan sonra oluşan kalıcı eşdeğer gerilme (von Mises) dağılımı gösterilmektedir.

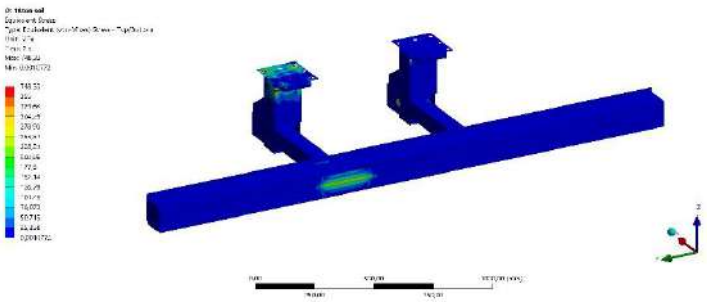


Şekil 9. P1 Sol

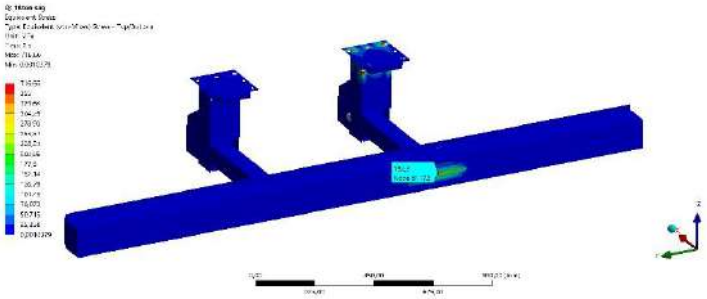


Şekil 10 P1 Sağ

Şekil 11 ve Şekil 12'de, P2 konumuna 18 kN'luk yük uygulandıktan sonra oluşan kalıcı eşdeğer gerilme (von Mises) dağılımı gösterilmektedir.

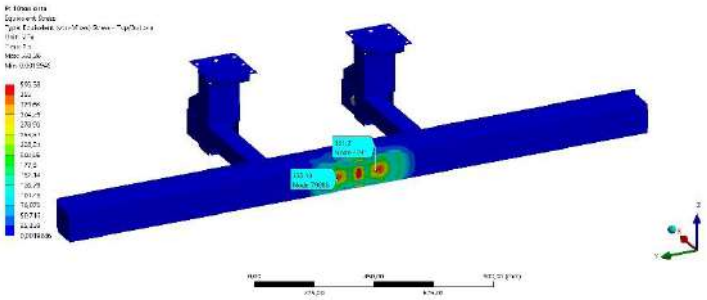


Şekil 11. P2 Sol



Şekil 12. P2 Sağ

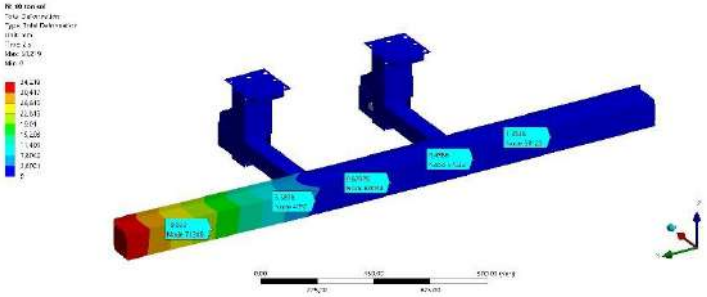
Şekil 13'de, P3 konumuna 10 kN'luk yük uygulandıktan sonra oluşan kalıcı eşdeğer gerilme (von Mises) dağılımı gösterilmektedir.



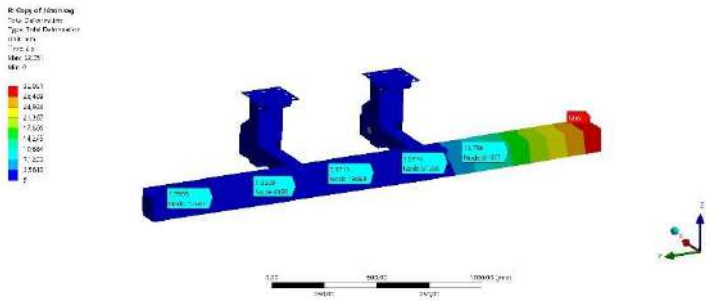
Şekil 13. P3 Orta

KALICI DEFORMASYON

Şekil 14 ve Şekil 15'da, P1 konumuna 10 kN'luk yük uygulandıktan sonra oluşan kalıcı deformasyon dağılımı gösterilmektedir.

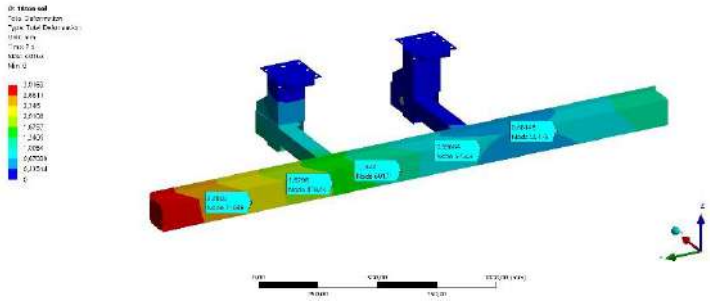


Şekil 14. P1 Sol

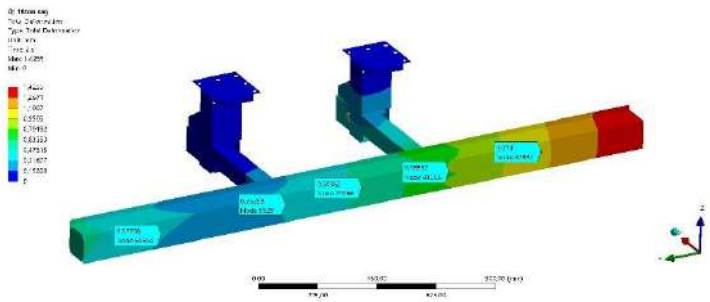


Şekil 15. P1 Sağ

Şekil 16 ve 17'de P2 konumuna 18 kN'luk yük uygulandıktan sonra oluşan kalıcı deformasyon dağılımı gösterilmektedir.

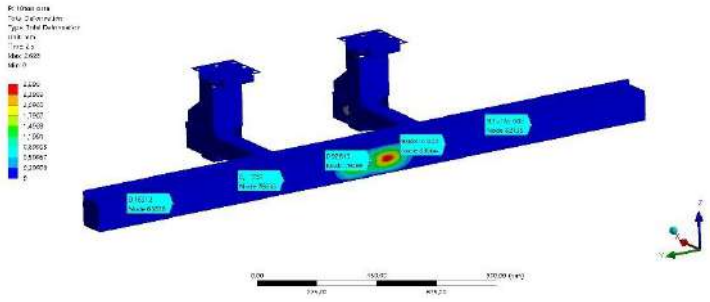


Şekil 16. P1 Sol



Şekil 17. P2 Sağ

Şekil 18'de P3 konumuna 10 kN'luk yük uygulandıktan sonra oluşan kalıcı deformasyon dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 18. P3 Orta

SONUÇ

Bu çalışmada, UN ECE R58.03 regülasyonu doğrultusunda tasarımı ve optimizasyonu geliştirilen katlanabilir arka alt koruma cihazının (RUPD) yapısal performansı sonlu elemanlar yöntemi (FEM) kullanılarak analiz edilmiştir.

Yapılan analizlerde, P1 test konumunda 58 mm, P2 konumunda 13 mm ve P3 konumunda 6 mm kalıcı deformasyon değerleri elde edilmiştir. Bu değerler, regülasyonda belirtilen 100 mm'lik maksimum kalıcı deformasyon sınırının altında kalarak, tasarımın güvenlik açısından yeterli olduğunu ortaya koymuştur.Ayrıca analiz sonuçlarına göre, tasarım üzerinde gerekli yapısal iyileştirmeler gerçekleştirilmiş ve homologasyon süreci için uygun olduğu değerlendirilmiştir

REFERENCES

[1] M. Gidlewski, J. Jackowski, and P. Posuniak, "Review and Analysis of Technical Designs of Rear Underrun Protective Devices (RUPDs) in Terms of Regulatory Compliance," *MDPI*, Poland, 2022.

[2] E. Akın, S. Aslanlar, E. İlhan, and T. Erdoğan, "Determination of Critical Points by Performing Rear Underrun Protection Device Analysis and Tests According to R58.03," *Ejons International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*, vol. 5, no. 20, pp. 829–839, 2021, doi: 10.38063/ejons.521.

[3] E. R. Özcan, S. S. Özkan, and M. Mutlu, "Design and Structural Analysis of Trailer Sliding Underrun Protection Device Complied with ECE R58.03 Regulation," European Journal of Science and Technology, Special Issue 36, pp. 262–268, May 2022, doi: 10.31590/ejosat.1112435

[4] United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), *Uniform Provisions Concerning the Approval of: Rear Underrun Protective Devices (RUPDs), Vehicles with Regard to the Installation of RUPDs, and Vehicles with Regard to Their Rear Underrun Protection (RUP)*, ECE/TRANS/505/Rev.1/Add.57/Rev.3/Amend.3, Aug. 30, 2022.

THERMAL ANALYSIS OF LIQUID-COOLED BATTERY MODULE UNDER 3C DISCHARGE

Asst. Prof. Sinan KEYİNCİ
Çukurova University, Department of Automotive Engineering, Adana, Turkey
ORCID: ID/0000-0003-2948-3846

Asst. Prof. Erdi TOSUN
Çukurova University, Department of Automotive Engineering, Adana, Turkey
ORCID: ID/0000-0001-5733-2047

ABSTRACT
Efficient thermal management is a critical requirement in high-performance lithium-ion battery modules, particularly under high discharge conditions that lead to rapid heat accumulation. In this study, a computational fluid dynamics (CFD) model was developed to evaluate the thermal performance of a liquid-cooled battery thermal management system (BTMS) for a pack composed of Panasonic NCR18650B cylindrical cells arranged in a 10×6 configuration with three parallel cooling channels. The simulation considered a 3C discharge rate, corresponding to a volumetric heat generation of 80,000 W/m³ per cell. Three cooling scenarios were examined: no active cooling, liquid cooling with deionized water, and liquid cooling with pure ethylene glycol, each at four inlet velocities (0.1, 0.3, 0.5, and 1 m/s). The CFD model incorporated steady-state boundary conditions, no-slip walls, and temperature-dependent thermophysical properties of the coolants. Results clearly demonstrate that water provides the most effective cooling across all velocities, significantly lowering the maximum cell temperature and achieving excellent temperature uniformity. In contrast, pure ethylene glycol consistently led to higher temperatures due to its lower specific heat capacity, lower thermal conductivity, and higher viscosity, which limited convective heat transfer. The temperature gap between water and ethylene glycol was most pronounced at low inlet velocities (0.1–0.3 m/s) where cells reached unsafe thermal levels with glycol, whereas at higher velocities (0.5–1 m/s) both coolants improved performance, yet water still maintained a decisive advantage. Without active cooling, cell temperatures rose sharply above safe limits, confirming the necessity of liquid cooling. This study highlights that the choice of coolant and flow velocity has a direct and substantial impact on the thermal safety of high-power lithium-ion packs. Water, even at moderate velocities, ensures superior cooling and uniformity compared to ethylene glycol, making it the more practical coolant for BTMS in electric vehicle applications and other high-demand systems where compact integration and thermal stability are essential.
Keywords: Battery Cooling, CFD, Thermal Management, Heat Generation, EV Battery

SIVI SOĞUTMALI PİL MODÜLÜNÜN 3C DEŞARJ ALTINDA TERMAL ANALİZİ

ÖZET
Yüksek performanslı lityum-iyon batarya modüllerinde etkin bir ısıl yönetim, özellikle hızlı ısı birikimine yol açan yüksek deşarj koşullarında kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, Panasonic NCR18650B silindirik hücrelerinden oluşan 10×6 dizilimli bir batarya paketi için üç paralel soğutma kanallı sıvı soğutmalı batarya ısıl yönetim sisteminin (BTMS) performansı hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) yöntemi ile incelenmiştir. Simülasyonlarda 3C deşarj oranı dikkate alınmış ve her hücre için literatürde raporlanan değerlere uygun olarak 80.000 W/m³ hacimsel ısı üretimi uygulanmıştır. Çalışmada üç farklı soğutma senaryosu değerlendirilmiştir: aktif soğutma olmadan doğal ısınma durumu, deiyonize su ile sıvı soğutma ve saf etilen glikol ile sıvı soğutma. Her iki soğutucu akışkan için dört farklı giriş hızı (0,1; 0,3; 0,5 ve 1 m/s) incelenmiştir. CFD modelinde kararlı sınır koşulları, kaymaz duvar varsayımları ve sıcaklığa bağlı termo-fiziksel akışkan özellikleri kullanılmıştır. Sonuçlar, suyun tüm hızlarda en etkili soğutma performansını sağladığını, maksimum hücre sıcaklığını önemli ölçüde düşürdüğünü ve sıcaklık homojenliğini iyileştirdiğini göstermiştir. Saf etilen glikol ise daha düşük özgül ısı kapasitesi, daha düşük ısıl iletkenliği ve yüksek viskozitesi nedeniyle her durumda daha yüksek hücre

sıcaklıklarına yol açmıştır. Su ile glikol arasındaki sıcaklık farkı düşük hızlarda (0,1–0,3 m/s) en belirgin düzeye ulaşmış, glikol kullanıldığında hücre sıcaklıkları güvenlik sınırlarını aşmıştır.
Yüksek hızlarda (0,5–1 m/s) her iki soğutucu performansı iyileştirmiş olsa da su her koşulda üstünlüğünü korumuştur. Aktif soğutma olmayan durumda hücre sıcaklıklarının hızla güvenlik limitlerinin üzerine çıkması, sıvı soğutmanın zorunlu olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışma, soğutucu seçiminin ve akış hızının yüksek güçlü lityum-iyon batarya paketlerinde ısıl güvenlik üzerinde doğrudan ve kritik bir etkisi olduğunu göstermektedir. Su, orta hızlarda dahi saf etilen glikole kıyasla çok daha etkin bir soğutma ve sıcaklık homojenliği sağlamış olup, elektrikli araçlar ve kompakt entegrasyon ile ısıl kararlılığın kritik olduğu diğer yüksek güçlü batarya uygulamaları için daha uygun bir soğutucu olarak öne çıkmaktadır.
Anahtar kelimeler: Batarya Soğutma, CFD, Termal Yönetim, Isı Üretimi, Elektrikli Araç Bataryası

COMPARISON OF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL PERFORMANCES OF INTEGRATED MILKING CABIN SYSTEMS AND CONVENTIONAL MILKING SYSTEMS

Cem KURT
Kurtsan Tarım End. Mak. San. Tic A.Ş,, İstanbul, Turkey
ORCID: ID/0009-0002-5660-8296

Muhiddin ALBAYRAK
Kurtsan Tarım End. Mak. San. Tic A.Ş,, İstanbul, Turkey
ORCID: ID/0009-0003-7341-6218

Prof. Dr. Erkan GÖNÜLOL
Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Tekirdağ, Turkey
ORCID: ID/0000-0002-8289-7661

ABSTRACT
Structural design and installation processes in milking systems are critically important not only for milking performance but also for animal welfare, milk quality, and overall farm efficiency. In modern dairy farms, ease of installation, system reliability, and hygiene conditions are decisive factors for ensuring sustainable milking operations. Integrated milking cabin systems (TSS) have a modular cabin structure pre-assembled in the factory. The system integrates essential components such as the vacuum pump, vacuum reservoir, electric motor, milk storage tank, milk transfer pump, washing basin, and CIP (Clean-in-Place) unit within a single cabin. These systems can be positioned at an appropriate location in the milking area and made operational with only electricity and water connections, functioning as a plug-and-play system. In contrast, in conventional milking systems (GSS), all components must be individually installed in the vacuum and milk rooms, and the connections require meticulous attention to pipe diameter, length, and slope. This significantly extends installation time and increases the risk of errors.
Within the scope of this study, both TSS and GSS, each with 10 milking units, were structurally and functionally tested in two different farms. According to the findings, the effective reserve capacity was measured as 620 L/min in TSS and 480 L/min in GSS. The pressure drop between the milk collection vessel and the pump was 0.3 kPa in TSS and 1.2 kPa in GSS. Milk line leakage was determined as 5 L/min·kPa in TSS and 15 L/min·kPa in GSS, while air line leakage was found to be 10 and 25 L/min·kPa, respectively. Furthermore, noise levels were considerably lower in TSS with 50 dB(A), whereas GSS reached up to 80 dB(A). These results indicate that TSS provides advantages in terms of energy efficiency and reducing animal stress. The study results demonstrate that TSS not only facilitates installation but also minimizes potential leakage in connections, thereby significantly improving overall system performance. In addition, the lower noise level enhances working conditions for operators and contributes to greater comfort and welfare for cows. All these findings clearly reveal that TSS has superiority over GSS in terms of technical efficiency, hygiene, farm economy, and sustainability.
Keywords: Integrated Milking Cabin Systems (TSS), Conventional Milking Systems (GSS), Milking Technology, Milk Quality

TÜMLEŞİK SAĞIM KABİNLİ SİSTEMLER İLE GELENEKSEL SAĞIM SİSTEMLERİNİN YAPISAL VE İŞLEVSEL PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZET
Süt sağım sistemlerinde yapısal tasarım ve montaj süreçleri yalnızca sağım performansı açısından değil, aynı zamanda hayvan refahı, süt kalitesi ve işletme verimliliği açısından da kritik öneme sahiptir. Modern süt işletmelerinde montaj kolaylığı, sistem güvenilirliği ve hijyen koşulları, sağımın

sürdürülebilir şekilde yapılabilmesi için belirleyici faktörlerdir. Tümleşik sağım kabin sistemleri (TSS), fabrikada ön montajı tamamlanan modüler bir kabin yapısına sahiptir.
Sistem vakum pompası, vakum deposu, elektrik motoru, süt rezerv tankı, süt transfer pompası, yıkama küveti ve CIP (Clean-in-Place) yıkama ünitesi gibi temel bileşenleri tek bir kabin içerisinde entegre olarak sunmaktadır. Bu sistem sağım alanında uygun bir konuma yerleştirilerek yalnızca elektrik ve su bağlantıları yapılarak tak-çalıştır sistemi ile imal edilmektedir. TSS'deki tüm kompenentler geleneksel sağım sistemlerinde (GSS) vakum ve süt odası olarak ayrılan bölüme tek tek monte edilir ardından bağlantılar, uygun çap, uzunluk ve eğimler oldukça dikkat edilerek yapılır. Bu durum GSS'de montaj süresini uzatmakta ve hata riskini artırmaktadır.
Çalışma kapsamında 10 sağım ünitesine sahip TSS ve GSS, iki farklı işletmede yapısal ve işlevsel olarak test edilmiştir. Bulgulara göre TSS'de efektif yedek kapasite 620 L/min iken GSS'de 480 L/min olarak ölçülmüştür. Süt toplama kabı ile pompa arasındaki basınç düşüşü TSS'de 0,3 kPa, GSS'de 1,2 kPa; süt hattı kaçağı TSS'de 5 L/min·kPa, GSS'de 15 L/min·kPa; hava hattı kaçağı ise sırasıyla 10 ve 25 L/min·kPa olarak bulunmuştur. Ayrıca gürültü seviyesi TSS'de 50 dB(A) ile düşük kalırken, GSS'de 80 dB(A) seviyelerine ulaşmıştır. Bu sonuçlar, TSS'nin hem enerji verimliliği hem de hayvanların strese maruz kalmaması açısından avantaj sağladığını ortaya koymaktadır. Araştırma sonuçları TSS'nin yalnızca montaj kolaylığı sağlamadığını, aynı zamanda bağlantılarda oluşabilecek kaçakları minimize ederek sistem performansını önemli ölçüde artırdığını göstermiştir. Ayrıca düşük gürültü seviyesi, hem sağımcıların çalışma koşullarını iyileştirmekte hem de ineklerde konfor ve refahı artırmaktadır. Tüm bu bulgular, TSS'nin teknik verimlilik, hijyen, işletme ekonomisi ve sürdürülebilirlik açısından geleneksel sistemlere göre üstünlük taşıdığını açıkça ortaya koymuştur.
Anahtar kelimeler: Tümleşik Sağım Kabin Sistemleri (TSS), Geleneksel Sağım Sistemi (GSS), Süt Sağım Teknolojisi, Süt Kalitesi

THE EFFECT OF RECYCLED STYRENE-BUTADIENE RUBBER REINFORCEMENT ON THE ADHESION PERFORMANCE OF ADHESIVE JOINTS

Beyza PALA
Kocaeli Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi
ORCID ID: 0009-0000-9584-8394

Ceyhun BALCI
Kocaeli Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi
ORCID ID: 0009-0003-6952-4574

Prof. Dr. Onur ÇOBAN
Kocaeli Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi
ORCID ID: 0000-0002-8965-3459

ABSTRACT
Epoxy resins are widely preferred in structural applications due to their advantageous properties such as high mechanical strength, chemical resistance, and dimensional stability. However, these materials may prove inadequate in certain applications due to their low tear and notch resistance as well as their limited impact strength. To overcome these disadvantages, various additives are incorporated into the epoxy matrix. But, since most of the additives used are based on environmentally unsustainable and economically inefficient methods, they pose a risk to the environment both in our country and on a global scale. In this context, recycled styrene-butadiene rubber (SBR) from waste tires stands out as an eco-friendly and cost-effective alternative.
In this study, recycled SBR was incorporated into Araldite AW106 epoxy adhesive at different particle sizes (71–100 µm and 125–150 µm) and various weight percentages (0%, 0.5%, 1%, 5%, 10%, and 15%). The prepared mixtures were used to create single-lap adhesive joints between galvanized steel surfaces. The produced samples were subjected to tensile testing in accordance with the ASTM D1002 standard. The data obtained from the tensile tests were compared, and the fractured specimens were photographed for damage analysis. The findings revealed that the particle size and weight percentage of the SBR additive played a decisive role in adhesion strength, and the optimal parameters were identified.
Keywords: Adhesive Bonds, Recycled Styrene Butadiene Rubber (SBR), Mechanical Properties, Particle Size

YAPIŞTIRMA BAĞLANTILARINDA GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ STİREN BUTADİEN KAUÇUK TAKVİYESİNİN YAPIŞMA PERFORMANSINA ETKİSİ

ÖZET
Epoksi reçineler, yüksek mekanik dayanım, kimyasal direnç ve boyutsal kararlılık gibi avantajlı özellikleri sayesinde yapısal uygulamalarda yaygın olarak tercih edilmektedir. Ancak, bu malzemeler düşük yırtılma ve çentik direncine sahip olmalarının yanı sıra, darbe dayanımlarının da sınırlı olması nedeniyle bazı uygulamalarda yetersiz kalabilmektedir. Bu dezavantajların giderilmesi amacıyla epoksi matrisine çeşitli katkı maddeleri ilave edilmektedir. Fakat kullanılan katkı maddelerinin çoğu, çevresel açıdan sürdürülebilir olmayan ve ekonomik bakımdan verimsiz yöntemlere dayandığından, hem ülkemiz hem de küresel ölçekte çevre için risk oluşturmaktadır. Bu bağlamda, atık lastiklerden geri dönüştürülmüş stiren-bütadien kauçuğu (SBR) çevre dostu ve ekonomik bir alternatif olarak öne çıkmaktadır.
Bu çalışmada, Araldite AW106 epoksi yapıştırıcı içerisine farklı parçacık boyutlarında (71–100 µm ve 125–150 µm) ve farklı ağırlık yüzdelerinde (%0, %0,5, %1, %5, %10 ve %15) geri dönüştürülmüş SBR ilave edilmiştir. Hazırlanan karışımlar, galvanizli çelik yüzeyler arasında tek katlı yapıştırma bağlantıları oluşturmak amacıyla kullanılmıştır.

Üretilen numuneler ASTM D1002 standardına uygun olarak çekme testine tabi tutulmuştur. Çekme deneylerinden elde edilen veriler karşılaştırılmış, kırılan numuneler fotoğraflanarak hasar analizi yapılmıştır.
Bulgular sonucunda, SBR katkısının parçacık boyutu ve ağırlık yüzdesinin yapışma dayanımı üzerinde belirleyici rol oynadığı görülmüş ve en uygun parametreler ortaya konulmuştur.
Anahtar Kelimeler: Yapışma Bağlantıları, Geri Dönüştürülmüş Stiren Butadien Kauçuk (SBR), Mekanik Özellikler, Parçacık Boyutu

1. GİRİŞ

Günümüzde helikopter ve uçak gibi uçan platformların motor ve gövde parçalarının imalatı büyük ölçüde çözülebilir ve çözülemez birleştirme tekniklerine dayanmaktadır. Gün geçtikçe bağlantı verimliliği yüksek ve yeni, daha hafif ve dayanıklı birleştirme prosesleri üzerine çalışmalar yapılmaktadır (Baştekeli, 2020).
Havacılık alanında kullanılan birleştirme yöntemleri: kaynak, lehim, perçin ve mekanik bağlantı, kaplama ve yapıştırma olarak sınıflandırılabilir. Yapıştırıcı ile birleştirme; perçinleme, cıvatalama ve kaynaklama gibi geleneksel birleştirme yöntemlerinin yerine geçerek havacılık dışındaki endüstrilerde de önemli ilgi görmüştür.
Yapıştırma ile birleştirme yönteminde ise epoksi yapıştırıcılar, BMI (Bismaleiamid) yapıştırıcılar, akrilik esaslı yapıştırıcılar, siyanoakrilat esaslı yapıştırıcılar, fenolik ve formaldehit tipi yapıştırıcılar ve sıcak-ergiyik yapıştırıcılar (Hot-Melt Adhesives) kullanılmaktadır (Baştekeli, 2020). Yapıştırıcıyla birleştirilmiş bağlantılar, farklı ve karmaşık geometrilere sahip şekilleri birleştirme yeteneği, farklı malzemeleri birleştirme yeteneği, yüksek yorulma direnci gibi avantajları nedeniyle tercih edilir. Literatür araştırıldığında; tek bindirmeli bağlantı, çift bindirmeli bağlantı, uçtan uca bağlantı, T bağlantı ve eğimli bağlantı yapıştırıcıyla birleştirilmiş birçok bağlantı türüyle karşılaşılır (Bayramoğlu ve ark., 2020).
Epoksi reçineleri, en az iki epoksit grubu ve genellikle bir amin bileşiği veya bir diasit bileşiği olan bir kürleme maddesi içeren bir oligomerden oluşturulur (Fink, 2017). Epoksiler iki bileşenli yapıştırıcılardır: epoksi reçine ve sertleştirici maddeden oluşur.
Epoksi yapıştırıcılar; yüksek yapışma, iyi çekme ve kayma mukavemeti, yüksek rijitlik, sürtünme direnci, küçük büzülme miktarıyla kolay sertleşme ve yüksek sıcaklıklara iyi tolerans sunmak üzere tasarlanabilen dayanıklı yapıştırıcılardır (Türkmen, 2022). Ancak saf epoksi bazlı yapıştırıcılar tokluğa ve çatlak yayılmasına karşı dirence sahip değillerdir (Ghosh ve ark., 2008). Bu sebeple epoksi yapıştırıcıların özelliklerini geliştirmek amacıyla belirli yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemler mikro veya nano parçacık takviyesi, fiber takviyesi, kürleme koşullarının iyileştirilmesi ve sertleştirici oranının optimizasyonudur.
Kauçuk, günlük yaşamda kullanılan stratejik öneme sahip benzersiz bir polimerdir ve lastikler ve contalar dahil olmak üzere kauçuğun en önemli uygulamalarının çoğunda, diğer alternatif malzemelerle değiştirilemez. Ancak, birçok kauçuk katkı maddesinin bazı dezavantajları vardır ve bunların bazıları petrokimyasallardan türetilmiştir veya toksiktir. Özellikle, yaygın olarak kullanılan toksik yapıdaki birçok kauçuk antioksidanı insan sağlığına ve çevreye zarar vermektedir (Sun ve ark., 2024).Bu sebeple kauçuk içeren malzemelerin geri dönüştürülmesi elzemdir.
Çevreye bırakılan atık lastikler, özellikle ortama yayacakları kimyasal sızıntılar ve taşımış oldukları yangın riskinden dolayı çevre ve insan sağlığı açısından güvensizdir (Pennington ve ark., 1996). Bu bağlamda atık lastiklerin bozundurulmasıyla elde edilecek ürünlerin hammadde olarak değerlendirilmesi çok büyük önem arz etmektedir (Balbay, 2017). Lastiklerin genel olarak ağırlıklarının %40 doğal kauçuk, %30 stiren butadien kauçuk, %20 Bütadien, %10 bütil ve halojenleşebilir bütil kauçuktan meydana gelir (Altın, 2011). Her yıl doğaya bırakılan yaklaşık 1,5 milyar atık lastiğin Dünya'ya vereceği zararı göz önünde bulundurarak çalışmada atık lastikten geri dönüştürülmüş SBR (stiren-bütadien-kauçuk) kullanılacaktır.
Stiren-bütadien-kauçuğu (SBR), stiren ve bütadien monomerlerin polimerizasyonu ile elde edilen diğer bir sentetik kauçuk türüdür. Ağırlıkça üçte bir oranında stiren ve bütadienden oluşmaktadır (Öteleş

&Yetgin, 2023). Aşınma, yıpranma ve yırtılma direnci iyidir; yorulma direnci yüksektir. - 50 °C ile +70 °C arasında kullanılabilir.

Havacılık alanında kullanılan epoksiler mukavemet, termal dayanım ve çevresel dayanıklılık gerektirir. Genel olarak, epoksilerin kırılma tokluğu, mikro kauçuk parçacıklarının değiştirilmemiş epoksilere dağıtılmasıyla önemli ölçüde iyileştirilir (Imanaka ve ark., 2022).

Ahmetli ve ekibi, geri dönüştürülmüş lastik atıklarından elde edilen kauçuğu epoksi reçineyle değerlendirmeye yönelik öncü çalışmalara imza atmıştır. Bu araştırma kapsamında, lastik ve EPDM atıkları gibi kauçuk malzemeler sürdürülebilir dönüşüm odağında ele alınmıştır.

İki farklı endüstriyel atık olan etilen-propilen-dien monomer kauçuğu (EPDM) ve lastik atığı piroliz katı ürünü karbon siyahı (CB) kullanılarak atık kauçuk kompozitlerinin uygulama alanlarını genişletmek amaçlanmıştır. Sadece EPDM ve EPDM-CB hibrit kompozitler üretilmiştir. Kompozitler içerisinde yüzdece farklı oranlarda EPDM ve karbon siyahı katılmıştır. EPDM'nin varlığı, epoksi matrisin çekme uzama değerlerini artırırken, çekme dayanımını (ağırlıkça %10 EPDM oranı hariç), e-modülünü ve sertliğini azaltmıştır. Tüm EPDM-CB hibrit kompozitlerin E-modül değerleri de epoksiden daha yüksek bulunmuştur, hibrit dolgu oranı ile sertlik ve yoğunluk değerlerinde hafif bir azalma gözlenmiştir (Ahmetli ve ark., 2023)

Alagar ve ekibi tarafından 2014 yılında yapılan araştırmada ise epoksi nanokompozit üretiminde karbon siyahı kullanılmıştır. C8 e-BMI ile epoksi matrisinin tokluğunu iyileştirek ve iletken karbon siyahı ile güçlendirilmiş C8 e-BMI matrisini güçlendirerek yalıtım epoksi matrisindeki iletkenliği kullanarak maliyet etkin bir şekilde çok işlevli özellikler elde etmek amaçlanmıştır (Mandhakini ve ark., 2014).

Abdullah ve Ansari tarafından 2014 yılında yapılmış çalışmada ise grafen oksit farklı yüzdelerde epoksi reçine içine eklenerek kompozit malzeme hazırlanmıştır. Deneysel sonuçlar Young modülünde, çekme dayanımında ve sertlikte açıkça bir iyileşme göstermektedir. Darbe dayanımının azaldığı görülmüş olup bu da grafen oksit/epoksi kompozitin kırılganlığının arttığına işaret etmektedir (Abdullah & Ansari, 2015).

Zhang ve arkadaşlarının 2009 yılında yaptığı çalışmada da karbon nanotüpler (CNT) ve karbon siyahı (CB) hibrit dolgu maddeleri içeren nanokompozitlerin geliştirilmiş elektriksel iletkenliği incelenmiştir. İletken dolgu maddeleri olarak CNT'ler ve CB'nin çeşitli kombinasyonlarıyla epoksi esaslı nanokompozitler hazırlanmış ve bunların elektriksel ve mekanik özellikleri değerlendirilmiştir. %0,2 ağırlıkça CNT'ler ve %0,2 ağırlıkça CB parçacıkları ile düşük bir süzülme eşiği elde edilmiştir. CB parçacıkları ayrıca nanokompozitlerin sünekliğini ve kırılma tokluğunu artırarak, CB'nin çok işlevli bir dolgu maddesi olarak sinerjik etkisini doğrulamıştır (Zhang ve ark., 2009)

Han ve arkadaşlarının 2024 yılında yaptığı çalışmanın amacı, akrilonitril-bütadien kauçuk (NBR) aşılanmış poli (krom metakrilat) ile modifiye epoksi-novolak reçinesinin yapışkanlık özelliklerini iyileştirmektir. Çalışmadaki mekanik test sonuçları, modifiye edilmiş epoksi-novolak yapıştırıcının çekme dayanımı, kesme dayanımı ve kırılma geriniminin GNBR'nin eklenmesiyle eş zamanlı olarak arttığını göstermektedir (Han ve ark., 2024)

Guadagno ve ekibi tarafından 2017 yılında yapılan çalışmada da havacılıkta kullanılan epoksilerin mekanik özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada karbon nanotüp ve fonksiyonelleştirilmiş sıvı kauçuk kullanılmıştır. Çok Duvarlı Karbon Nanotüpler (MWCNT'ler) ve fonksiyonelleştirilmiş sıvı kauçuk bazlı yeni elektriksel iletken yapıştırıcılar tasarlanmış ve karakterize edilmiştir. Çalışmada takviye elamanlarının yapıştırıcı içerisindeki oransal değişiminin elektriksel ve mekanik özellikleri nasıl etkilediği üzerinde durulmuştur. Bindirme kesme yapışma testleri, matriste 25 phr elastomerik faz içeren numune için gerilmede %69'a kadar artışlar göstermiştir. Sertleştirilmiş yapıştırıcıya MWCNT'lerin dahil edilmesinin, yapıştırıcı özelliklerini daha da iyileştirmek ve aynı zamanda elektriksel iletkenlik sağlamak için avantajlı bir şekilde kullanılabilirliği kanıtlanmıştır (Guaadagno ve ark, 2017). Bu çalışmadan yola çıkarak epoksiye karbon içerikli malzeme katılmasının mekanik özellikler ve yapışma performansı üzerindeki etkilerinin incelenmesi planlanmıştır.

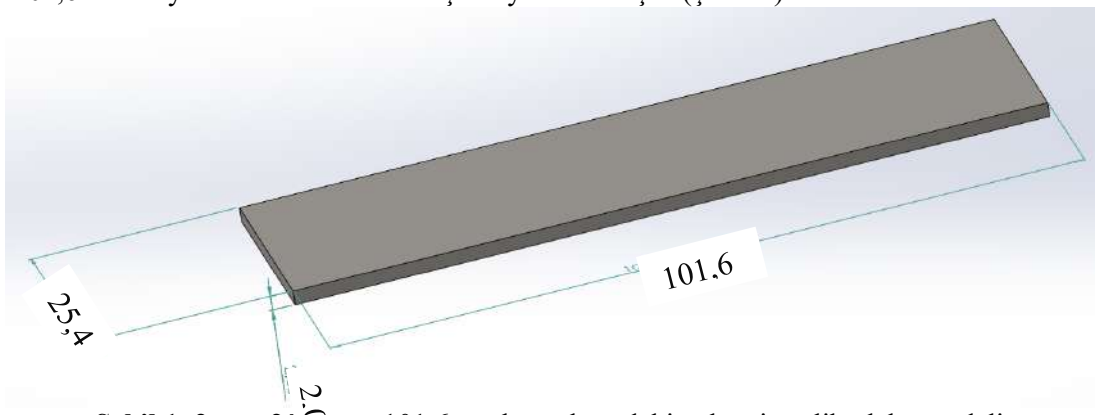
Yapılan literatür taramasında epoksinin mekanik özelliklerini geliştirmek amacıyla partikül katıldığı örneklere rastlanmıştır. Yapılan çalışmaların çoğunlukla epoksi matrisli kompozitler üzerine yapıldığı ve epoksi yapıştırıcıların mekanik özelliklerine partikül etkisinin incelendiği örneklerin sınırlı olduğu tespit edilmiştir Bu doğrultuda, literatürde eksikliği hissedilen bu konunun giderilmesine katkı sağlamak

amacıyla, epoksi yapıştırıcıya farklı boyut ve oranlarda ilave edilen geri dönüştürülmüş SBR katkısının yapıştırıcı bağlantı performansı üzerindeki etkilerini inceleyen bildiri çalışması tercih edilmiştir. Bu sayede yapıştırıcı performansını geliştirmek için geri dönüştürülmüş SBR kullanılmasıyla çevreci bir yenilik getirilmesi planlanmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA

2.1 Kullanılan Malzemeler

Çalışmada kullanılan galvaniz çelik saçlar Mollaoğlu Sac ve Yapısal Çelik SAN. TİC. A.Ş den temin edilmiştir. Firmadan 2×1000×2000 boyutlarında temin edilen sac ASTM1002 standardına uygun olarak 25,4×101,6 mm boyutlarında lazer kesim işlemiyle kesilmiştir (Şekil 1).



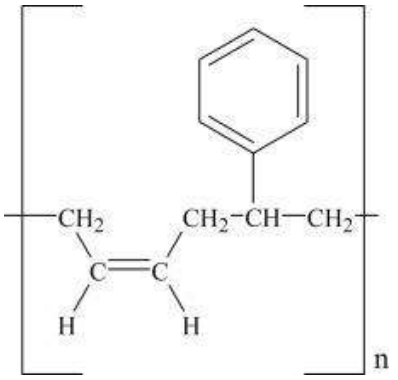
Şekil 1. 2mm×25 m×101,6mm boyutlarındaki galvaniz çelik plaka modeli

Şekil 2a'da görülen Araldite AW106 çift kompanentli oda sıcaklığında kürlenen ASTM A1002 standardına uygun macun yapıştırıcıdır. Şekil 2b'de ise sertleştirici Hardener HV 953 U görülmektedir. Galvaniz çelik plakaları birleştirmek amacıyla Araldite AW106 ve Hardener HV 953 U tercih edilmiştir. Oda sıcaklığında Araldite AW106 yapıştırıcının vizkozitesi 25°C de 34,07 Pa.s, Hardner HV3 hızlandırıcının vizkozitesi 25°C de 32 Pa.s' dir. Araldite AW106 ve Hardener HV 953 U hızlandırıcı ile 100gr/80gr oranlarında karıştırılarak hazırlanmıştır.

Şekil 2. a) Araldite AW106 yapıştırıcı b) Hardener H953 U hızlandırıcı

İlgili bildiride katkı elemanı olarak kullanılacak malzeme, ICarbon firmasından temin edilen ve mekanik öğütme yöntemiyle atık lastiklerden geri dönüştürülmüş stiren bütadien kauçuk (rSBR) olarak belirlenmiştir. SBR, dünya genelinde en yaygın kullanılan sentetik kauçuk türlerinden biri olup, bütadien (%75) ve stirenin (%25) serbest radikal başlatıcılar kullanılarak kopolimerizasyonuyla üretilebilir. SBR farklı yüzeylere iyi yapışır, bu da onu yapıştırıcı uygulamaları için uygun hale getirir. Geri dönüştürülmüş formu olan rSBR, hem çevresel sürdürülebilirlik hem de ekonomik verimlilik açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Kullanılacak olan rSBR'nin kimyasal yapısı Şekil 3'te gösterilmiştir.

.



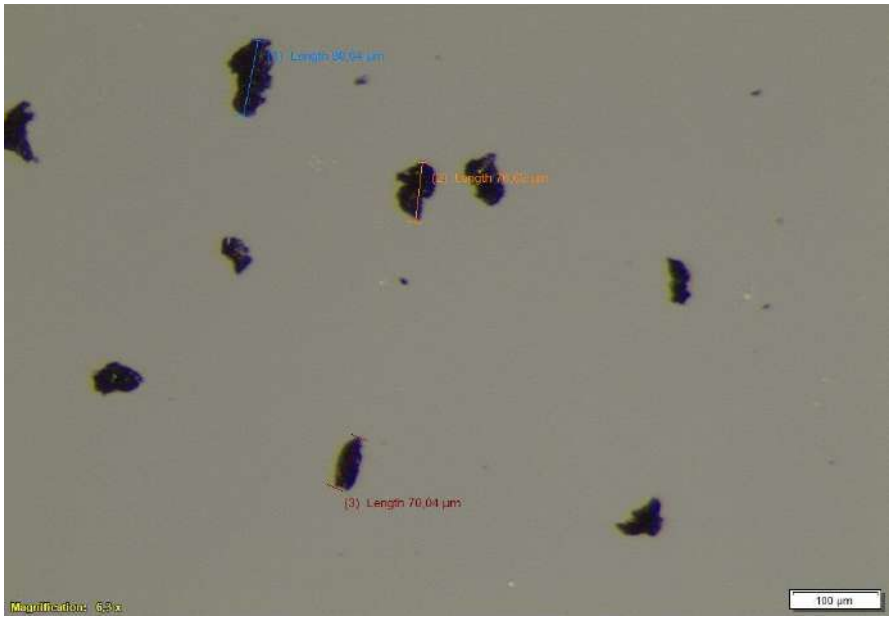
Şekil 3. rSBR'nin kimyasal yapısı

2.2 YÖNTEM

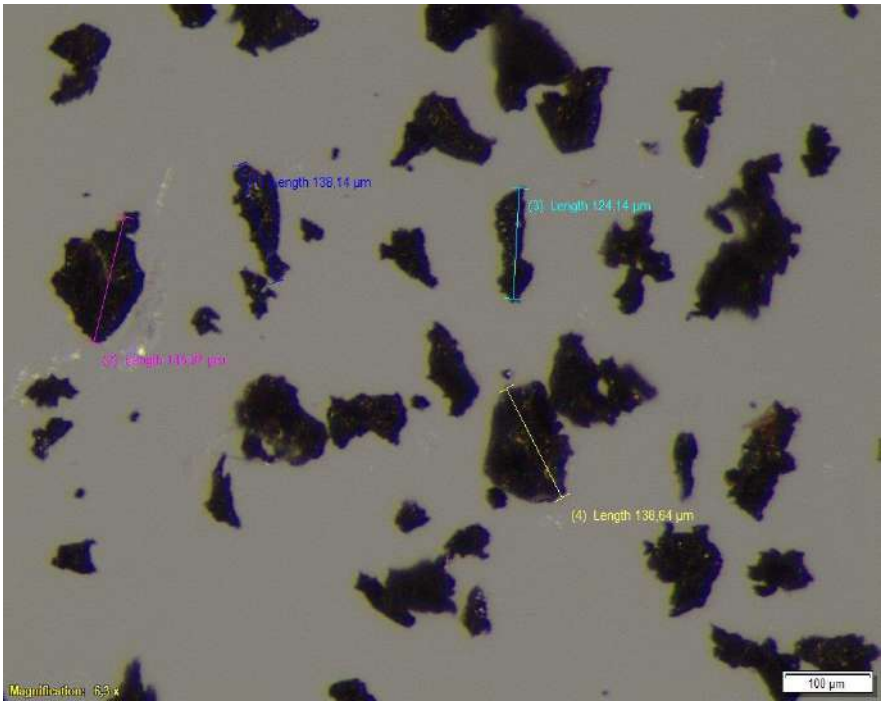
2.2.1 Kullanılacak rSBR Kauçukların İstenilen Boyutlarda Elenmesi

Temin edilen rSBR Şekil 4'te gösterilen Retsch AS 200 model elek sarsma cihazı kullanılarak 40 Hz frekansta 15 dakika boyunca elenmiştir. Eleme sonuçlarında 71-100 µm ve 125-150 boyutla µm boyutlarında rSBR partikülleri elde edilmiştir. Elde edilen partiküllere ait mikroskop görüntüleri Şekil 5 ve Şekil 6 da verilmiştir.

Şekil 4. Retsch AS 200 model elek sarsma cihazı



Şekil 5. Sarsma cihazında elenmiş 71-100 µm arası SBR partiküllerine ait mikroskop görüntüsü



Şekil 6. Sarsma cihazında elenmiş 125- 150 µm arası SBR partiküllerine ait mikroskop görüntüsü

2.2.2 Galvaniz Çelik Plakaların Yüzey Zımparalama İşlemi

Önceki çalışmalarda da görüldüğü gibi yüzey hazırlama prosedürleri yapışma performansı açısından önemlidir. Parlak yüzeylerde yapıştırıcı bağlanmasının zor olması ve yüzey pürüzlendirilmesi ile oluşacak mikro boşluklarının yapıştırma bağlantılarını güçlendirmesi sebebiyle çelik numune yüzeyleri zımparalama işlemine tabi tutulmuştur. Zımparalama işlemi 1 dakika boyunca saniyede 383 titreşim üreten yüksek frekanslı zımparalama makinesi ile 40 numara aşındırıcılığa sahip zımpara kağıdı ile gerçekleştirilmiştir. Zımparalanan numunelerin yüzeyi kalıntı ve tozların uzaklaştırılması için aseton yardımıyla temizlenmiştir.

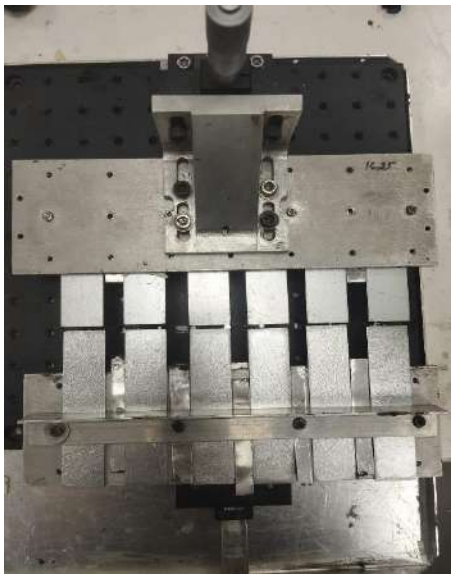
2.2.3 Epoksi Yapıştırıcının Hazırlanması

Yapıştırma işlemlerinde kullanılan Araldite AW106 ve Hardener HV953 U hızlandırıcı üretici firmanın önerdiği şekilde ağırlıkça 100/80 oranında uygulanmıştır. %0, %1, %5, %10, %15 oranlarında katılacak SBR takviyesiyle beraber toplam yapıştırıcı kütlesi 4 gram olarak belirlenmiştir. Karışım şekil 7'deki gibi temiz bir kapta birleştirilerek homojen ve pürüzsüz bir yapı elde edilmesi amacıyla 2 dakika boyunca manuel olarak karıştırılmıştır.

Şekil 7. Karışımın temiz bir kapta birleştirilmiş görüntüsü.

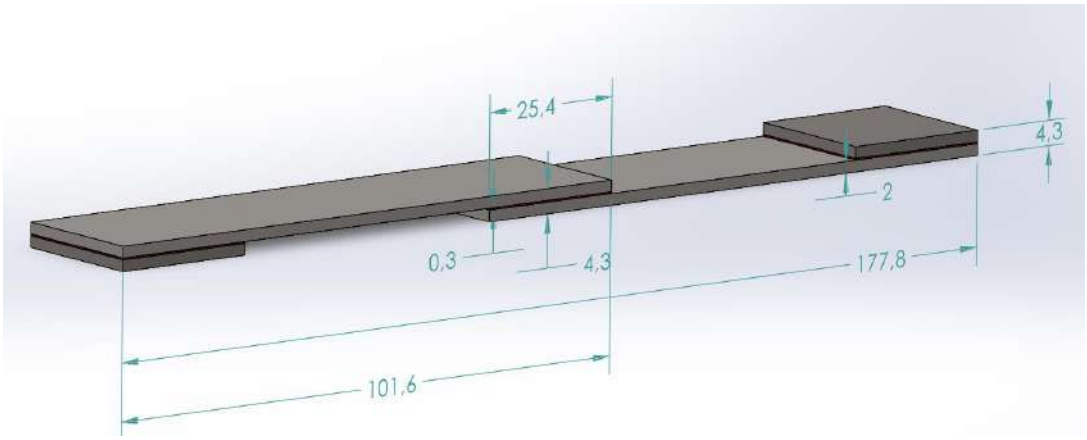
Yüzey ön işlemleri tamamlanmış galvaniz çelik yüzeyler Şekil 8'de görülen mikrometreli düzeneğe yerleştirilmiştir. Düzeneğe yerleştirilen galvaniz çelik plakalar kir ve oksit tabakalarının uzaklaştırılması amacıyla asetonla tekrar temizlenmiştir.

Yapıştırma işleminde epoksi karışımı yüzeye ince bir şekilde yayılmış ve yapıştırıcı kalınlığı 300 mikron olacak plakalar bir araya getirilmiştir. Bu şekilde yapışma yüzeyinde boşluk olması önlenmiş ve temas kalitesi arttırılmıştır.



Şekil 8. Yapıştırma işlemi için kullanılan mikrometre düzeneği..

Testlerin tek eksende eksantriklik olmadan yapılabilmesi için numunelerin uçlarına ilave 25,4mm x 25,4mm ek kulakçık malzemeleri yapıştırılmıştır. Bu işlem sonunda numuneler çekme testi için hazır hale gelmiş oldu. Numunelerin 3 boyutlu modeli Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Yapıştırılmış kupon numunenin 3 boyutlu modeli.

2.2.4 Tek Tesirli Yapıştırma

Galvaniz çelik plakaların yapıştırma işlemi ASTM D1002-99 standardına göre tek tesirli olarak yapıştırılmıştır. Çelik plakalar Şekil 8'de göründüğü gibi üç eksenli mikrometre düzeneğine derleştirilerek 25,4 mm x 25,4 mm üst üste binme bölgesi belirlenmiştir. Yapıştırma kalınlığı yaklaşık olarak 300 µm olarak seçilmiş olup maksimum ±10 µm'lik bir sapma olacak şekilde ayarlanmıştır. Yapıştırma işlemi tamamlandıktan sonra yapıştırıcının standartlarına uygun olacak şekilde kürlenmesi için düzenek 70°C'lik bir fırına yerleştirilerek numuneler kürlenmeye bırakılmıştır. 50 dakikalık kürleme süresinin ardından düzenek fırından alınarak oda sıcaklığındaki başka bir fırında 24 saatlik normalizasyon sürecine bırakılmıştır.

2.2.5 Tek Tesirli Kayma Testleri

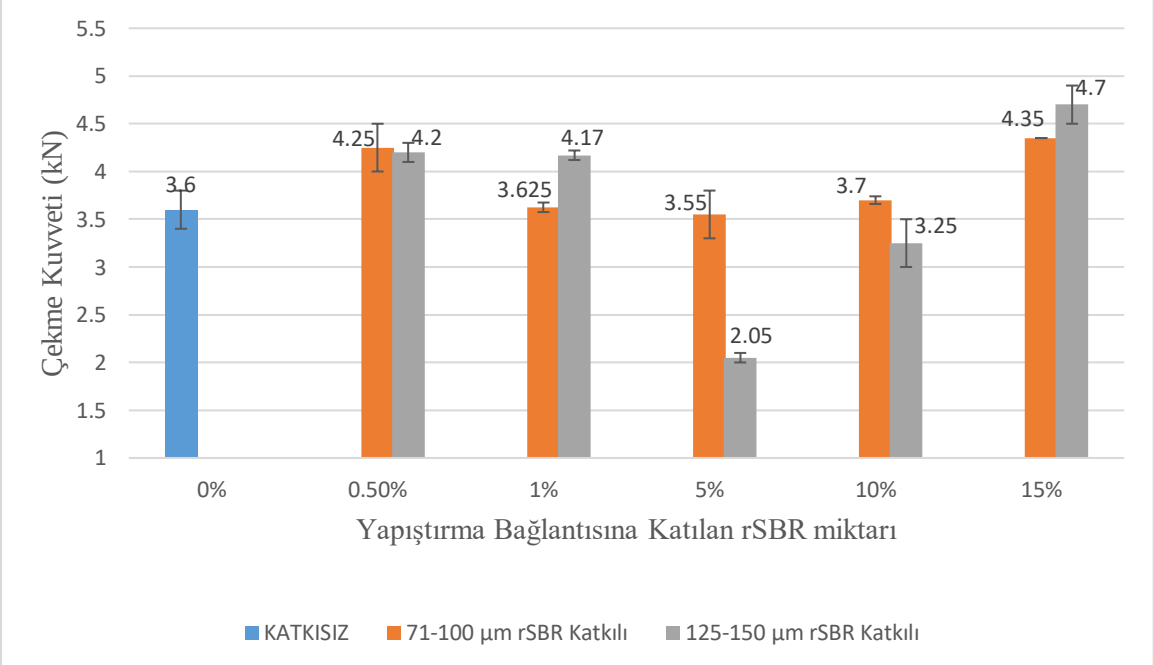
Yapıştırma bağlantılarının kayma dayanımı değerlerini belirlemek için ASTM D1002-99 standardı baz alınarak Şekil 10' de görülen test numunelerinin üniversal test cihazında 1,3 mm/dk hızla tek tesirli kayma testleri gerçekleştirilmiştir.

Şekil 10. Universal mekanik test cihazı

Yapıştırma bağlantılarının kayma testleri Kocaeli Üniversitesi Uzunçiftlik Nuh Çimento Meslek Yüksekokulu'nda bulunan Tahribatlı Muayene Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiş.

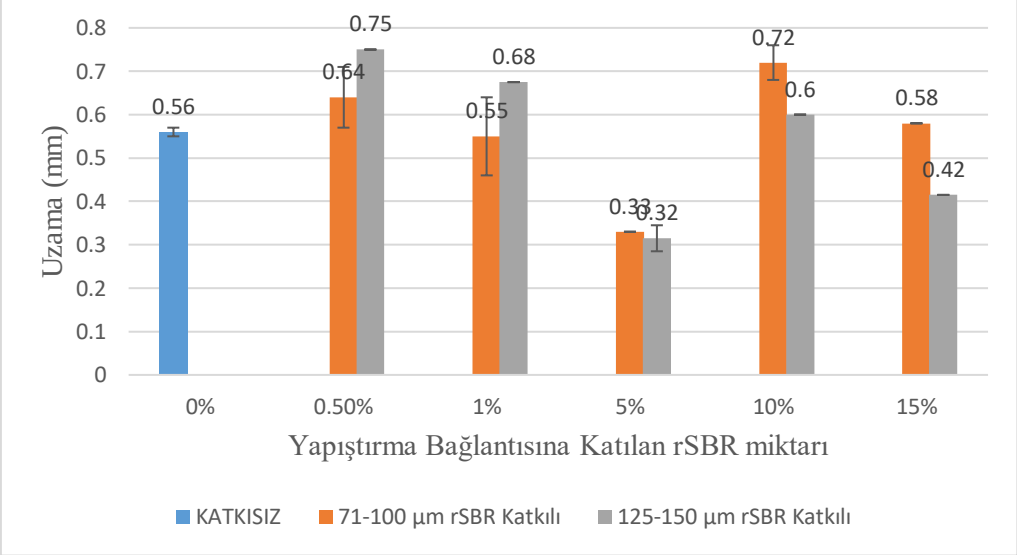
3. BULGULAR

Bu deneysel çalışmada, epoksi yapıştırıcıya 71-100 mikron ile 100-150 mikron boyutlarında sınıflandırılmış olan rSBR'nin ağırlıkça farklı yüzdelerde eklenmesinin çekme kuvveti ve kopma uzaması üzerindeki etkileri araştırılmıştır.



Şekil 11. rSBR takviye boyutunun ve yüzdesinin kuvvet üzerindeki etkisi

Şekil 11' de gösterilen çekme kuvveti verilerine bakılarak tek tesirli yapıştırıcı bağlantısına 71-100 µm boyutunda rSBR katılıldığında takviyesiz yapıştırıcıya kıyasla ağırlıkça %0,5, %1, %10 ve %15 takviyeli numunelerde çekme kuvveti sırasıyla %18,1, %0,70, %2,8, %20,8 oranında artarken %5 takviyeli numunede %1,4 oranında azalmıştır. 125-150 µm boyutunda rSBR katılıldığında takviyesiz yapıştırıcıya kıyasla ağırlıkça %0,5, %1 ve %15 takviyeli numunelerde çekme kuvveti sırasıyla %16,6, %15,8 ve %30,5 oranında artarken %5 ve %10 oranında takviyeli numunelerde sırasıyla %43,1 ve % 9,7 azalmıştır. Çekme kuvveti %5 takviye oranına kadar azalma göstermiş, %5 takviye oranından sonra tekrar artışa geçmiştir Her iki partikül boyutu için en yüksek çekme kuvvetti ağırlıkça %15 oranında rSBR takviye edildiğinde gözlemlenmiştir. %15 takviye oranındaki en yüksek değer ise 125-150 µm rSBR takviyesiyle sağlanmaktadır. Bu bulgular, rSBR katkı oranının ve partikül boyutunun çekme kuvveti üzerinde lineer olmayan bir etki gösterdiğine işaret etmektedir.



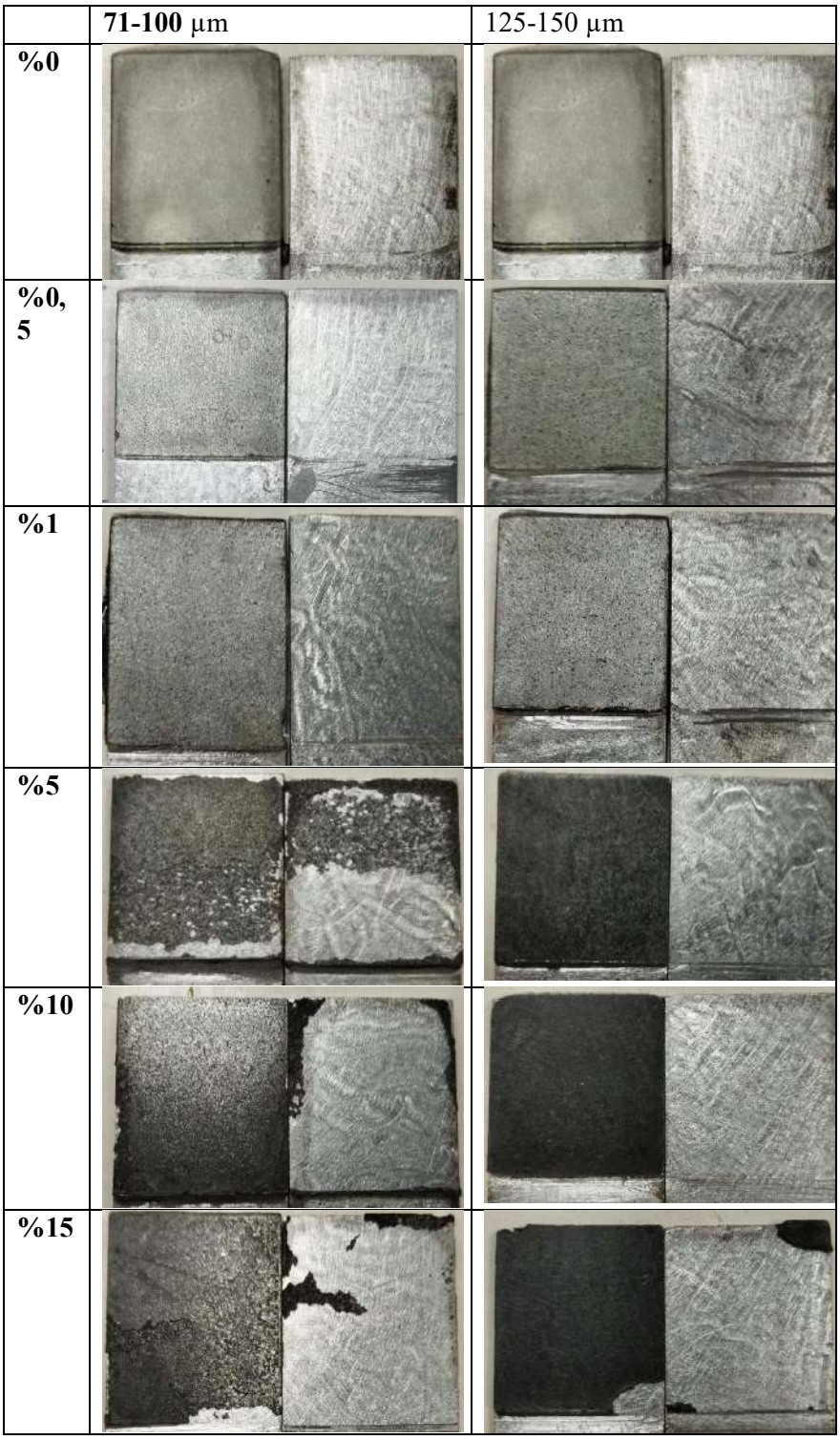
Şekil 12. rSBR takviye boyutunun ve yüzdesinin uzama üzerindeki etkisi

Şekil 12'te gösterilen uzama değerlerine bakıldığında ise, kauçuk oranının artışı ile saf epoksi numunelerinde yüksek olan uzama miktarının %5 rSBR katkısında ciddi biçimde düştüğü, %10 rSBR'de tekrar yükseldiği ve %15 rSBR'de tekrar azaldığı görülmüştür. 71-100 µm kauçuk takviyesi için en yüksek uzama değeri %10 rSBR takviye edildiğinde gözlemlenmiştir. 125-150 µm kauçuk takviyesi için en yüksek uzama değeri %0,5 rSBR takviye edildiğinde gözlemlenmiştir. Bu bulgular, rSBR katkı oranının uzama üzerinde lineer olmayan ancak kayda değer bir etki gösterdiğine işaret etmektedir.

4. HASAR ANALİZİ

Şekil 13'te görüldüğü gibi tek tesirli kayma testleri sonrasında yapıştırıcı içerisinde ağırlıkça partikül takviye oranı %0, %0,5, %1, %5, %10 ve %15 olan yapıştırma bağlantılarında meydana gelen hasar mekanizmalarının belirlenmesi amacıyla dijital kamera yardımı ile çelik malzemelerin yüzey görüntüleri alınmış ve detaylı olarak incelenmiştir. Yapılan test sonuçlarına göre en iyi çekme kuvveti değerinin 125-150 µm ve ağırlıkça %15 partikül takviye oranında üretilen numunelerde olduğu tespit edilmiştir. Şekil 13'de takviyesiz yapıştırma bağlantılarının yüzey görüntüsü incelendiğinde bir miktar yapıştırıcının bölgesel olarak tutunduğu ancak iyi bir yapışmanın elde edilemediği ve hasarın çelik malzeme yüzeyi ve epoksi yapıştırıcısının ara yüzünde meydana geldiği (adhezif hasarlanma) tespit edilmiştir. Aynı durum 71-100 µm boyutundaki rSBR'nin ağılrlıkça %0,5, %1 oranında katıldığı durumlarda da tespit edilmiştir. 71-100 boyutunda ve ağırlıkça %5, %10 ve %15 takviye rSBR eklendiğinde epoksi yapıştırıcısının çelik malzeme yüzeyine, takviyesiz yapıştırma bağlantılarına kıyasla hasarın adhezif hasarlanmadan kohezif hasarlanmaya doğru geçtiği ve dolayısıyla ara yüzeyde daha iyi bir yapışmanın elde edildiği saptanmıştır.

125-150 µm boyutundaki rSBR'nin ağırlıkça %0,5, %1, %5 ve %10 oranında takviye edildiği durumlarda da takviyesiz yapıştırma bağlantılarında olduğu gibi adhezif hasarlanma tespit edilmiştir. 125-150 µm boyutundaki rSBR'nin ağılrlıkça %15 oranında katıldığı durumda ise adhezif+kohezif hasarlanma meydana geldiği görülmüştür.



Şekil 13. Yapıştırma bağlantılarında meydana gelen hasar mekanizmalarının belirlenmesi amacıyla dijital kamera yardımı ile çelik malzemelerin yüzey görüntüleri

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada çelik yapıştırma bağlantılarında geri dönüştürülmüş stiren bütadien kauçuğun (rSBR) takviye boyutunun ve miktarının etkisi incelenmiştir. Yapılan deneyler sonucunda elde edilen bulgular aşağıdaki gibi özetlenebilir;

Tek tesirli bindirme bağlantılarının 71-100 µm boyutlarında kauçuk takviyesi için en yüksek uzama değeri %10 rSBR takviye edildiğinde gözlemlenirken %5 rSBR katkısında ciddi biçimde düştüğü, %10 rSBR'de tekrar yükseldiği ve %15 rSBR'de tekrar azaldığı görülmüştür. Aynı boyutlarda çekme mukavemeti ağırlıkça %0,5, %1, %10 ve %15 takviyeli numunelerde çekme kuvveti sırasıyla %18,1, %0,70, %2,8, %20,8 oranında artarken %5 takviyeli numunede %1,4 oranında azalmıştır.

125-150 µm boyutlarında kauçuk takviyesi için deneyler tekrarlamadığında ise en yüksek uzama değeri ağırlıkça %0,5 rSBR takviye edildiğinde en düşük uzama değeri ise ağırlıkça %5 rSBR takviye edildiğinde gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, rSBR katkı oranının uzama üzerinde lineer olmayan bir etki gösterdiğine işaret etmektedir.

Yine 125-150 µm boyutlarında kauçuk takviyesi için yapılan testlerde çekme mukavemeti %5 takviye oranına kadar azalma göstermiş, %5 takviye oranından sonra tekrar artışa geçmiştir Her iki partikül boyutu için en yüksek çekme kuvvetti ağırlıkça %15 oranında rSBR takviye edildiğinde gözlemlenmiştir.

Her iki boyut içinde takviye oranı arttıkça hasarın adhezif hasarlanmadan kohezif hasarlanmaya doğru geçtiği ve dolayısıyla ara yüzde daha iyi bir yapışmanın elde edildiği saptanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu proje, TÜBİTAK 2209-B Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Programı kapsamında "1139B412401006" kodu ile desteklenmiştir. Projenin yürütülmesinde katkı sağlayan TÜBİTAK'a, ICarbon firmasına ve sanayi danışmanımız Erdem Mutlu'ya teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

Abdullah, S. I., & Ansari, M. N. M. (2015). Mechanical properties of graphene oxide (GO)/epoxy composites. *Hbrc Journal*, *11*(2), 151-156.

Altın, M. (2011). *Taşıtlardan kaynaklanan lastik emisyonlarının deneysel incelenmesi* (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2-10).

Balbay, Şenay. (2017). Atık lastiklerin kimyasal yöntemle bozundurulması ve elde edilen ürünlerin değerlendirilmesi. (Yayımlanmamış doktora tezi). Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilecik

Baştekeli, E. O. (2020). Derleme makale. Mühendis ve Makine, 61(699), 154–169.

Bayramoglu, S., Demir, K., & Akpinar, S. (2020). Investigation of internal step and metal part reinforcement on joint strength in the adhesively bonded joint: Experimental and numerical analysis. Theoretical and Applied Fracture Mechanics, 108, 102613.

Fink, J. K. (2017). *Reactive polymers: fundamentals and applications: a concise guide to industrial polymers*. William Andrew.

Ghosh, P. K., & Nukala, S. K. (2008). Properties of adhesive joint of inorganic nano-filler composite adhesive. *Indian journal of engineering and materials sciences*, *15*(1), 68.

Han, H. S., Ju, K. S., Pak, H. T., & Ri, Y. I. (2024). Improvement of adhesive properties of modified epoxy–novolac resin by acrylonitrile–butadiene rubber grafted poly (chromium methacrylate). *RSC advances*, *14*(41), 30378-30384.

Imanaka, M., Omiya, M., Hara, K., & Nakatani, H. (2022). Effect of rubber modification on fracture toughness of epoxy adhesives under mode I and mode II loading. *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, *122*, 103604.

Ma, P. C., Liu, M. Y., Zhang, H., Wang, S. Q., Wang, R., Wang, K., ... & Kim, J. K. (2009). Enhanced electrical conductivity of nanocomposites containing hybrid fillers of carbon nanotubes and carbon black. *ACS applied materials & interfaces*, *1*(5), 1090-1096

Mandhakini, M., Chandramohan, A., Jayanthi, K., & Alagar, M. (2014). Carbon black reinforced C8 ether linked bismaleimide toughened electrically conducting epoxy nanocomposites. *Materials & Design*, *64*, 706-713.

Öteleş, A., Köprü, İ., & Yetgin, S. H. (2023). Etilen propilen dien monomer (EPDM) ve stiren bütadien (SBR) kauçukların kükürt ve peroksit vulkanizayon ile fiziksel ve mekanik özelliklerinin incelenmesi. *Türk Mühendislik Araştırma ve Eğitimi Dergisi*, *2*(2), 131-137.

Pennington, D. G., Frazee, R. C., Chesbro, W., Gotch, J., Relis, P., & Chandler, R. E. (1996). Effects of waste tires, waste tire facilities, and waste tire projects on the environment (No. May, pp. 1–52). California Integrated Waste Management Board.

Sun, C., Li, L., Ji, H., Yang, H., Jin, G., Jiang, C., ... & Wang, R. (2024). The use of crude carbon dots as green, low-cost and multifunctional additives to improve the curing, mechanical, antioxidative and fluorescence properties of epoxy natural rubber/silica composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, *182*, 108177.

Temiz, M., Kocaman, S., & Ahmetli, G. (2023). Evaluation of EPDM waste in environmentally friendly epoxy hybrid composites. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, *126*, 224-238.

Türkmen, Z. (2022). Nano Parçacık Katkılı Epoksi Yapıştırıcı ile Birleştirilmiş T Bağlantılı Kompozit Levhalarda Enine Darbe Hasarının İncelenmesi (Master's thesis, Necmettin Erbakan University (Turkey)).

Vertuccio, L., Guadagno, L., Spinelli, G., Russo, S., & Iannuzzo, G. (2017). Effect of carbon nanotube and functionalized liquid rubber on mechanical and electrical properties of epoxy adhesives for aircraft structures. *Composites Part B: Engineering*, *129*, 1-10.

OPTIMIZING PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT WITH AUTOMATED CGR PROCESSING FOR COMPLEX ASSEMBLIES

Eren YILDIZ
B.Sc, DMU Engineer, Turkish Aerospace Industries, Department of Helicopter Precidency, Ankara-Türkiye
ORCID ID: 0009-0008-0953-2376

Burhan SAHIN
Ph.D, Chief Engineer of Digital Mock-Up Management, Turkish Aerospace Industries, Department of Helicopter Precidency, Ankara-Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-8777-7925

Hatice SAY
B.Sc. Student, TOBB Economics and Technology University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Ankara-Türkiye
ORCID ID: 0009-0001-1198-0230

ABSTRACT
As an engineering output, the CAD (Computer Aided Design) data generated holds significant importance in large assemblies, particularly concerning data quality and the intended use of the data, both in terms of storage size and processing speed. This study presents an automated methodology aimed at optimizing Digital Mock-Up (DMU) processes in CATIA V5 through the conversion of traditional CAD models into lightweight CGR formats. Typically, conventional CATIA part and product files are large and computationally demanding, leading to slower processing, reduc ed response times, and challenges in collaborative engineering. In contrast, CGR data significantly reduces file size while preserving essential geometric information, thereby facilitating faster visualization, analysis, and validation. The developed framework employs automation software created with AutoIt and VBA to streamline CGR extraction and DMU creation within the TC's Structure Manager. The workflow encompasses modules for BOM expansion, automatic report generation, and direct product structure creation in CATIA, thereby minimizing manual intervention and the propagation of errors. The control of the acquired data and the methodology for its acquisition progress through a continuous monitoring system within the software, presenting the output in a compact yet functional format for the designer's use, aligned with the product tree's infrastructure. The results underscore that CGR-based DMU processes enhance computational performance, accelerate engineering workflows, and strengthen collaboration among DMU engineers. This contributes to the improvement of traceability, scalability, and digital continuity, which are central to PLM and design process applications. The proposed methodology suggests that lightweight data management can reduce costs, enhance reliability, and benefit sectors such as aerospace and automotive.
Keywords: CAD, Catia, DMU, Lightweight-Data, PLM, Teamcenter.

KANSER TEDAVİSİNDE DESTEKLEYİCİ BİYOAKTİF BİLEŞENLER

Meliha ÇAVDAR
Dr. Dyt., Bağımsız Araştırmacı, Malatya, Türkiye.
ORCID ID: 0000-0001-5122-7860

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÇAVDAR
İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Malatya, Türkiye.
ORCID ID: 0000-0003-3254-0952

ÖZET
Geleneksel kanser tedavileri (cerrahi, kemoterapi, radyoterapi) temel yaklaşımlar olarak etkinliğini sürdürmekle birlikte, bu yöntemler ciddi yan etkiler yaratabilmekte ve bazı durumlarda tedaviye direnç gelişebilmektedir. Son yıllarda, kurkumin, resveratrol, omega-3 yağ asitleri ve vitamin D gibi bazı biyoaktif bileşenlerin destekleyici tedavi potansiyeli üzerine artan sayıda araştırma yapılmaktadır.
Kurkumin, preklinik çalışmalarda anti-inflamatuar, antioksidan ve antiproliferatif etkiler göstermiştir. Bazı tümör hücre hatlarında büyümeyi baskıladığı ve metastazı önlediği bildirilmiştir. Bununla birlikte, insanlar üzerindeki klinik veriler henüz yetersizdir. Kurkuminin biyoyararlanımı düşüktür ve bu sorunu aşmak amacıyla geliştirilen nanoteknolojik formülasyonların etkinliği henüz yeterli düzeyde kanıtlanmamıştır.
Resveratrol, çeşitli in vitro çalışmalarda apoptozu teşvik edici ve metastazı engelleyici özellikler sergilemiştir. Ayrıca immün yanıt modülasyonuna katkıda bulunabileceği bildirilmiştir. Ancak klinik çalışmalardaki örneklem büyüklükleri ve metodolojik sınırlılıklar nedeniyle bu bileşenin kanser tedavisindeki etkisi hakkında kesin bir sonuca varılamamaktadır.
Omega-3 yağ asitleri, inflamasyonu azaltıcı etkileri ile dikkat çekmektedir. Ancak yapılan sistematik derlemeler ve meta-analizler, bu bileşenlerin kanserin seyrini veya tedavi başarısını doğrudan iyileştirdiğine dair güçlü kanıtlar sunmamaktadır. Bazı çalışmalar yaşam kalitesinde artış gibi ikincil faydalar bildirmiştir; ancak bu sonuçlar genellenebilir düzeyde değildir.
Vitamin D düzeylerinin bazı kanser türlerinde prognozla ilişkili olabileceği ileri sürülmektedir. Özellikle kolorektal kanser gibi belirli türlerde düşük serum düzeyleri ile kötü sonuçlar arasında korelasyon bulunmuştur. Bununla birlikte, randomize kontrollü çalışmalar, vitamin D takviyesinin doğrudan koruyucu veya tedavi edici etkisine dair çelişkili bulgular sunmaktadır. Dozaj, uygulama süresi ve hasta alt gruplarına yönelik stratejiler halen netleştirilememiştir.
Preklinik bulgular, kurkumin ve resveratrol gibi biyoaktif bileşenlerin antikanser potansiyelini desteklemekte; omega-3 yağ asitleri ve vitamin D'nin ise inflamasyon ve bağışıklık düzenlemesi yoluyla fayda sağlayabileceğini öne sürmektedir. Ancak bu bileşenlerin kanser tedavisinde tamamlayıcı olarak klinik düzeyde kullanılabilmesi için mevcut kanıtlar yetersizdir. Rutin kullanımlarına ilişkin olarak, dozaj ve tedavi protokollerinin standardizasyonu gerekmektedir. Gelecekteki çalışmalar, büyük ölçekli, randomize ve uzun süreli klinik denemelere odaklanmalıdır.
Anahtar Kelimeler: kurkumin, resveratrol, omega-3, vitamin D, kanser, biyoaktif bileşenler, tamamlayıcı tedavi

SUPPORTIVE BIOACTIVE COMPONENTS IN CANCER TREATMENT

ABSTRACT
Traditional cancer treatments (surgery, chemotherapy, radiotherapy) continue to be effective as basic approaches, but these methods can cause serious side effects and, in some cases, resistance to treatment may develop. In recent years, there has been an increasing number of studies on the potential of certain bioactive compounds, such as curcumin, resveratrol, omega-3 fatty acids, and vitamin D, as supportive treatments.
Curcumin has demonstrated anti-inflammatory, antioxidant, and antiproliferative effects in preclinical studies. It has been reported to inhibit growth and prevent metastasis in some tumor cell lines.

However, clinical data in humans is still insufficient. Curcumin has low bioavailability, and the efficacy of nanotechnological formulations developed to address this issue has not yet been sufficiently proven. Resveratrol has shown apoptotic and metastasis-inhibiting properties in various in vitro studies. It has also been reported to contribute to immune response modulation. However, due to sample sizes and methodological limitations in clinical studies, no definitive conclusion can be drawn regarding the effect of this compound in cancer treatment.
Omega-3 fatty acids are notable for their anti-inflammatory effects. However, systematic reviews and meta-analyses have not provided strong evidence that these compounds directly improve the course of cancer or treatment outcomes. Some studies have reported secondary benefits such as improved quality of life; however, these results are not generalizable.
It has been suggested that vitamin D levels may be associated with prognosis in certain types of cancer. In particular, a correlation has been found between low serum levels and poor outcomes in certain types of cancer, such as colorectal cancer. However, randomized controlled trials have yielded conflicting findings regarding the direct protective or therapeutic effects of vitamin D supplementation. Dosage, duration of administration, and strategies for patient subgroups remain unclear.
Preclinical findings support the anticancer potential of bioactive compounds such as curcumin and resveratrol; omega-3 fatty acids and vitamin D may also provide benefits through inflammation and immune regulation. However, the current evidence is insufficient to support the clinical use of these components as complementary therapies in cancer treatment. Standardization of dosages and treatment protocols is required for their routine use. Future studies should focus on large-scale, randomized, and long-term clinical trials.
Keywords: curcumin, resveratrol, omega-3, vitamin D, cancer, bioactive compounds, complementary therapy

1. GİRİŞ

Kanser, dünyada önde gelen ölüm nedenlerinden biri olmaya devam etmektedir ve hem birey hem de toplum düzeyinde ciddi bir sağlık yükü oluşturmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre, kanser kaynaklı ölüm sayısının 2050 yılına kadar yılda 18 milyona ulaşması beklenmektedir (Aggarwal et al, 2025). Kanser tedavisinde uygulanan geleneksel yaklaşımlar arasında cerrahi, kemoterapi ve radyoterapi temel yöntemler olarak yer almaktadır ve bu tedaviler genellikle tümör kitlesini ortadan kaldırmaya veya küçültmeye yöneliktir. Cerrahi müdahale lokalize tümörler için etkili bir seçenek iken; kemoterapi ve radyoterapi, sistemik veya yayılmış hastalıklarda temel tedavi yöntemleridir (Wang et al, 2023).

Ancak bu konvansiyonel tedavi yöntemlerinin çeşitli sınırlılıkları ve yan etkileri bulunmaktadır. Kemoterapötik ilaçlar yalnızca kanser hücrelerini değil, hızla bölünen sağlıklı hücreleri de hedef aldığından saç dökülmesi, bulantı, bağışıklık sisteminin baskılanması ve organ toksisitesi gibi ciddi yan etkiler ortaya çıkmaktadır (Freitas & Campos, 2019). Radyoterapi, uygulandığı bölgedeki sağlıklı dokulara zarar verebilirken, cerrahi işlemler ise invaziv doğası gereği fiziksel travma ve komplikasyon riski taşımaktadır. Ayrıca, tüm bu tedaviler zamanla ilaç direnci, nüks riski ve kanser hücrelerinin heterojenliği nedeniyle sınırlı başarı gösterebilmektedir (Ribeiro & Vale, 2024; Wang et al, 2023).

Bu bağlamda, son yıllarda dikkat çeken yeni bir yaklaşım, biyoaktif doğal bileşenlerin kanser tedavisinde destekleyici ve tamamlayıcı ajanlar olarak kullanılmasıdır. Biyoaktif bileşenler, genellikle bitkisel kaynaklı olup antioksidan, anti-inflamatuar, antiproliferatif ve immün modülatör etkileri ile ön plana çıkmaktadır (Aggarwal et al, 2025). Kurkumin, resveratrol, omega-3 yağ asitleri ve vitamin D gibi doğal kaynaklı moleküller, çeşitli sinyal yolaklarını modüle ederek kanser hücrelerinin büyümesini baskılamakta; bazı durumlarda apoptoz indükleyerek tümör gelişimini engelleyebilmektedir (Dallavalasa et al, 2024;Wang et al, 2023).

Özellikle bu biyoaktif bileşenlerin geleneksel tedavilere kıyasla daha düşük toksisite profiline sahip olmaları, onların destekleyici ajanlar olarak araştırılmasına olan ilgiyi artırmaktadır. Kurkuminin NF-κB gibi inflamasyonla ilişkili yolakları baskılaması, resveratrolün hücre döngüsünü durdurması ve vitamin D'nin metastazı engelleyici etkileri gibi çok yönlü mekanizmalar, bu bileşenlerin kanser tedavisinde potansiyel taşıdığını göstermektedir (Dallavalasa et al, 2024; Ribeiro & Vale, 2024).

Ancak bu bileşenlerin tamamlayıcı tedavi olarak klinik düzeyde kullanılabilmesi için biyoyararlanım, dozaj ve uygulama protokollerinin daha iyi tanımlanması gerekmektedir.
Sonuç olarak, geleneksel tedavi yöntemlerinin sınırlılıkları ve yan etkileri göz önünde bulundurulduğunda, biyoaktif bileşenler yeni nesil tamamlayıcı onkolojik yaklaşımlar içerisinde umut vadeden adaylar arasında yer almaktadır. Bu kapsamda, preklinik ve klinik çalışmaların bulgularını bir araya getirerek bu bileşenlerin kanser tedavisindeki potansiyel rollerinin daha iyi anlaşılması büyük önem taşımaktadır.

2. Kurkumin

Kurkumin, zerdeçal (Curcuma longa) bitkisinin rizomundan elde edilen doğal bir polifenol olup, geleneksel Asya tıbbında yüzyıllardır anti-inflamatuar ve antioksidan özellikleriyle kullanılmaktadır. Son yıllarda, kurkuminin kanser tedavisinde destekleyici bir ajan olarak potansiyeli araştırılmaktadır. Bu ilgi, kurkuminin çok sayıda hücresel ve moleküler sinyal yolunu aynı anda hedef alabilme kapasitesinden kaynaklanmaktadır. Preklinik çalışmalarda kurkuminin, özellikle NF-κB, STAT3 ve AP-1 gibi transkripsiyon faktörlerini baskılayarak kanser hücrelerinde inflamasyonu azalttığı, apoptozu (programlanmış hücre ölümü) indüklediği, hücre döngüsünü G1/S veya G2/M fazlarında durdurarak proliferasyonu önlediği ve anjiyogenez ile metastazı destekleyen VEGF, MMP-2 ve MMP-9 gibi moleküllerin ekspresyonunu azalttığı gösterilmiştir (Aggarwal et al, 2025;Wang et al, 2023). Ayrıca kurkuminin epigenetik düzeyde etkili olduğu; DNA metiltransferazlar, histon deasetilazlar ve çeşitli mikroRNA'lar üzerinde düzenleyici rol oynayarak tümör hücre davranışlarını değiştirdiği bildirilmektedir (Gavrilas et al, 2016).
Tüm bu umut verici özelliklerine rağmen, kurkuminin klinik kullanımı önündeki en büyük engel düşük biyoyararlanımıdır. Oral yolla alındığında gastrointestinal sistemde düşük emilim, hızlı metabolizasyon ve sistemik dolaşıma sınırlı geçiş nedeniyle etkin plazma konsantrasyonlarına ulaşmak zorlaşmaktadır (Wang et al, 2023). Bu sorunu aşmak üzere geliştirilen stratejiler arasında nanoformülasyonlar, lipozomal taşıyıcı sistemler, fosfolipid kompleksleri ve özellikle piperin ile birlikte kullanım yer almaktadır. Piperin, kurkuminin biyoyararlanımını %2000'e kadar artırabilmektedir (Aggarwal et al, 2025). Bununla birlikte, bu formülasyonların büyük kısmı henüz deneysel düzeydedir ve insan çalışmaları ile klinik güvenilirlikleri yeterince kanıtlanmamıştır.
Hayvan modellerinde yapılan çok sayıda preklinik çalışmada, kurkuminin meme, kolorektal, akciğer, pankreas ve prostat kanseri gibi birçok tümör tipinde tümör büyümesini baskıladığı, metastazı azalttığı ve kemoterapiye duyarlılığı artırdığı gösterilmiştir (Peterle et al, 2023; Wang et al, 2023). Örneğin; kurkuminin doxorubicin, cisplatin ve 5-fluorouracil gibi kemoterapötik ajanlarla birlikte kullanıldığında sinerjik etkiler sergilediği ve ilaç direncini kırdığı rapor edilmiştir (Aggarwal et al, 2025). İnsanlar üzerinde yapılan klinik çalışmalar ise sayıca sınırlı, örneklem büyüklüğü küçük ve metodolojik çeşitlilik içermektedir. Bazı çalışmalar, kurkumin takviyesinin inflamatuvar belirteçleri azalttığını, yaşam kalitesini artırdığını ve bazı kanser türlerinde tümör progresyonunu yavaşlatabileceğini bildirmiştir (Campbell et al, 2021; Dallavalasa et al, 2024). Bununla birlikte, bu sonuçlar genellenebilir nitelikte değildir ve daha güçlü, çok merkezli randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca yüksek doz kurkumin kullanımının bazı hastalarda gastrointestinal yan etkiler (örneğin bulantı, ishal) oluşturabileceği ve bireyler arası doz toleransının farklılık gösterebileceği belirtilmiştir (Wang et al, 2023).
Sonuç olarak, kurkumin; çok yönlü moleküler etkileri sayesinde kanser tedavisinde tamamlayıcı ajan olarak büyük bir potansiyele sahiptir. Proliferasyonu baskılaması, apoptozu indüklemesi, metastazı engellemesi ve kemoterapiye olan duyarlılığı artırması ile öne çıkmaktadır. Ancak düşük biyoyararlanım, dozaj belirsizlikleri ve sınırlı klinik kanıtlar, kurkuminin rutin klinik uygulamada yerini alabilmesinin önünde temel engellerdir. Bu nedenle, kurkuminin onkoloji pratiğinde güvenli ve etkili bir destekleyici ajan olarak kullanılabilmesi için daha fazla klinik çalışmaya, özellikle de büyük ölçekli, uzun süreli ve kontrollü insan çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

3. Resveratrol

Resveratrol (3,5,4′-trihidroksistilben), kırmızı üzüm kabuğu, dut, yer fıstığı ve kırmızı şarapta doğal olarak bulunan bir polifenol bileşiktir. Bitkilerde stres ve patojenlere karşı savunma mekanizması olarak sentezlenen bu bileşik, son yıllarda kanser biyolojisi üzerindeki potansiyel etkileri nedeniyle büyük ilgi görmektedir. Preklinik çalışmalar, resveratrolün çok yönlü antikanser etkiler gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Bu etkiler arasında apoptozun indüklenmesi, hücre proliferasyonunun engellenmesi, metastazın baskılanması, inflamasyonun azaltılması ve tümör mikro çevresinin modülasyonu yer almaktadır (Ribeiro & Vale, 2024).

Resveratrol, özellikle hücre sinyalleme yolakları üzerinde etkilidir. Apoptoz mekanizmalarını aktive ederek pro-apoptotik proteinleri (Bax, caspase-3, caspase-9) artırmakta, anti-apoptotik proteinleri (Bcl-2) ise baskılamaktadır. Bunun yanında hücre döngüsünü G1 veya G2/M fazında durdurarak kanser hücrelerinin çoğalmasını önlediği gösterilmiştir (Gavrilas et al, 2016). Ayrıca resveratrol, PI3K/Akt, Wnt/β-catenin, MAPK ve mTOR gibi sinyal yolakları aracılığıyla hem tümör hücrelerinin büyümesini sınırlamakta hem de metastatik potansiyellerini düşürmektedir (Peterle et al, 2023). Bunlara ek olarak, resveratrolün NF-κB yolunu inhibe etmesi inflamatuvar sitokinlerin (IL-6, TNF-α) düzeylerini düşürmekte ve bağışıklık sisteminin tümöre karşı daha etkili yanıt vermesini sağlamaktadır (Aggarwal et al, 2025). Resveratrol ayrıca epigenetik düzenleyici olarak da görev yapmaktadır. Histon modifikasyonları, DNA metilasyonu ve mikroRNA ekspresyonu üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir. Bu da resveratrolün yalnızca hücre dışı değil, hücresel genetik ve epigenetik mekanizmalar üzerinden de antikanser potansiyel taşıdığını göstermektedir (Gavrilas et al, 2016). Bazı çalışmalar, resveratrolün tümör baskılayıcı genlerin yeniden aktive edilmesinde rol oynayabildiğini öne sürmektedir.

Ancak resveratrolün klinik düzeyde kullanımı, tıpkı kurkumin gibi, biyoyararlanım sorunları nedeniyle kısıtlı kalmaktadır. Oral alımdan sonra hızlı metabolize edilmesi, suda düşük çözünürlüğü ve vücutta düşük plazma konsantrasyonlarına ulaşması nedeniyle terapötik etkisini sürdürebilmesi güçleşmektedir (Ribeiro & Vale, 2024). Bu nedenle resveratrol için de nanoformülasyonlar, lipofilik taşıyıcılar, siklodekstrin kompleksleri ve transdermal uygulama gibi biyoyararlanımı artırıcı stratejiler geliştirilmeye çalışılmaktadır.

İnsanlar üzerinde yapılan klinik çalışmalar henüz sınırlı sayıdadır. Çoğu klinik çalışma, resveratrolün oksidatif stres belirteçleri, inflamasyon düzeyleri ve metabolik profiller üzerindeki etkilerine odaklanmış; kanserle ilişkili sonuçlara dair bulgular sınırlı kalmış ya da metodolojik olarak yetersiz olmuştur. Bazı pilot çalışmalar resveratrolün kemoterapi ilaçları ile birlikte kullanıldığında sinerjik etkiler gösterdiğini ve tedavi yan etkilerini azalttığını öne sürmektedir. Fakat bu bulgular, küçük örneklem boyutları ve kısa takip süreleri nedeniyle genellenebilir değildir (Dallavalasa et al, 2024).

Sonuçta resveratrol; apoptoz, hücre döngüsü kontrolü, metastazın önlenmesi ve bağışıklık yanıtının artırılması gibi birçok yönden kanser tedavisinde destekleyici potansiyel sunmaktadır. Bununla birlikte, biyoyararlanım sınırlamaları ve klinik veri eksiklikleri, bu molekülün henüz standart tedavi protokollerine entegrasyonuna olanak vermemektedir. Daha fazla randomize, çift kör ve uzun dönemli insan çalışmaları ile bu bileşiğin güvenilirliği ve etkinliği net olarak ortaya konmalıdır.

4. Omega-3 Yağ Asitleri

Omega-3 yağ asitleri; özellikle alfa-linolenik asit (ALA), eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) gibi uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerini (PUFA'lar) içeren, insan sağlığı açısından hayati öneme sahip esansiyel lipidlerdir. Bu yağ asitleri vücutta sentezlenemedikleri için dışarıdan besinler yoluyla alınmaları gerekmektedir. Özellikle deniz ürünleri (somon, sardalya, uskumru), keten tohumu, ceviz ve chia tohumu omega-3 açısından zengin kaynaklardır. Omega-3 yağ asitlerinin antienflamatuar, kardiyoprotektif ve nöroprotektif etkileri uzun süredir bilinmekte olup, son yıllarda bu bileşiklerin kanserle ilişkili süreçlerde de potansiyel roller üstlenebileceği yönünde araştırmalar yapılmaktadır (Campbell et al, 2021; Freitas & Campos, 2019). Omega-3 yağ asitleri, özellikle kronik inflamasyonun baskılanması ve bağışıklık sisteminin modülasyonu yoluyla dolaylı olarak antikanser etki gösterebilmektedir.

EPA ve DHA, inflamasyonun temel mediatörleri olan prostaglandinler, lökotrienler ve sitokinlerin üretimini düzenleyen eikozanoidlerin sentezini değiştirmekte; bu da tümör mikro çevresinde immün yanıtı artırıcı ve inflamatuvar baskıyı azaltıcı bir ortam oluşturmaktadır (Peterle et al, 2023). Aynı zamanda omega-3 yağ asitlerinin NF-κB, COX-2 ve PI3K/Akt/mTOR gibi sinyal yollarını baskılayarak hücre proliferasyonunu azalttığı, hücre döngüsünü yavaşlattığı ve bazı durumlarda apoptozu indüklediği in vitro çalışmalarda gösterilmiştir (Aggarwal et al, 2025).
Preklinik hayvan çalışmalarında, omega-3 takviyesinin bazı tümör modellerinde tümör büyümesini yavaşlattığı ve kemoterapi ilaçlarının etkinliğini artırdığı rapor edilmiştir.
Örneğin, meme, prostat ve kolon kanseri modellerinde omega-3 yağ asitlerinin tümör hacmini azalttığı ve oksidatif stres belirteçlerini düşürdüğü gösterilmiştir (Peterle et al, 2023). Ancak bu olumlu bulgulara karşın, bu etkilerin klinik düzeye taşınmasında bazı belirsizlikler sürmektedir.
İnsanlar üzerinde yapılan sistematik derlemeler ve meta-analizler, omega-3 yağ asitlerinin doğrudan tümör küçülmesi, tedavi başarısında artış veya genel sağkalım süresinde anlamlı bir iyileşme sağladığına dair güçlü ve tutarlı kanıtların henüz bulunmadığını göstermektedir (Dallavalasa et al, 2024). Bununla birlikte, bazı klinik çalışmalar omega-3 takviyesi ile hastaların yaşam kalitesinde iyileşme, ağırlık kaybının önlenmesi, iştah artışı ve kemoterapötik ilaçlara bağlı yan etkilerin azalması gibi ikincil faydalar bildirmiştir (Campbell et al, 2021). Bu etkiler özellikle ileri evre hastalarda palyatif bakım süreçlerinde anlamlı olabilir. Ancak bu sonuçların genellenebilirliği, çalışmalarda kullanılan doz, takviye süresi ve hasta alt gruplarının homojen olmaması nedeniyle kısıtlıdır (Freitas & Campos, 2019).
Omega-3'lerin toksisite düzeyleri oldukça düşük olup, genellikle iyi tolere edilmektedir. Ancak yüksek doz EPA/DHA alımı bazı bireylerde kanama riski, gastrointestinal rahatsızlıklar veya immün modülasyon nedeniyle istenmeyen etkiler yaratabilmektedir. Bu nedenle, omega-3 yağ asitlerinin destekleyici tedavi olarak kullanılması düşünüldüğünde, dozajın kişisel ihtiyaçlara göre ayarlanması ve olası ilaç etkileşimlerinin dikkate alınması önemlidir.
Sonuç olarak, omega-3 yağ asitleri; inflamasyonun azaltılması, bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi ve kemoterapinin desteklenmesi gibi dolaylı mekanizmalarla kanser tedavisinde tamamlayıcı bir rol oynayabilir. Ancak bu bileşenlerin doğrudan antitümör etkileri konusunda klinik kanıtlar halen yetersizdir. Bu nedenle omega-3 takviyelerinin rutin klinik kullanımına geçilmeden önce, daha büyük örneklemli, iyi tasarlanmış ve uzun dönemli randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

5. Vitamin D

Vitamin D, başta kemik sağlığı olmak üzere birçok fizyolojik süreçte kritik rol oynayan yağda çözünen bir prohormondur. Güneş ışığının etkisiyle ciltte sentezlenen kolekalsiferol (D3) formu ve besinlerle alınabilen ergokalsiferol (D2) formu, karaciğer ve böbreklerde hidroksilasyon süreçlerinden geçerek biyolojik olarak aktif hale gelmektedir. Son yıllarda, vitamin D'nin yalnızca kalsiyum-fosfor dengesiyle sınırlı olmayan; bağışıklık yanıtı, hücre proliferasyonu, apoptoz, inflamasyon ve DNA tamiri gibi kanserle ilişkili birçok süreçte etkili olduğu gösterilmiştir (Dallavalasa et al, 2024).
Moleküler düzeyde vitamin D, nükleer vitamin D reseptörü (VDR) aracılığıyla gen ekspresyonunu düzenleyerek antikanser etkiler ortaya koyabilmektedir. VDR'lerin birçok dokuda, özellikle de kolon, prostat, meme ve pankreas gibi kanserle ilişkilendirilen organlarda ekspresyon göstermesi, vitamin D'nin bu tür kanserlerde doğrudan etkili olabileceğini düşündürmektedir (Aggarwal et al, 2025). Preklinik çalışmalar, vitamin D'nin hücre döngüsünü durdurduğu, diferansiasyonu teşvik ettiği, anjiyogenezi engellediği ve tümör baskılayıcı genlerin aktivitesini artırdığı yönünde bulgular sunmaktadır (Wang et al, 2023).
Epidemiyolojik veriler, düşük serum 25(OH)D düzeylerinin bazı kanser türlerinde daha kötü prognozla ilişkili olabileceğini göstermektedir. Özellikle kolorektal, meme ve prostat kanseri gibi kanserlerde, düşük vitamin D düzeyleri ile daha hızlı tümör progresyonu, yüksek mortalite oranları ve daha düşük genel sağkalım arasında korelasyonlar rapor edilmiştir (Dallavalasa et al, 2024; Freitas & Campos, 2019). Bununla birlikte, bu ilişkiler nedensellik içermeyebilir; çünkü serum düzeyleri, hastalığın nedeninden çok sonucu da olabilir.

Vitamin D takviyesi üzerine yapılan randomize kontrollü insan çalışmaları ise çelişkili bulgular ortaya koymaktadır. Bazı çalışmalar, vitamin D takviyesinin inflamatuvar belirteçleri düşürdüğünü, hücre proliferasyonunu sınırladığını ve bazı durumlarda tümör progresyonunu yavaşlattığını bildirmektedir (Campbell et al, 2021). Özellikle kolorektal kanserde vitamin D takviyesinin, tümör baskılayıcı etki yaratabileceği öne sürülmüştür. Ancak birçok çalışmada, kullanılan dozların farklı olması, takviye süresinin kısa tutulması ve hasta gruplarının heterojenliği gibi metodolojik sınırlılıklar nedeniyle net ve tekrarlanabilir sonuçlara ulaşılamamıştır (Dallavalasa et al, 2024). Buna ek olarak, vitamin D takviyesinin kemoterapi veya immünoterapi gibi onkolojik tedavilere katkısı da henüz yeterince açıklığa kavuşmamıştır.

Bazı araştırmalarda, yüksek doz vitamin D'nin bağışıklık fonksiyonlarını güçlendirerek immünoterapi yanıtlarını artırabileceği öne sürülmüştür; ancak bu etki halen araştırma aşamasındadır (Aggarwal et al, 2025). Öte yandan, çok yüksek dozda alınan vitamin D'nin hiperkalsemi, böbrek taşı ve toksisite gibi riskler taşıyabileceği de unutulmamalıdır.

Sonuç olarak, vitamin D, özellikle immün modülasyon, inflamasyon baskılama ve hücresel proliferasyonu düzenleme gibi mekanizmalarla kanserin seyrini etkileyebilecek potansiyel bir destekleyici ajan olarak değerlendirilmektedir. Ancak randomize, uzun süreli ve iyi tasarlanmış insan çalışmaları olmadan, vitamin D'nin doğrudan koruyucu veya tedavi edici etkilerinden söz etmek şu aşamada mümkün değildir. Bu nedenle, hasta alt gruplarına özgü dozajlama ve hedefe yönelik vitamin D stratejilerinin geliştirilmesi, gelecekteki araştırmaların öncelikli hedeflerinden biri olmalıdır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kanser, halen küresel sağlık sistemleri üzerinde ciddi bir yük oluşturan, karmaşık biyolojik mekanizmalarla şekillenen ve çok boyutlu tedavi yaklaşımları gerektiren bir hastalıktır. Cerrahi, kemoterapi ve radyoterapi gibi konvansiyonel yöntemler kanser tedavisinin temel yapı taşlarını oluşturmaya devam etse de; bu yöntemlerin sınırlılıkları, özellikle tedaviye direnç gelişimi ve yaşam kalitesini düşüren yan etkiler, alternatif destekleyici stratejilere olan ilgiyi artırmıştır. Bu bağlamda, biyoaktif doğal bileşenler tamamlayıcı ve entegre onkolojik yaklaşımlar kapsamında giderek daha fazla araştırılmaktadır.

Kurkumin ve resveratrol gibi polifenoller; hücre proliferasyonu, apoptoz, metastaz ve inflamasyon gibi kanserle ilişkili temel süreçleri düzenleyen çok sayıda moleküler sinyal yolunu hedef alabilmeleri bakımından umut verici ajanlardır. Preklinik düzeyde antikanser etkileri açık biçimde ortaya konmuş olsa da, bu bileşiklerin düşük biyoyararlanımları ve sınırlı klinik kanıtları, onları henüz standart klinik uygulamalara dahil etmek için yetersiz kılmaktadır. Öte yandan, omega-3 yağ asitleri ve vitamin D'nin doğrudan tümör baskılayıcı etkilerinden ziyade bağışıklık sistemi modülasyonu, inflamasyonun azaltılması ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesi gibi dolaylı faydalar sağladığı görülmektedir. Ancak bu etkiler de mevcut literatürde tutarsız sonuçlarla desteklenmekte ve genellenebilirlik açısından dikkatle değerlendirilmelidir.

Mevcut veriler, bu biyoaktif bileşenlerin tek başına birincil tedavi olarak değil; ancak destekleyici ve tamamlayıcı tedavi yaklaşımı içerisinde, bireyselleştirilmiş dozaj ve dikkatli izleme ile kullanılabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, kanıta dayalı klinik uygulamalara geçişin sağlanabilmesi için bu bileşenlerin farmakokinetik profillerinin daha iyi anlaşılması ve biyoyararlanımlarını artıracak formülasyon teknolojilerinin (örneğin nanoteknolojik taşıyıcılar) klinik etkililik düzeyinde test edilmesi gerekmektedir. Büyük ölçekli, randomize, çift kör ve uzun dönemli klinik çalışmalar yapılmalı; farklı kanser türleri, evreler ve hasta alt gruplarında etkiler ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Klinik çalışmalarda dozaj, uygulama süresi ve kombinasyon tedavileri için standardizasyon sağlanmalı; bu bileşenlerin kemoterapi ve immünoterapi ile etkileşim profilleri netleştirilmelidir. Sonuç olarak, kurkumin, resveratrol, omega-3 yağ asitleri ve vitamin D gibi biyoaktif bileşenler, kanser tedavisinde tamamlayıcı rol üstlenebilecek potansiyele sahip olmakla birlikte; bu potansiyelin klinik pratiğe yansıtılması için daha güçlü ve tutarlı bilimsel kanıtlara ihtiyaç vardır.

KAYNAKÇA

Aggarwal, P, Dutta, G, Shaurya, R, Rajendran, V, Thirunavukkarasu, P, Charan, J, Kumar, T. (2025). Unlocking the Potential of Nutraceuticals in Cancer Chemotherapy: A Comprehensive Review. Cureus, 17(8), e89328. https://doi.org/10.7759/cureus.89328

Campbell, RA, Li, J, Malone, L, Levy, DA. (2021). Correlative Analysis of Vitamin D and Omega-3 Fatty Acid Intake in Men on Active Surveillance for Prostate Cancer. Urology, 155, 110-116. https://doi.org/10.1016/j.urology.2021.04.050

Dallavalasa, S, Tulimilli, SV, Bettada, VG, Karnik, M, Uthaiah, CA, Anantharaju, PG, Nataraj, SM, Ramashetty, R, Sukocheva, OA, Tse, E, Salimath, PV, Madhunapantula, SV. (2024). Vitamin D in Cancer Prevention and Treatment: A Review of Epidemiological, Preclinical, and Cellular Studies. Cancers, 16(18), 3211. https://doi.org/10.3390/cancers16183211

Freitas, RDS, Campos, MM. (2019). Protective Effects of Omega-3 Fatty Acids in Cancer-Related Complications. Nutrients, 11(5), 945. https://doi.org/10.3390/nu11050945

Gavrilas, LI, Ionescu, C, Tudoran, O, Lisencu, C, Balacescu, O, Miere, D. (2016). The Role of Bioactive Dietary Components in Modulating miRNA Expression in Colorectal Cancer. Nutrients, 8(10), 590. https://doi.org/10.3390/nu8100590

Peterle, L, Sanfilippo, S, Borgia, F, Li Pomi, F, Vadalà, R, Costa, R, Cicero, N, Gangemi, S. (2023). The Role of Nutraceuticals and Functional Foods in Skin Cancer: Mechanisms and Therapeutic Potential. Foods (Basel, Switzerland), 12(13), 2629. https://doi.org/10.3390/foods12132629

Ribeiro, E, Vale, N. (2024). The Role of Resveratrol in Cancer Management: From Monotherapy to Combination Regimens. Targets, 2(4), 307–326. https://doi.org/10.3390/targets2040018

Wang, W, Li, M, Wang, L, Chen, L, Goh, BC. (2023). Curcumin in cancer therapy: Exploring molecular mechanisms and overcoming clinical challenges. Cancer letters, 570, 216332. https://doi.org/10.1016/j.canlet.2023.216332

PCOS VE İNSÜLİN DİRENCİ: DÜŞÜK KARBONHİDRAT DİYETLERİNİN ETKİSİ

Meliha ÇAVDAR
Dr. Dyt., Bağımsız Araştırmacı, Malatya, Türkiye.
ORCID ID: 0000-0001-5122-7860

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÇAVDAR
İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Malatya, Türkiye.
ORCID ID: 0000-0003-3254-0952

ÖZET
Polikistik Over Sendromu (PCOS), insülin direnci, ovulasyon bozuklukları, hiperandrojenizm ve metabolik sendrom (obezite, tip 2 diyabet riski) ile karakterize edilen yaygın bir endokrin bozukluktur. İnsülin direnci, bu bozukluklarda merkezi bir rol oynamakta, hem metabolik hem de hormonal dengenin bozulmasına neden olmaktadır.
Düşük karbonhidrat diyetleri (DKD), karbonhidrat alımını azaltarak insülin salınımını düşürmekte, bu da insülin duyarlılığında artış ve glukoz kontrolünde iyileşme ile ilişkilendirilmektedir. Yapılan sınırlı çapta klinik çalışma ve meta-analiz, bu diyetlerin beden kütle indeksi (BKI), insülin direnci ve bazı üreme hormonları üzerinde olumlu etkiler gösterebileceğini ortaya koymuştur. Ancak mevcut kanıtlar genellikle kısa sürelidir ve çalışma nitelikleri heterojendir.
Ketojenik diyet (KD), karbonhidrat alımını günlük 50 gramın altına düşürerek vücudun ketozise girmesini hedefleyen bir DKD türüdür. Polikistik Over Sendromlu kadınlarda yapılan bazı 45 gün ve üzeri süreli çalışmalarda, bu diyetin vücut ağırlığı, kan glukozu, HbA1c ve insülin direnci gibi metabolik parametrelerde anlamlı düşüşlere yol açtığı ve LH, FSH, testosteron, SHBG gibi hormonlarda düzenlemeler sağladığı gözlemlenmiştir. Bazı katılımcı gruplarda ovulasyon ve fertilitede iyileşme potansiyeli bildirilmektedir.
Ancak KD ve DKD uygulamalarının uzun vadeli etkilerine dair kanıtlar sınırlıdır. Bu diyetlerin sürdürülebilirliği düşüktür ve olası yan etkileri arasında besin ögeleri eksiklikleri, lipit profilinde bozulma, gastrointestinal rahatsızlıklar, karaciğer fonksiyon bozuklukları ve böbrek taşı oluşumu sayılabilir. Bu nedenle, uygulama süresi, bireyin metabolik durumu ve risk faktörleri dikkatle değerlendirilmelidir.
Sonuç olarak, düşük karbonhidratlı diyetler, PCOS'un metabolik ve hormonal belirtilerinde geçici düzenlemeler sağlayabilmektedir. Ancak uzun vadeli etkileri, bireysel farklılıklar ve güvenlik profilleri yeterince netleşmemiştir. Bu nedenle söz konusu diyet yaklaşımları, bireysel sağlık durumu, metabolik profiller ve yaşam tarzı göz önünde bulundurularak, beslenme uzmanı ve hekim eşliğinde bireyselleştirilmiş şekilde uygulanmalıdır. Daha güçlü çıkarımlar için uzun süreli, kontrollü ve büyük örneklemli çalışmalara ihtiyaç vardır.
Anahtar Kelimeler: Polikistik Over Sendromu, insülin direnci, düşük karbonhidratlı diyetler

PCOS AND INSULIN RESISTANCE: THE EFFECT OF LOW-CARBOHYDRATE DIETS

ABSTRACT
Polycystic ovary syndrome (PCOS) is a common endocrine disorder characterized by insulin resistance, ovulation disorders, hyperandrogenism, and metabolic syndrome (obesity, risk of type 2 diabetes). Insulin resistance plays a central role in these disorders, causing both metabolic and hormonal imbalances.
Low-carbohydrate diets (LCDs) reduce insulin secretion by decreasing carbohydrate intake, which is associated with increased insulin sensitivity and improved glucose control. Limited clinical studies and meta-analyses have shown that these diets may have positive effects on body mass index (BMI), insulin resistance, and certain reproductive hormones. However, the current evidence is generally short-term and the study qualities are heterogeneous.

The ketogenic diet (KD) is a type of DKD that aims to induce ketosis in the body by reducing carbohydrate intake to less than 50 grams per day.
In some studies lasting 45 days or longer in women with PCOS, this diet has been observed to cause significant reductions in metabolic parameters such as body weight, blood glucose, HbA1c, and insulin resistance, as well as regulating hormones such as LH, FSH, testosterone, and SHBG. Improvements in ovulation and fertility have been reported in some participant groups. However, evidence regarding the long-term effects of KD and DKD is limited. These diets are not sustainable, and potential side effects include nutrient deficiencies, lipid profile abnormalities, gastrointestinal discomfort, liver dysfunction, and kidney stone formation. Therefore, the duration of application, the individual's metabolic status, and risk factors should be carefully evaluated.
In conclusion, low-carbohydrate diets may provide temporary improvements in the metabolic and hormonal symptoms of PCOS. However, their long-term effects, individual differences, and safety profiles are not yet sufficiently clear. Therefore, such dietary approaches should be implemented in a personalized manner, taking into account the individual's health status, metabolic profiles, and lifestyle, under the guidance of a nutritionist and physician. Long-term, controlled, and large-scale studies are needed to draw stronger conclusions.
Keywords: Polycystic Ovary Syndrome, insulin resistance, low-carbohydrate diets

1. GİRİŞ

Polikistik Over Sendromu (PKOS), doğurganlık çağındaki kadınlarda sık görülen kompleks, kronik bir endokrin bozukluktur ve dünya genelinde görülme sıklığı tanı kriterlerine göre değişmekle birlikte %6 ila %15 arasında bildirilmektedir (Barrea et al, 2023; Can & Türker, 2023). Rotterdam kriterlerine göre PCOS tanısı; oligo- veya anovulasyon, klinik veya biyokimyasal hiperandrojenizm ve polikistik over görünümünden en az ikisinin varlığı ile konulmaktadır (Barrea et al, 2023).
PKOS'un patofizyolojisi oldukça karmaşıktır ve genetik yatkınlıkla birlikte insülin direnci, obezite, çevresel ve intrauterin faktörlerin etkileşimini içermektedir. Özellikle insülin direnci, PKOS'lu kadınların yaklaşık %50-70'inde gözlemlenmekte ve bu durum hiperandrojenizmi, menstrual düzensizlikleri ve anovülasyonu şiddetlendiren temel faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir (Barrea et al, 2023; Cannarella et al, 2025). Bu hastalarda genellikle yüksek serum insülin düzeyleri, artmış luteinizan hormon (LH), azalmış seks hormon bağlayıcı globulin (SHBG) ve yüksek androjen seviyeleri gözlenmektedir (Can & Türker, 2023).
İnsülin direncinin PKOS üzerindeki etkisi, hem metabolik hem de hormonal düzeyde bozulmalarla görünmektedir. İnsülin, yumurtalık teka hücrelerinde LH'nin etkisini artırarak androjen sentezini uyarmaktadır. Aynı zamanda, SHBG üretimini azaltarak dolaşımdaki serbest testosteron seviyelerini artırmakta ve bu da hiperandrojenik semptomları (örneğin hirsutizm, akne) şiddetlendirebilmektedir (Toptaş Bıyıklı & Şanlıer, 2013).
PKOS, sadece üreme sağlığını değil, aynı zamanda metabolik sağlığı da etkilemektedir. İnsülin direncine bağlı olarak tip 2 diyabet, dislipidemi, hipertansiyon ve kardiyovasküler hastalık riski artmaktadır. Ayrıca depresyon, uyku apnesi ve karaciğer yağlanması gibi komplikasyonlarla da ilişkilendirilmektedir (Atalan & İmre, 2025; Can & Türker, 2023).
Son yıllarda PKOS'un tedavisinde medikal yaklaşımların yanında yaşam tarzı değişiklikleri (özellikle beslenme müdahaleleri) ilk basamak tedavide öne çıkmaktadır. Mevcut rehberler, PKOS yönetiminde bireyselleştirilmiş, düşük glisemik indeksli ve düşük CHO içerikli diyetlerin tercih edilmesini önermekte, bu diyetlerin insülin duyarlılığını artırarak hem hormonal hem de metabolik iyileşmelere katkı sağladığı bildirilmektedir (Barrea et al, 2023; Cannarella et al, 2025).

2. Düşük Karbonhidrat Diyetleri ve PKOS Üzerindeki Etkileri

Diyetle alınan makro besin öğelerinin dağılımı, özellikle insülin direnci gibi metabolik bileşenleri baskın olan PKOS hastalarında büyük önem taşımaktadır. PKOS'ta diyet müdahalelerinin amacı, başta insülin duyarlılığını artırmak, vücut ağırlığını azaltmak ve androjen dengesizliğini düzenlemek olarak özetlenebilir (Toptaş Bıyıklı & Şanlıer, 2013).

Düşük Karbonhidrat Diyeti

Düşük karbonhidrat diyetleri (DKD), toplam CHO alımını %20'nin altına (genellikle günlük <100 g) düşürmeyi hedeflemektedir. Bu tür diyetlerin PKOS'da glukoz regülasyonu, insülin seviyesi ve ağırlık kontrolü üzerinde kısa vadede olumlu etkiler gösterdiği bildirilmektedir (Barrea et al, 2023; Cannarella et al, 2025).

Yapılan sistematik derlemeler ve meta-analizler, DKD'nin beden kütle indeksi (BKİ), bel çevresi, açlık glukozu ve insülin seviyelerinde anlamlı iyileşmeler sağladığını göstermiştir. Ayrıca HOMA-IR skorlarında düşüş, SHBG seviyelerinde artış gibi hormonal parametrelerde de pozitif değişiklikler gözlemlenmiştir (Atalan & İmre, 2025; Barrea et al, 2023)

Ketojenik Diyet ve Çok Düşük Kalorili Ketojenik Diyet

Ketojenik diyet (KD), çok düşük CHO (<50 g/gün), yeterli protein ve yüksek yağ içeriğine sahip bir beslenme modelidir. Ketozis durumunu tetikleyerek, enerji metabolizmasında glukoz yerine ketonların kullanılmasını sağlamaktadır. Bu durum, açlık hissinde azalma, insülin salınımının sınırlanma ve insülin duyarlılığında artışı sağlamaktadır (Cannarella et al, 2025).

Çok düşük kalorili ketojenik diyetler (Very Low-Energy Ketogenic Therapy (VLEKT)) 800 kcal'den az enerji sağlayan, özel formülasyonlarla uygulanan medikal bir yaklaşımdır ve obez PKOS hastalarında kısa sürede anlamlı sonuçlar verebilmektedir (Barrea et al, 2023).

Cannarella ve ark. (2025) gerçekleştirdiği meta-analize göre, hem yüksek yağlı KD'ler hem de VLEKT, PKOS'lularda; vücut ağırlığında ve yağ kütlesinde anlamlı azalma, insülin ve glukoz düzeylerinde düşüş, LH, FSH, testosteron ve SHBG gibi hormonlarda düzenlenme, trigliserid ve total kolesterol seviyelerinde azalma sağlamaktadır. Ayrıca, bazı çalışmalarda ovulasyon sıklığında artış ve fertilite potansiyelinde iyileşme de rapor edilmiştir (Cannarella et al, 2025).

Mekanizmalar ve Metabolik Etkiler

Ketojenik diyet ve VLEKT'nin etkileri birkaç biyolojik mekanizmayla açıklanabilir. Karbonhidrat alımının kısıtlanması ile insülin salınımını azaltarak hiperinsülinemiyi baskılamaktadır. İnsülin seviyelerinin düşmesi androjen sentezini azaltmaktadır. Alternatif enerji kaynağı olarak ketonların kullanımı, glukoz metabolizmasını optimize etmektedir. Artan SHBG seviyesi, serbest testosteron düzeylerini düşürerek hiperandrojenik semptomları hafifletebilmektedir. Bu mekanizmalar sayesinde, özellikle insülin direnci ve ağırlık problemi olan PKOS hastalarında belirgin faydalar gözlenmektedir (Atalan & İmre, 2025; Barrea et al, 2023).

3. Riskler, Sınırlılıklar ve Uygulama Koşulları

Her ne kadar KD ve DKD'ler PKOS yönetiminde kısa vadede metabolik ve hormonal iyileşmeler sağlama potansiyeline sahip olsa da, bu diyetlerin uzun vadeli etkinliği ve güvenilirliği konusunda literatürde net bir görüş birliği bulunmamaktadır (Cannarella et al, 2025).

Bu tür diyetlerin en önemli kısıtlarından biri, sürdürülebilirliklerinin düşüklüğüdür. Ketojenik diyetin içerdiği yüksek yağ oranı ve çok düşük CHO sınırı (<50 g/gün), bireylerin sosyal hayatları, kültürel yeme alışkanlıkları ve damak zevkleri ile çelişebilmektedir. Ayrıca, bu diyetlerin uzun süre uygulanması genellikle motivasyon düşüklüğü, besin çeşitliliğinde kısıtlılık ve yeme davranışlarında monotonluk gibi nedenlerle zorlaşmaktadır (Barrea et al, 2023).

Uygulama sürecinde dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli konu, bu diyetlerin potansiyel yan etkileridir. Ketojenik diyetlerin uzun süreli uygulanmasında mikro besin ögesi eksiklikleri (özellikle folat, B vitaminleri, magnezyum ve selenyum), gastrointestinal şikâyetler (kabızlık, şişkinlik) ve lipid profili bozulmaları (özellikle LDL artışı) gözlemlenmiştir (Barrea et al, 2023; Cannarella et al, 2025). Bununla birlikte, böbrek taşı riski, karaciğer fonksiyonlarında bozulma ve hipoglisemi gibi komplikasyonlar da rapor edilmiştir. Bu nedenle bu tür diyetlerin hekim ve diyetisyen gözetiminde uygulanması büyük önem taşımaktadır.

Ketojenik diyet veya çok düşük kalorili ketojenik tedaviler, her birey için uygun değildir. Özellikle gebelik ve emzirme dönemi, karaciğer ve böbrek hastalıkları, yeme bozukluğu öyküsü ve hipoglisemiye yatkın bireylerde uygulanması önerilmemektedir (Toptaş Bıyıklı & Şanlıer, 2013).

Ayrıca, protein yükünün fazla olması, ürik asit seviyelerinde artışa ve dolayısıyla gut veya ürik asit kaynaklı böbrek taşı oluşumuna yol açabilmektedir (Barrea et al, 2023).
Tüm bu riskler göz önünde bulundurularak, DKD yaklaşımlarının bireyselleştirilmiş biçimde planlanması önerilmektedir. Diyetin içeriği, bireyin BKİ, insülin direnci düzeyi, metabolik parametreleri ve yaşam tarzı gibi çok sayıda faktöre göre düzenlenmelidir. Ayrıca psikolojik dayanıklılık, sosyal destek, kültürel beslenme alışkanlıkları ve beslenme geçmişi de dikkate alınarak multidisipliner bir yaklaşım benimsenmelidir (Atalan & İmre, 2025; Cannarella et al, 2025).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Düşük karbonhidratlı diyetler, insülin düzeylerini ve vücut ağırlığını azaltarak glukoz metabolizmasında ve hormonal dengede kısa vadede önemli iyileşmeler sağlayabilir. Özellikle KD ve VLEKT protokolleri, birçok çalışmada BKİ, bel çevresi, HOMA-IR, serum insülin düzeyi, LH, FSH ve testosteron gibi parametrelerde anlamlı düzelmelerle ilişkilendirilmiştir (Atalan & İmre, 2025; Cannarella et al, 2025). Bununla birlikte, bu tür diyetlerin uygulama süresi ve sürdürülebilirliği oldukça sınırlıdır. Ayrıca, mikrobesin eksiklikleri, lipid profili bozulmaları, gastrointestinal rahatsızlıklar ve karaciğer/böbrek fonksiyonlarında olumsuzluklar gibi riskler barındırmaktadır. Bu nedenle DKD ve KD gibi yaklaşımlar, ancak kişiye özel, klinik izlem altında ve multidisipliner bir sağlık ekibi tarafından planlanarak uygulanmalıdır.
Uzun vadede sağlık üzerine etkileri, yaşam kalitesi ve doğurganlık üzerindeki etkileri henüz yeterince netleşmemiş olan bu diyetlerin, yalnızca kısa dönemli müdahaleler olarak değerlendirilmesi önerilmektedir. Bununla birlikte, bireylerin yaşam tarzına entegre edilebilecek daha sürdürülebilir diyet modelleri (örneğin Akdeniz diyeti) gelecekte daha etkili ve uzun süreli çözümler sunabilir (Barrea et al, 2023).
Sonuç olarak, DKD'ler PKOS'un metabolik ve hormonal semptomlarında olumlu etkiler gösterebilmekle birlikte, bu etkilerin geçici olduğu, bireysel farklılıklar gösterdiği ve uzun vadeli güvenliğin henüz tam olarak kanıtlanmadığı unutulmamalıdır. Bu nedenle, söz konusu diyet yaklaşımları, bireyin metabolik profili, yaşam tarzı ve sağlık durumu dikkate alınarak; beslenme uzmanı ve hekim eşliğinde bireyselleştirilmiş şekilde planlanmalıdır. Daha net ve güçlü çıkarımlar için uzun süreli, çok merkezli, geniş örneklemli randomize kontrollü çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

KAYNAKÇA

Atalan, SB, İmre, KE. (2025). Polikistik Over Sendromunda Beslenme: Diyet Müdahalelerinin Metabolik ve Hormonal Sağlık Üzerindeki Etkileri. 7th International İzmir Congress on Medicine, Nursing, Midwifery and Health Sciences. https://doi.org/10.30546/19023.978-9952-8545-5-8.2025.01

Barrea, L, Verde, L, Camajani, E, Cernea, S, Frias Toral, E, Lamabadusuriya, D, Ceriani, F, Savastano, S, Colao, A, Muscogiuri, G. (2023). Ketogenic Diet as Medical Prescription in Women with Polycystic Ovary Syndrome (PCOS). Current Nutrition Reports, 12, 56-64. https://doi.org/10.1007/s13668-023-00456-1

Can, EN, Türker, PF. (2023). Polikistik Over Sendromu. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 8(3), 245-257.

Cannarella, R, Rubulotta, M, Leonardi, A, Crafa, A, Calvo, A, Barbagallo, F, La Vignera, S, Calogero, AE. (2025). Effects of ketogenic diets on polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis. Reproductive Biology and Endocrinology, 23, 74. https://doi.org/10.1186/s12958-025-01411-1

Toptaş Bıyıklı, E, Şanlıer, N. (2013). Polikistik Over Sendromu ve Beslenme. Beslenme ve Diyet Dergisi, 41(3), 253-257

DETERMINATION OF PHYSICAL ACTIVITY LEVELS AMONG UNIVERSITY STUDENTS STUDYING NUTRITION AND DIETETICS

Arş. Gör. Muhammed Enes KARTAL
Lokman Hekım University, Faculty of Health Sciences, Nutrition and Dietetics Department, Ankara, Turkey
ORCID: ID/0000-0001-9015-1491

Öğr. Gör. Birgül DAĞ
Lokman Hekım University, Faculty of Health Sciences, Nutrition and Dietetics Department, Ankara, Turkey
ORCID: ID/0000-0003-4631-3910

Dr. Öğr. Üyesi Özlem BARAN
Lokman Hekım University, Faculty of Health Sciences, Nutrition and Dietetics Department, Ankara, Turkey
ORCID: ID/0000-0003-3868-4850

ABSTRACT
Physical activity is defined as any bodily movement produced by skeletal muscles that results in energy expenditure. In contrast, exercise is considered a subset of physical activity that is planned, structured, and repetitive, and is performed with the objective of developing or maintaining one or more components of physical fitness (1). The World Health Organization strongly recommends that adults should engage in at least 150–300 minutes of moderate-intensity physical activity per week, 75–150 minutes of vigorous-intensity physical activity, or an equivalent combination of moderate- and vigorous-intensity physical activity to achieve substantial health benefits (2). Additionally, it is recommended that muscle-strengthening activities involving major muscle groups be performed on two or more days per week (3). This study was conducted to determine the physical activity levels of students enrolled in the Department of Nutrition and Dietetics. A total of 229 students from the Department of Nutrition and Dietetics were included in the study. Among the participants, 93% were female. The mean metabolic equivalent (MET) value for vigorous physical activity was 352.75±950.08; for moderate physical activity, it was 399.25±578.35; for walking, the mean MET value was 1416.52±1473.81; and the total MET-minutes per week score was 2153.80±1859.51.Among the participants in the study, 16.6% (n=38) were classified as inactive (category 1), 66.8% (n=153) as minimally active (category 2), and 16.6% (n=38) as highly active (category 3). Both males and females were predominantly classified within the minimally active category. Participants reported an average daily sedentary time of approximately 6 to 7 hours.

Regular exercise has positive effects on psychological resilience, mental health, and health-related behaviors (4). Promoting an active lifestyle constitutes a key component of national and international public health recommendations. According to the guidelines of the American College of Sports Medicine and the Academy of Nutrition and Dietetics, adults are advised to engage in at least 30 minutes of moderate-intensity physical activity on most days of the week (5). University students often face challenges related to social adaptation and experience difficulties in meeting their daily needs. Therefore, university administrations bear significant responsibilities in facilitating positive contributions to students' lives (5). It is believed that increasing students' knowledge regarding the adoption of physical activity habits, structuring physical environments, and encouraging students to engage in activity will yield positive outcomes (6).

Keywords: Physical activity, exercise, sedentary lifestyle, metabolic equivalent.

BESLENME VE DİYETETİK ALANINDA EĞİTİM GÖREN ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN FİZİKSEL AKTİVİTE DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Fiziksel aktivite, iskelet kasları tarafından üretilen ve enerji harcamasıyla sonuçlanan herhangi bir vücut hareketi olarak tanımlanırken; egzersiz, fiziksel aktivitenin bir alt kümesi olarak genellikle bir veya daha fazla fiziksel uygunluk bileşenini geliştirmek veya sürdürmek amacıyla yapılan planlı, yapılandırılmış ve tekrarlayıcı vücut hareketleridir (1). Dünya Sağlık Örgütü, yetişkinler için fiziksel aktivite düzeyinin, haftada en az 150–300 dakika orta şiddette fiziksel aktivite, 75–150 dakika yüksek şiddette fiziksel aktivite ya da orta ve yüksek şiddette fiziksel aktivitelerin bir kombinasyonunu içermesi gerektiğini güçlü bir şekilde tavsiye etmektedir (2). Ayrıca, haftada iki veya daha fazla gün boyunca büyük kas gruplarını içeren kas güçlendirici aktivitelerin yapılması da önerilmektedir (3). Bu çalışma Beslenme ve Diyetetik Bölümü öğrencilerinin fiziksel aktivite düzeylerini saptamak amacıyla yapılmıştır. Çalışmaya 229 Beslenme ve Diyetetik bölümü öğrencisi dahil edilmiştir. Çalışmaya katılanların %93'ü kadındır. Şiddetli fiziksel aktivite MET (metabolik eşdeğer) ortalaması 352,75±950,08; orta şiddetli fiziksel aktivite MET ortalaması 399,25±578,35; yürüme MET ortalaması 1416,52±1473,811; toplam MET/dk/hafta skoru ise 2153,80±1859,510'dir. Çalışmadaki katılımcıların %16,6'sı (n=38) inaktif (kategori 1); %66,8'i (n=153) minimal aktif (kategori 2); %16,6'sı (n=38) ise çok aktif (kategori 3)'tir. Hem erkek hem de kadınlar büyük çoğunlukla minimal aktif kategorisindedir. Katılımcılar günde ortalama 6-7 saat oturmaktadır.

Düzenli egzersizin psikolojik dayanıklılık, ruh sağlığı ve sağlık davranışları üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır (4). Aktif yaşam tarzının artırılması, ulusal ve uluslararası halk sağlığı önerilerinin önemli bir bileşenini oluşturmaktadır. Amerikan Spor Hekimleri Birliği ve Amerikan Diyetisyenler Birliği rehberine göre, yetişkinlerin haftanın her gününde veya çoğu gününde en az 30 dakikalık orta düzeyde şiddetli aktivite yapması gerekmektedir (5). Üniversite öğrencileri, sosyal yaşamla ilgili adaptasyon sorunu yaşayan ve günlük ihtiyaçlarını karşılamada güçlük çeken bireylerdir. Bu nedenle öğrencilerin yaşamlarına olumlu katkı sağlamak için üniversite yönetimine önemli görevler düşmektedir (5). Öğrencilerin fiziksel aktivite konusunda alışkanlık kazanımı ile ilgili bilgi düzeylerinin artması, fiziki alanların yapılandırılması ve öğrencilerin aktiviteye teşvik edilmesinin pozitif kazanımlar sağlayacağı düşünülmektedir (6).

Anahtar kelimeler: Fiziksel aktivite, egzersiz, sedanter yaşam, metabolik eşdeğer.

KAYNAKÇA

Gallardo-Gómez, D., Salazar-Martínez, E., Alfonso-Rosa, R. M., Ramos-Munell, J., del Pozo-Cruz, J., del Pozo Cruz, B., & Álvarez-Barbosa, F. (2024). Optimal dose and type of physical activity to improve glycemic control in people diagnosed with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Care*, *47*(2), 295-303.

İlaslan, E., Taylan, S., Özkan, İ., & Adıbelli, D. (2020). Bir İlçedeki Üniversite Öğrencilerinin Fiziksel Aktivite Düzeyleri ve İlişkili Faktörlerin İncelenmesi. *Turkiye Klinikleri Journal of Internal Medicine/Türkiye Klinikleri İç Hastalıkları Dergisi*, *5*(1).

Liu, R., Menhas, R., & Saqib, Z. A. (2024). Does physical activity influence health behavior, mental health, and psychological resilience under the moderating role of quality of life?. *Frontiers in Psychology*, *15*, 1349880.

Sheats, J. L., Wınter, S. J., & Kıng, A. C. (2024). Physical activity. *The Handbook of Health Behavior Change*.

Tsai, C. H., Liao, Y., & Chang, S. H. (2024). Cross-sectional association of physical activity levels with risks of sarcopenia among older Taiwanese adults. *BMC geriatrics*, *24*(1), 560.

Vural, Ö., Eler, S., & Güzel, N. A. (2010). Masa başi çalişanlarda fiziksel aktivite düzeyi ve yaşam kalitesi ilişkisi. Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 8(2), 69-75.

ACADEMIC QUALIFICATION PROFILE OF NUTRITION AND DIETETICS EDUCATION IN TURKIYE: A STUDY ON UNIVERSITY FACULTY MEMBERS

Dr. Öğr. Üyesi Burak ERİM
İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Türkiye, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik,
ORCID ID: 0000-0003-1927-4549

Arş. Gör. Ayşenur TAŞLI
İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Türkiye, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik,
ORCID ID: 0000-0001-6122-7119

ABSTRACT
This study aims to examine the academic qualification profile of Nutrition and Dietetics programs in Turkey. The research evaluated the qualifications of academic staff in state and foundation universities between August 2024 and September 2024. Data were collected through the Higher Education Information Management System and the Higher Education Academic Search Site. Missing data on doctoral degrees were completed through the National Thesis Center of the Council of Higher Education. Additionally, the accreditation status of the programs was checked using the website of the Association for the Evaluation and Accreditation of Health Sciences Education Programs. As of 2024, there are 116 Nutrition and Dietetics programs in 105 universities in Turkey. Of the 601 faculty members working in these programs, 52.4% hold a doctoral degree in nutrition and dietetics. However, deficiencies in faculty members holding doctoral degrees in this field are evident in some universities. Evaluations of the minimum number and qualifications of faculty members required for starting education and training in Nutrition and Dietetics undergraduate programs show that 27 of the 116 programs (23.3%) do not meet these criteria. This situation highlights the need to strengthen the academic staff with qualified individuals to improve the quality of nutrition and dietetics education. A systematic approach should be adopted to improve educational standards.
Keywords: Academic Qualification, Accreditation, Nutrition and Dietetics

TÜRKİYE'DE BESLENME VE DİYETETİK EĞİTİMİNİN AKADEMİK YETERLİLİK PROFİLİ: ÜNİVERSİTE ÖĞRETİM ÜYELERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

ÖZET
Bu çalışma, Türkiye'deki Beslenme ve Diyetetik programlarının akademik yeterlilik profilini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, Ağustos 2024- Eylül 2024 döneminde, devlet ve vakıf üniversitelerindeki akademik kadroların niteliklerini değerlendirmiştir. Veriler, Yükseköğretim Bilgi Yönetim Sistemi ve Yükseköğretim Akademik Arama Sitesi aracılığıyla toplanmış, doktora derecelerine ilişkin eksik veriler Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Ulusal Tez Merkezi'nden tamamlanmıştır. Ayrıca, programların akreditasyon durumları Sağlık Bilimleri Eğitim Programları Değerlendirme ve Akreditasyon Derneği web sayfası kullanılarak kontrol edilmiştir. 2024 itibariyle Türkiye'de 105 üniversitede 116 beslenme ve diyetetik programı bulunmaktadır. Bu programlarda görev alan 601 öğretim üyesinin %52,4'ü beslenme ve diyetetik alanında doktora derecesine sahiptir. Beslenme ve Diyetetik Lisans Programlarının eğitim ve öğretime başlanabilmesi için gereken asgari öğretim üyesi sayısı ve niteliklerine ilişkin yapılan değerlendirmelerde, toplamda 116 programdan 27'sinin (%23,3) bu kriterleri sağlamadığı gözlemlenmiştir. Bu durum, beslenme ve diyetetik eğitiminde kaliteyi artırmak amacıyla akademik kadronun nitelikli bireylerle güçlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Eğitim standartlarının iyileştirilmesi için sistematik bir yaklaşım benimsenmelidir.
Anahtar kelimeler: Akademik Yeterlilik, Akreditasyon, Beslenme ve Diyetetik

GİRİŞ

Beslenme ve diyetetik eğitimi, toplum sağlığını doğrudan etkileyen kritik bir alan olarak ön plana çıkmaktadır. Türkiye'de bu alandaki eğitim, 1962 yılında Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Yüksekokulu bünyesinde kurulan Diyetetik Programı ile başlamıştır.

Prof. Dr. İhsan Doğramacı'nın öncülüğünde başlatılan bu program, zamanla genişleyerek Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi altında Beslenme ve Diyetetik Bölümü'ne dönüşmüştür. Bu dönüşüm, Türkiye'de diyetisyenlik mesleğinin hem kurumsal hem de akademik temellerinin atılmasını sağlamıştır. Programın ilk mezunlarını 6 Haziran 1966 tarihinde vermesi, bu tarihin Türkiye'de Diyetisyenler Günü olarak kutlanmasına neden olmuştur (Zehra et al., 2012; Işgın-Atıcı & Pekcan, 2023).

Türkiye'de beslenme ve diyetetik eğitiminin yaygınlaşması, 1998 yılında Erciyes Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu ve 1999 yılında Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi bünyesinde açılan Beslenme ve Diyetetik Bölümleri ile hız kazanmıştır. Bu gelişmeler, Hacettepe Üniversitesi dışında da beslenme ve diyetetik eğitimi verilmesi gereksinimini karşılamış ve ülke genelinde bu alandaki akademik kapasitenin artmasına katkıda bulunmuştur (Gökmen Özel et al., 2023).

2024 verilerine göre Türkiye'de, 53 devlet ve 49 vakıf üniversitesi olmak üzere toplam 105 üniversitede 116 beslenme ve diyetetik programı ile eğitim-öğretim faaliyetlerine devam edilmektedir (ÖSYM, 2024).

Son yıllarda, Türkiye genelinde Beslenme ve Diyetetik Bölümleri sayısında belirgin bir artış gözlemlenmiştir. Ancak bu artış, söz konusu bölümlerin eğitim kalitesi ve akademik yeterlilikleri arasında dikkate değer farklılıklara yol açmıştır. Bu farklılıklar genellikle altyapı olanakları, akademik kadro yeterliliği, staj ve saha uygulamaları gibi kritik eğitim bileşenlerinde belirginleşmektedir. Üniversiteler arasındaki bu çeşitlilik, Beslenme ve Diyetetik programlarının ulusal ve uluslararası standartlara uygunluğunu sorgulamayı gerektirmektedir.

Sağlık Bilimleri Eğitim Programları Değerlendirme ve Akreditasyon Derneği (SABAK), 2015 yılında kurulmuş olup, Sağlık Bilimleri alanındaki eğitim programlarının akreditasyonu konusunda çalışmalar yapmaktadır. Bu kapsamda, Beslenme ve Diyetetik programlarının akreditasyon süreçlerini yürütmüştür. SABAK'ın bu girişimleri, Türkiye'deki Beslenme ve Diyetetik eğitimini standartlaştırmayı, programların kalitesini artırmayı ve mezunların ulusal düzeyde belirli bir nitelik standardına ulaşmasını hedeflemektedir.(Zehra Büyüktuncer et al., 2015).

Bu bağlamda, bu çalışma Türkiye'deki Beslenme ve Diyetetik programlarının akademik yeterlilik profilini kapsamlı bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, üniversiteler arasındaki farklılıkları, akademik kadro yetersizliklerini ve bu durumun toplum sağlığı üzerindeki olası etkilerini analiz ederek, beslenme ve diyetetik eğitiminin standartlarını artırmaya yönelik öneriler sunmayı hedeflemektedir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Türkiye'deki beslenme ve diyetetik eğitim programlarının akademik yeterlilik profili belirlenmiştir. Araştırma, Ağustos 2024 – Eylül 2024 tarihleri arasında yürütülmüştür. Verilerin toplanmasında ve analizinde kullanılan yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

İlk olarak, Türkiye'deki beslenme ve diyetetik bölümlerine sahip devlet ve vakıf üniversiteleri, Yükseköğretim Bilgi Yönetim Sistemi aracılığıyla belirlenmiştir (YÖK, 2024). Bu üniversitelerde görevli akademik kadronun bilgileri, Yükseköğretim Akademik Arama Sitesi üzerinden edinilmiştir (YÖK, 2024). Doktora derecelerine ilişkin verilerin eksik olduğu durumlarda, Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Ulusal Tez Merkezi kullanılarak akademisyenlerin mezun oldukları doktora programları tespit edilmiştir (YÖK, 2024).

Akademik yeterlilik profili, beslenme ve diyetetik alanında doktora derecesine sahip öğretim üyelerinin oranı ile diğer alanlardan mezun olan öğretim üyelerinin oranı üzerinden değerlendirilmiştir. Ayrıca, programların akreditasyon durumları, SABAK web sayfasından elde edilen bilgiler doğrultusunda incelenmiştir (SABAK, 2024).

Beslenme ve diyetetik lisans programlarının eğitim ve öğretime başlaması ve sürdürülmesi için gerekli asgari öğretim elemanı sayısı ve alanları, "Sağlık, Sağlıkla İlgili veya İlişkili Programlarda Eğitim ve

Öğretime Başlanması ve Sürdürülmesi İçin Gerekli Asgari Koşullar" düzenlemelerine göre değerlendirilmiştir (YÖK, 2024).
Toplanan veriler, Türkiye'deki beslenme ve diyetetik programlarının akademik profilini kapsamlı bir şekilde ortaya koymak amacıyla analiz edilmiştir.

BULGULAR

2024 yılı itibarıyla Türkiye'deki devlet üniversitelerinde toplam 61 üniversite, 64 beslenme ve diyetetik programı için öğrenci kabul etmektedir. Bu üniversiteler arasında Selçuk Üniversitesi üç, Sağlık Bilimleri Üniversitesi ise iki beslenme ve diyetetik programı sunmaktadır. Selçuk Üniversitesi Kulu Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü verilerine ulaşılamamıştır. Ayrıca, 44 vakıf üniversitesinde toplam 52 beslenme ve diyetetik programı bulunmaktadır. Vakıf üniversitelerinden Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi, Bahçeşehir Üniversitesi, Haliç Üniversitesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul Gelişim Üniversitesi, İstanbul Kent Üniversitesi ve İstanbul Okan Üniversitesi hem Türkçe hem de İngilizce programlarda beslenme ve diyetetik eğitimi sunmaktadır. İstanbul Medipol Üniversitesi ise hem fakültede hem de yüksekokulda bu programlar için öğrenci almaktadır. Bu üniversitelerden devlet üniversitelerinin 6'sı ve vakıf üniversitelerinin 9'u olmak üzere toplam 15 üniversite, SABAK tarafından akredite edilmiştir. Akredite üniversitelerin listesi Tablo 1'de sunulmaktadır.
Türkiye genelinde devlet ve vakıf üniversitelerinde, beslenme ve diyetetik programlarında görev yapan toplam 63 erkek ve 71 kadın profesör bulunmaktadır. Bu profesörlerden 41'i (%30.6) beslenme ve diyetetik alanında doktora derecesine sahiptir. Ayrıca, 24 erkek ve 91 kadın olmak üzere toplam 115 doçent bulunmaktadır ve bunlardan 43'ü (%37.4) beslenme ve diyetetik alanında doktora derecesine sahiptir. Üniversitelerde toplam 74 erkek ve 278 kadın olmak üzere 352 doktor öğretim üyesi, beslenme ve diyetetik programlarında görev yapmakta ve bunlardan 231'i (%65,6) bu alanda doktora derecesine sahiptir. Öğretim görevlileri arasında 11 erkek ve 82 kadın olmak üzere toplam 93 öğretim görevlisi yer almakta, ayrıca 24 erkek ve 243 kadın olmak üzere toplam 267 araştırma görevlisi bulunmaktadır. Üniversitelerde toplamda 601 öğretim üyesi beslenme ve diyetetik programlarında görev yapmaktadır ve bunların 315'i (%52,4) beslenme ve diyetetik alanında doktora derecesine sahiptir.
Beslenme ve diyetetik doktora derecesine sahip öğretim üyeleri dışında, beslenme ve diyetetik bölümlerinde en fazla öğretim üyesine sahip alanlar şunlardır: 60 öğretim üyesi gıda mühendisliği, 35 öğretim üyesi biyoloji (bunlardan 9'u tıbbi biyoloji), 35 öğretim üyesi tıp (19'u dahili tıp bilimleri, 16'sı temel tıp bilimleri), 27 öğretim üyesi kimya (2'si organik kimya, 1'i analitik kimya), 22 öğretim üyesi biyokimya (7'si tıbbi biyokimya), 11 öğretim üyesi besin hijyeni ve teknolojisi, 10 öğretim üyesi ev ekonomisi, 9 öğretim üyesi halk sağlığı ve 9 öğretim üyesi mikrobiyoloji alanlarında doktora derecesine sahiptir.
Devlet üniversitelerinde, 53 programda beslenme ve diyetetik alanında doktora derecesine sahip profesör bulunmamaktadır. 47 programda beslenme ve diyetetik alanında doktora derecesine sahip doçent, 9 programda bu alanda doktora derecesine sahip doktor öğretim üyesi ve 8 programda ise bu alanda doktora derecesine sahip öğretim üyesi bulunmamaktadır. Ayrıca, 8 programda yalnızca 1 öğretim üyesinin beslenme ve diyetetik doktora derecesine sahip olduğu gözlemlenmiştir. En fazla beslenme ve diyetetik doktora derecesine sahip devlet üniversiteleri Hacettepe Üniversitesi (19) ve Gazi Üniversitesi (14) olarak belirlenmiştir. Vakıf üniversitelerinde ise 33 programda beslenme ve diyetetik alanında doktora derecesine sahip profesör bulunmamaktadır. 32 programda bu alanda doktora derecesine sahip doçent, 4 programda bu alanda doktora derecesine sahip doktor öğretim üyesi ve 4 programda ise bu alanda doktora derecesine sahip öğretim üyesi bulunmamaktadır. Bununla birlikte, 7 programda yalnızca 1 öğretim üyesinin bu alanda doktora derecesine sahip olduğu görülmektedir. En fazla doktora derecesine sahip vakıf üniversiteleri Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi ve Başkent Üniversitesi olup, her iki üniversitede de 8 doktora derecesine sahip öğretim üyesi bulunmaktadır.
Bu bulguların ayrıntılı özeti Tablo 2'de sunulmuştur.

TARTIŞMA

Beslenme ve Diyetetik bölümlerindeki lisans programları ve kontenjanlarının hızla artışı, bu programlarda alana özgü yeterli sayıda öğretim elemanının bulunmaması sorununu gündeme getirmiştir. Türkiye'deki bazı üniversitelerde, Beslenme ve Diyetetik eğitimi için gerekli uzmanlık ve deneyime sahip akademik kadronun eksikliği gözlemlenmektedir. Bu eksiklik, programların eğitim kalitesini ve mezunların mesleki yeterliliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Yetersiz eğitim ve uzman kadro, profesyonel becerilerde farklılıklara yol açabilir ve toplum sağlığında riskler oluşturma potansiyeline sahiptir.

Yükseköğretim Yürütme Kurulu'nun 16 Ocak 2019 tarihli toplantısında, sağlık, sağlıkla ilgili veya ilişkili programların eğitim ve öğretime başlaması ve sürdürülebilmesi için gerekli asgari koşullar belirlenmiştir. Bu koşullar, ilgili programlara öğrenci kabulü ve eğitim süreçlerinin etkin bir şekilde yürütülmesi için gereken genel ilkeleri içermektedir (YÖK, 2024).

Bu ilkeler doğrultusunda, Beslenme ve Diyetetik Lisans Programı için eğitim ve öğretime başlanabilmesi adına en az üç öğretim üyesinin bulunması gerekmektedir. Bu öğretim üyelerinden en az ikisinin Beslenme ve Diyetetik alanından olması zorunludur. Diğer öğretim üyeleri ise Beslenme ve Diyetetik, Gastroenteroloji (Tıp), Endokrinoloji ve Metabolizma (Tıp), Tıbbi Biyokimya, Tıbbi Mikrobiyoloji, Tıbbi Biyoloji ve Genetik veya Gıda Mühendisliği (Besin Hijyeni ve Teknolojisi) alanlarından biriyle sağlanabilir. Eğitim ve öğretimin üçüncü yılının sonuna kadar, asgari öğretim üyesi sayısının üç ve asgari öğretim elemanı sayısının bir olarak sağlanması beklenmektedir. Bu asgari öğretim elemanının Beslenme ve Diyetetik alanından olması ve araştırma görevlisi, öğretim görevlisi veya öğretim üyesi olarak görev yapması gerekmektedir (YÖK, 2024). Beslenme ve Diyetetik Lisans Programlarının eğitim ve öğretime başlanabilmesi için gereken asgari öğretim üyesi sayısı ve niteliklerine ilişkin yapılan değerlendirmelerde, toplamda 116 programdan 27'sinin (%23,3) bu kriterleri sağlamadığı gözlemlenmiştir. Bu 27 üniversiteden 16'sı devlet ve 11'i vakıf üniversiteleridir. 2021 yılında kriterleri karşılamayan programların oranı %46,5 iken, bu oran 2022 yılında %31,1'e düşmüştür (Gökmen Özel et al., 2023). 2024 yılı itibarıyla oran daha da azalmış olsa da mevcut durum hala yeterli seviyede değildir. Bu durum, Beslenme ve Diyetetik Lisans Programlarının gerekli standartları karşılayabilmesi için ek önlemler alınması gerektiğini göstermektedir.

SABAK, Türkiye'de sağlık bilimleri eğitim programlarının kalitesini artırmak amacıyla kurulan bağımsız bir dernektir. Dernek, sağlık bilimleri alanında eğitim veren programların değerlendirilmesi, akredite edilmesi ve bu süreçlerde eğitimlerin verilmesi gibi görevler üstlenmektedir. SABAK, ulusal ve uluslararası düzeyde sağlık bilimleri eğitiminin standartlarını yükseltmeyi ve nitelikli sağlık profesyonelleri yetiştirmeyi hedeflemektedir. Bu çalışmada, 2024 yılı itibarıyla SABAK tarafından akredite edilen Beslenme ve Diyetetik lisans programlarının sayısının 15 olduğu belirlenmiştir. Önceki çalışmalarda ise, SABAK tarafından akredite edilen program sayısının 12 olduğu tespit edilmiştir (Gökmen Özel et al., 2023). Bu sonuçlar, akreditasyon oranlarında küçük bir artış yaşandığını ancak genel olarak hala yetersiz seviyelerde kalındığını göstermektedir. Mevcut akreditasyon oranı, Türkiye'deki Beslenme ve Diyetetik lisans programlarının kalite standartlarının ulusal ve uluslararası düzeyde iyileştirilmesi için daha fazla çabanın gerektiğini ortaya koymaktadır. Akreditasyon sürecinin genişletilmesi, programların eğitim kalitesini artırmak için önemli bir adım olacaktır.

SONUÇ

Türkiye'deki Beslenme ve Diyetetik lisans programlarının sayısındaki hızlı artış, öğretim elemanları ve akreditasyon standartları açısından çeşitli zorlukları da beraberinde getirmiştir. Programların eğitim kalitesinin ve mezunların profesyonel yeterliliklerinin artırılması için, akademik kadroların nitelikli bireylerle güçlendirilmesi ve akreditasyon süreçlerinin yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır. 2024 itibarıyla SABAK tarafından akredite edilen program sayısındaki artış, olumlu bir gelişme olarak değerlendirilebilir, ancak akreditasyon oranlarının hala yetersiz olduğu görülmektedir. Bu bağlamda hem devlet hem de vakıf üniversitelerinin, programlarının standartlarını yükseltmek amacıyla gerekli önlemleri alması ve ulusal ile uluslararası düzeyde daha yüksek standartlara ulaşmak için daha fazla çaba sarf etmesi gerekmektedir.

Eğitimde kaliteyi artırmak, toplum sağlığını desteklemek ve beslenme ve diyetetik alanında nitelikli profesyoneller yetiştirmek için uzun vadeli stratejiler ve sistematik bir yaklaşım benimsenmelidir.

Tablo.4. Akredite edilen programlar listesi

AKREDİTE EDİLEN PROGRAMLAR LİSTESİ			
ÜNİVERSİTE/ FAKÜLTE/ PROGRAM		**AKREDİTASYON BAŞLANGIÇ TARİHİ**	**AKREDİTASYON BİTİŞ TARİHİ**
1.Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Pr.	VAKIF	19.03.2021 20.03.2023	30.09.2023 30.09.2026
2.Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Pr.	DEVLET	19.03.2021	30.09.2026
3.Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Pr.	VAKIF	15.03.2019	30.09.2024
4.Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Pr.	DEVLET	20.03.2023	30.09.2028
5.Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Pr.	DEVLET	19.03.2021	30.09.2026
6.Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Pr.	DEVLET	13.03.2020	30.09.2025
7.Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Pr.	DEVLET	13.03.2020	30.09.2025
8.Hasan Kalyoncu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Pr.	VAKIF	13.03.2020 8.03.2022	30.09.2022 30.09.2025
9.İstanbul Aydın Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Pr.	VAKIF	20.03.2024	30.09.2026
10.İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Pr.	VAKIF	13.03.2020 8.03.2022	30.09.2022 30.09.2025
11.İstinye Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Pr.	VAKIF	20.03.2024	30.09.2026
12.Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Pr.	VAKIF	20.03.2023	30.09.2028
13.Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Pr.	DEVLET	20.03.2024	30.09.2026
14.Sanko Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Pr.	VAKIF	19.03.2021 20.03.2023	30.09.2023 30.09.2026
15.Yeditepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Pr.	VAKIF	13.03.2020 8.03.2022	30.09.2022 30.09.2025

Tablo 5. Beslenme ve Diyetetik Programları ve Öğretim Üyesi Dağılımı

Üniversite Adı	Üniversite Türü	Profesör						Doçent						Doktor Öğretim Üyesi						Öğretim Görevlisi			Araştırma Görevlisi		
		E		K		T		E		K		T		E		K		T		E	K	T	E	K	T
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	a	a	a	a	a
Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi	Vakıf	1	1	1	1	2	2	0	0	3	3	3	3	1	0	3	3	4	3	0	4	4	1	6	7
Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi	Devlet	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	4	3	4	3	0	2	2	0	4	4
Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi	Devlet	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0	3	1	1	0	4	1	0	1	1	1	2	3
Akdeniz Üniversitesi	Devlet	1	0	0	0	1	0	0	0	4	3	4	3	0	0	2	0	2	0	1	2	3	1	3	4
Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi	Devlet	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	3	2	4	3	0	0	0	0	1	1
Amasya Üniversitesi	Devlet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	3	6	4	0	0	0	0	2	2
Anadolu Üniversitesi	Devlet	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	1	2	1	0	0	0	0	2	2
Ankara Medipol Üniversitesi	Vakıf	0	0	1	1	1	1	0	0	2	2	2	2	0	0	3	3	3	3	0	1	1	0	4	4
Ankara Üniversitesi	Devlet	0	0	5	2	5	2	0	0	1	0	1	0	3	3	1	1	4	4	0	0	0	1	2	3
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi	Devlet	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	3	1	0	0	3	2	3	2	0	0	0	0	4	4
Antalya Bilim Üniversitesi	Vakıf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	5	4	0	0	0	0	2	2
Artvin Çoruh Üniversitesi	Devlet	1	0	0	0	1	0	0	0	4	0	4	0	1	1	0	0	1	1	0	2	2	1	1	2
Atatürk Üniversitesi	Devlet	0	0	1	0	1	0	0	0	3	0	3	0	1	1	1	1	2	2	0	0	0	0	3	3
Atılım Üniversitesi	Vakıf	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	1	1	0	2	2
Avrasya Üniversitesi	Vakıf	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	2	2	0	1	1
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	Devlet	2	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	3	1	1	0	1	0	2	2
Bahçeşehir Üniversitesi	Vakıf	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	0	5	2	7	2	0	1	1	0	1	1

Tablo 2. (Devamı)

Üniversite Adı	Üniversite Türü	Profesör			Doçent			Doktor Öğretim Üyesi			Öğretim Görevlisi												
		E	K	T	E	K	T	E	K	T	E	K	T	E	K	T	E	K	T	E	K	T	E	K	T
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	a	b	a	b	a	b	a	b	a
Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi	Devlet	2	0	0	0	2	0	1	1	3	1	4	2	2	2	2	2	4	4	0	1	1	0	3	3
Başkent Üniversitesi	Vakıf	0	0	3	2	3	2	0	0	4	4	4	4	0	0	2	2	2	2	0	1	1	0	3	3
Bayburt Üniversitesi	Devlet	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	5	2	0	1	1	0	4	4
Bezm-İ Âlem Vakıf Üniversitesi	Vakıf	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	2	1	2	1	0	2	2	0	2	2
Bingöl Üniversitesi	Devlet	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	1	2	3
Biruni Üniversitesi	Vakıf	1	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
Bitlis Eren Üniversitesi	Devlet	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	4	1	0	1	1	0	3	3
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi	Devlet	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	2	1	2	1	4	2	0	0	0	0	3	3
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	Devlet	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	3	2	4	3	0	0	0	0	3	3
Bursa Uludağ Üniversitesi	Devlet	1	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Çankırı Karatekin Üniversitesi	Devlet	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3	3	3	3	0	1	1	0	4	4
Demiroğlu Bilim Üniversitesi	Vakıf	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	0	2	2	1	1	2
Dicle Üniversitesi	Devlet	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	3	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0	1	1
Ege Üniversitesi	Devlet	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	2	2	0	1	1	0	2	2
Erciyes Üniversitesi	Devlet	0	0	2	2	2	2	0	0	2	1	2	1	0	0	3	3	3	3	0	0	0	0	5	5
Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi	Devlet	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	3	1	1	0	3	2	4	2	0	1	1	0	4	4
Erzurum Teknik Üniversitesi	Devlet	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	3	2	1	5	4	0	0	0	0	3	3

Tablo 2. (Devamı)

Üniversite Adı	Üniversite Türü	Profesör			Doçent			Doktor Öğretim Üyesi			Öğretim Görevlisi		
		E	K	T	E	K	T	E	K	T	E	K	T
		a	b	a	a	b	a	b	a	a	b	a	a
Fenerbahçe Üniversitesi	Vakıf	2	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	4	3	0	0	0	0	2	2
Fırat Üniversitesi	Devlet	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	3	3	0	1	1	0	4	4
Gazi Üniversitesi	Devlet	0	0	7	6	7	6	0	0	2	2	2	2	0	0	6	6	6	6	0	0	0	0	4	4
Gaziantep Üniversitesi	Devlet	1	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	0	0	0	1	1	2
Gümüşhane Üniversitesi	Devlet	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	4	2	2	2	6	4	0	0	0	0	3	3
Hacettepe Üniversitesi	Devlet	0	0	8	8	8	8	0	0	2	2	2	2	1	1	8	8	9	9	0	1	1	1	6	7
Haliç Üniversitesi	Vakıf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	4	4	0	3	3
Hasan Kalyoncu Üniversitesi	Vakıf	1	0	2	2	3	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	1	0	0	0	0	3	3
Hitit Üniversitesi	Devlet	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	1	1	1	1	2
Iğdır Üniversitesi	Devlet	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	1	1
İnönü Üniversitesi	Devlet	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	3	2	0	0	0	0	1	1
İstanbul Arel Üniversitesi	Vakıf	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	3	2	1	0	1	0	2	2
İstanbul Atlas Üniversitesi	Vakıf	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	3	2	0	2	2	0	2	2
İstanbul Aydın Üniversitesi	Vakıf	2	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	2	1	4	2	6	3	0	1	1	0	4	4
İstanbul Beykent Üniversitesi	Vakıf	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	2	1	0	3	3	0	2	2
İstanbul Bilgi Üniversitesi	Vakıf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3	4	4	0	0	0	0	2	2
İstanbul Esenyurt Üniversitesi	Vakıf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	3	1	0	0	0	0	2	2
İstanbul Galata Üniversitesi	Vakıf	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	2	1	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0	2	2
İstanbul Gedik Üniversitesi	Vakıf	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	3	1	0	1	1	0	2	2
İstanbul Gelişim Üniversitesi	Vakıf	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	3	6	3	0	1	1	1	3	4
İstanbul Kent Üniversitesi	Vakıf	1	0	1	1	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	3	2	3	2	0	2	2	0	3	3
İstanbul Kültür Üniversitesi	Vakıf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	2	5	2	0	0	0	0	1	1
İstanbul Medeniyet Üniversitesi	Devlet	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	6	6	6	6	0	0	0	1	3	4
İstanbul Medipol Üniversitesi	Vakıf	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	2	2	3	2	0	4	4	0	3	3

İstanbul Medipol Üniversitesi	Vakıf	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	1	1	1	2	3
İstanbul Nişantaşı Üniversitesi	Vakıf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	1	1	0	1	1
İstanbul Okan Üniversitesi	Vakıf	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	2	1	5	3	7	4	1	4	5	0	2	2
İstanbul Rumeli Üniversitesi	Vakıf	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3	2	0	0	0	0	2	2
İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi	Vakıf	2	0	0	0	2	0	0	0	2	1	2	1	2	0	1	1	3	1	0	0	0	0	4	4
İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi	Vakıf	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	2	1	3	2	0	0	0	0	1	1
İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi	Vakıf	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	1	1	2
İstinye Üniversitesi	Vakıf	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	0	2	2
İzmir Demokrasi Üniversitesi	Devlet	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0
İzmir Ekonomi Üniversitesi	Vakıf	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	2
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi	Devlet	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	4	4	4	4	0	0	0	1	4	5
İzmir Tınaztepe Üniversitesi	Vakıf	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3	1	3	1	0	1	1	0	0	0
Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi	Devlet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	3	2	0	0	0	0	0	0
Kapadokya Üniversitesi	Vakıf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	3	1	0	2	2	0	1	1
Karadeniz Teknik Üniversitesi	Devlet	1	0	1	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	2	2	2	1	0	1	1	3	4
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi	Devlet	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	2	1	3	3	5	4	0	0	0	0	3	3
Kastamonu Üniversitesi	Devlet	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	3	3	3	1	0	1	0	3	3
Kırıkkale Üniversitesi	Devlet	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	3	2	0	0	0	0	2	2
Kırklareli Üniversitesi	Devlet	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	2	0	3	2	5	2	1	0	1	0	3	3
Kto Karatay Üniversitesi	Vakıf	1	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	3	3
Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi	Devlet	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	1	5	2	0	0	0	0	1	1

Tablo 2. (Devamı)

Üniversite Adı	Üniversite Türü	Profesör			Doçent									Doktor Öğretim Üyesi						Öğretim Görevlisi					
		E	K	T	E	K	T	E	K	T	E	K	T	E	K	T	E	K	T	E	K	T	E	K	T
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	a	b	a	b	a	b	a	b	a
Lokman Hekim Üniversitesi	Vakıf	0	0	2	2	2	2	1	1	0	0	1	1	0	0	2	2	2	2	0	2	2	1	1	2
Malatya Turgut Özal Üniversitesi	Devlet	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	1	2	1	0	0	0	1	0	1
Mardin Artuklu Üniversitesi	Devlet	1	0	0	0	1	0	2	0	2	0	4	0	1	0	3	2	4	2	0	0	0	2	0	2
Marmara Üniversitesi	Devlet	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	4	3	4	3	0	0	0	0	1	1
Mudanya Üniversitesi	Vakıf	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	Devlet	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	1	4	2	0	1	1	0	4	4
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	Devlet	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	1	0	1	0	2	0	0	2	2	0	0	0
Munzur Üniversitesi	Devlet	0	0	2	0	2	0	1	0	0	0	1	0	2	0	2	0	4	0	0	0	0	0	3	3
Necmettin Erbakan Üniversitesi	Devlet	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	4	1	0	2	2	0	3	3
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi	Devlet	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	2	2	1	1	2	0	4	4
Nuh Naci Yazgan Üniversitesi	Vakıf	1	0	2	2	3	2	0	0	1	1	1	1	0	0	3	3	3	3	0	0	0	1	1	2
Ondokuz Mayıs Üniversitesi	Devlet	0	0	1	1	1	1	0	0	3	1	3	1	1	0	2	2	3	2	0	3	3	0	4	4
Ordu Üniversitesi	Devlet	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0	2	2
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	Devlet	1	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	1	3	1	1	1	2	1	2	3
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi	Devlet	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0	2	2
Sağlık Bilimleri Üniversitesi	Devlet	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	1	1	4	3	5	4	0	0	0	0	1	0
Sağlık Bilimleri Üniversitesi	Devlet	1	0	0	0	1	0	0	0	3	2	3	2	0	0	3	1	3	1	0	1	1	0	1	1
Sanko Üniversitesi	Vakıf	0	0	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3	2	0	2	2	0	2	2
Selçuk Üniversitesi	Devlet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
Selçuk Üniversitesi	Devlet	0	0	2	0	2	0	1	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	2	3

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi	Devlet	2	0	0	0	2	0	0	0	3	0	3	0	1	1	4	2	5	3	0	1	1	0	1	1
Süleyman Demirel Üniversitesi	Devlet	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	2	1	2	1	0	0	0	0	4	4
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi	Devlet	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	1	1	1	2	3
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi	Devlet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	5	3	0	0	0	0	3	3
Toros Üniversitesi	Vakıf	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	0	1	1
Trakya Üniversitesi	Devlet	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3	2	0	2	2	0	3	3
Üsküdar Üniversitesi	Vakıf	2	0	0	0	2	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	2	2
Yeditepe Üniversitesi	Vakıf	1	0	0	0	1	0	0	0	3	1	3	1	0	0	1	1	1	1	1	1	2	0	4	4
Yüksek İhtisas Üniversitesi	Vakıf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6	6	7	6	0	1	1	0	2	2

Tablo 2. (Devamı)

Üniversite Adı	Üniversite Türü	Profesör						Doçent						Doktor Öğretim Üyesi						Öğretim Görevlisi					
		E	K	T	E	K	T	E	K	T	E	K	T	E	K	T	E	K	T	E	K	T	E	K	T
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	a	b	a	b	a	b	a	b	a
TOPLAM		**63**	**3**	**71**	**38**	**134**	**41**	**24**	**2**	**91**	**41**	**115**	**43**	**74**	**39**	**278**	**192**	**352**	**231**	**11**	**82**	**93**	**24**	**243**	**266**

a: Öğretim elemanı sayısı, b: Beslenme ve Diyetetik Doktora derecesine sahip öğretim üyesi sayısı

KAYNAKÇA

Gökmen Özel, H., Işgın Atıcı, K., & Melekoğlu, E. (2023). Türkiye'de Beslenme ve Diyetetik Lisans Programlarının Mevcut Durum Analizi: 2021-2022 Yıllarına Ait Verilerin Değerlendirilmesi. *Journal of Nutrition and Dietetics*, *51*(2), 7–23. https://doi.org/10.33076/2023.bdd.1800

https://akademik.yok.gov.tr/AkademikArama/view/universityListview.jsp (Erişim: 07.09.2024).

https://istatistik.yok.gov.tr/ (Erişim: 07.09.2024).

https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ (Erişim: 09.09.2024).

https://www.osym.gov.tr/TR,29511/2024-yks-yerlestirme-sonuclarina-iliskin-sayisal-bilgiler.html (Erişim: 08.09.2024).

https://www.sabak.org.tr/index.php/tr/akreditasyon/akredite-olan-programlarin-listesi/genel-akredite-program-listesi (Erişim: 08.09.2024).

https://www.yok.gov.tr/kurumsal/idari-birimler/egitim-ogretim-dairesi/asgari-kosullar (Erişim: 11.09.2024).

Işgın-Atıcı, K., & Pekcan, A. G. (2023). Dünden Bugüne Beslenme ve Diyetetik Eğitimi, Beslenme ve Diyetetik Eğitiminin Standardizasyonu. *Journal of Nutrition and Dietetics*, *51*(2), 1–6. https://doi.org/10.33076/2023.bdd.1804

Zehra Büyüktuncer Hacettepe Üniversitesi, D., Bilimleri Fakültesi, S., & Büyüktuncer Demirel, Z. (n.d.). *Beslenme ve Diyetetik Eğitim Öğretiminin Standardizasyonu Standardization of Nutrition and Dietetics Programs*.

Zehra, D., Demirel, B., & Baysal, A. (n.d.). *Hacettepe Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü: 50 Yıllık Tarihçe Hacettepe University Department of Nutrition and Dietetics: A 50-Year History*.

THE RISING ROLE OF NATURAL SWEETENERS IN LOW-SUGAR AND SUGAR-FREE FOOD PRODUCTS

Dilber ÇAĞLAR
DIMES, İzmir, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-9712-5069

ABSTRACT
Increasing cases of obesity, diabetes, and metabolic syndrome have significantly increased interest in low-sugar and sugar-free products in the food industry. The World Health Organization's recommendation to keep daily free sugar consumption below 10% of total energy intake is driving manufacturers to explore alternative sweetener sources. In this context, plant-based and natural sweeteners are gaining prominence due to their ability to provide calorie restriction, lower glycemic index values, and align with the clean label trend. Stevia (Stevia rebaudiana) is one of the most preferred natural sweeteners due to its zero calorie value and high sweetness power. Monk fruit (Siraitia grosvenorii), on the other hand, offers a distinct flavor profile with its mild fruity aroma thanks to its mogroside components. Allulose is a rare monosaccharide that provides the closest profile to sugar taste and offers advantages in different food categories thanks to its low energy value and caramelization properties. These sweeteners can be used alone or in combination in beverages, dairy products, baked goods, and snacks. Combination use is strategically important for improving the flavor profile, masking bitterness and off-flavors, and preserving texture properties. In the future, microencapsulation techniques may enhance the stability of these sweeteners and strengthen their functionality in different food matrices. In addition, growing consumer awareness will continue to increase the market share of natural sweeteners. The use of natural sweeteners is important not only from a technological and sensory perspective but also within the regulatory framework. Globally, Codex Alimentarius, EFSA (European Food Safety Authority), and FDA (US Food and Drug Administration) have established safe consumption limits (ADI values) for natural sweeteners. In Turkey, the conditions of use are restricted by legal regulations under the Turkish Food Codex Food Additives Regulation. Therefore, compliance with regulations is considered a critical parameter in product development processes. This study examines the potential use, advantages, and strategic roles of natural sweeteners (stevia, monk fruit, allulose, etc.) in product development processes in response to the growing demand for low-sugar and sugar-free products in the food industry. It aims to provide a current and comprehensive source of information for both academic researchers and food professionals.
Keywords: Natural sweeteners, stevia, monk fruit, allulose, low-sugar products

DÜŞÜK ŞEKERLİ VE ŞEKERSİZ GIDA ÜRÜNLERİNDE DOĞAL TATLANDIRICILARIN YÜKSELEN ROLÜ

ÖZET
Artan obezite, diyabet ve metabolik sendrom vakaları, gıda endüstrisinde düşük şekerli ve şekersiz ürünlere olan ilgiyi önemli ölçüde artırmıştır. Dünya Sağlık Örgütü'nün günlük serbest şeker tüketiminin toplam enerjinin %10'unun altında tutulmasına yönelik önerisi, üreticileri alternatif tatlandırıcı kaynaklarına yönlendirmektedir. Bu bağlamda bitkisel ve doğal kökenli tatlandırıcılar, kalori kısıtlaması sağlamaları, glisemik indeks değerini düşürmeleri ve temiz etiket trendiyle uyum göstermeleri nedeniyle öne çıkmaktadır. Stevia (Stevia rebaudiana) sıfır kalori değeri ve yüksek tatlılık gücüyle en çok tercih edilen doğal tatlandırıcılardan biridir. Monk fruit (Siraitia grosvenorii) ise mogrosit bileşenleri sayesinde hafif meyvemsi aromasıyla farklı bir tat profili sunmaktadır. Allüloz, şeker tadına en yakın profili sağlayan nadir bir monosakkarit olup düşük enerji değeri ve karamelizasyon özelliği sayesinde farklı gıda kategorilerinde avantaj yaratmaktadır. Bu tatlandırıcılar; içecek, süt ürünleri, unlu mamuller ve atıştırmalıklarda tek başına veya kombinasyon halinde kullanılabilmektedir. Kombinasyon kullanımı, tat profilini iyileştirme, acılık ve yan tatları maskeleme, ayrıca doku özelliklerini koruma açısından stratejik öneme sahiptir.

Gelecekte mikroenkapsülasyon teknikleri, bu tatlandırıcıların stabilitesini artırarak farklı gıda matrislerinde işlevselliğini güçlendirebilir. Bunun yanında artan tüketici farkındalığı, doğal tatlandırıcıların pazardaki payını büyütmeye devam edecektir. Doğal tatlandırıcıların kullanımı yalnızca teknolojik ve duyusal açıdan değil, aynı zamanda regülasyon çerçevesinde de önem taşımaktadır. Dünya genelinde Codex Alimentarius, EFSA (Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi) ve FDA (ABD Gıda ve İlaç Dairesi) doğal tatlandırıcılar için güvenli tüketim limitlerini (ADI değerleri) belirlemiştir. Türkiye'de ise Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği kapsamında kullanım koşulları yasal düzenlemelerle sınırlandırılmıştır. Bu nedenle ürün geliştirme süreçlerinde regülasyonlara uyum, kritik bir parametre olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışma, gıda endüstrisinde artan düşük şekerli ve şekersiz ürün talebine yanıt olarak doğal tatlandırıcıların (stevia, monk fruit, allüloz vb.) kullanım potansiyelini, avantajlarını ve ürün geliştirme süreçlerindeki stratejik rollerini irdelemekte; hem akademik araştırmacılar hem de gıda profesyonelleri için güncel ve bütüncül bir bilgi kaynağı sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Doğal tatlandırıcılar, stevia, monk fruit, allüloz, düşük şekerli ürünler

Teşekkür: *Yazar, çalışmaya sağladıkları değerli desteklerden dolayı Dimes Gıda San. ve Tic. A.Ş.'ye teşekkür eder.*

EFFECTS OF KEFIR ON METABOLISM

Dr. Hülya YILDIZ
Mehmet Akif Ersoy University, Department of Biology, Institute of Science, Burdur, Turkey
ORCID: ID/0000-0001-6862-8011

Prof. Dr. Ayşe Gül MUTLU
Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Art and Science, Burdur, Türkiye
ORCID: ID/0000-0002-2037-6473

ABSTRACT
Kefir is a fermented product made with plant-based or animal milk and kefir grains, containing probiotic microorganisms and bioactive compounds. Kefir has effects on the gut microbiota, glycemic control, lipid profile, energy balance, anti-inflammatory effects, thermogenesis, and metabolism. Recent studies are increasing the popularity of kefir as a functional food source for probiotics. The probiotic bacteria in kefir have been determined to balance the gut microbiota and increase microbial diversity. Establishing this balance and diversity increases the production of short-chain fatty acids. This has been reported to improve insulin sensitivity, reduce gluconeogenesis in the liver, and balance lipid metabolism. Regarding kefir's effects on glucose and insulin metabolism, it has been reported that the probiotic bacteria in kefir stimulate the release of glucagon-related peptide-1 in the intestine, thereby increasing insulin release. Kefir has also been observed to be effective in balancing blood glucose and improving HbA1c levels. Kefir's metabolites have also been shown to increase insulin sensitivity, improve glucose homeostasis, and limit fat storage. Kefir also has an effect on mitochondria and energy expenditure. Its peptides have been reported to activate the AMP-kinase pathway. Literature indicates that this activity increases UCP1 expression in brown adipose tissue and stimulates thermogenesis. Kefir also contains antioxidant peptides. These peptides have been reported to suppress inflammation, reduce TNF-α and IL-6, and increase IL-10. Kefir also affects cholesterol metabolism. The probiotics it contains bind bile acids, reducing cholesterol reabsorption. Studies have reported that kefir consumption reduces serum LDL and triglycerides and increases HDL. Consistent with the literature, our study also found that mice fed kefir had lower serum triglycerides. In conclusion, in light of the data mentioned above, it is recommended to use kefir as a supportive functional food due to its effects on metabolism.
‘This study was supported by Mehmet Akif Ersoy University Scientific Research Projects Coordination Office under Grant No. 0657-DR-20.’
Keywords: Kefir, metabolism, probiotic

KEFİR’İN METABOLİZMA ÜZERİNE ETKİLERİ

ÖZET
Kefir, bitkisel ya da hayvansal süt ve kefir tanecikleri ile oluşturulan, probiyotik mikroorganizmalar ve biyoaktif bileşenler içeren fermente bir üründür. Kefirin bağırsak mikrobiyatası, glisemik kontrol, lipit profili, enerji dengesi, anti-inflamatuar ve termogenez ile metabolizma üzerine etkileri bulunmaktadır. Son çalışmalar kefirin probiyotik kaynağı olarak foksiyonel gıda olma popüleritesini arttırmaktadır. Kefir içeriğindeki probiyotik bakterilerin bağırsak mikrobiyatasını dengelediği ve miktobiyal çeşitliliği arttırdığı belirlenmiştir. Bu dengenin kurulması ve çeşitlilik kısa zincirli yağ asitlerinin üretimini arttırmaktadır. Bu sayede insülin duyarlılığının düzenlendiği, karaciğerde glukoneogenezin azaldığı, lipit metabolizmasının da dengelendiği bildirilmiştir. Kefirin glukoz ve insülin metabolizmasına etkilerinde ise kefirde yer alan probiyotik bakterilerin bağırsakta glukagon bağlı peptit- 1 salınımını uyararak bu mekanizma ile insülin salınımını arttırdığı rapor edilmiştir. Kefirin kan glukozunun dengelenmesinde, HbA1c düzeylerinin iyileştirilmesinde de etkili olduğu gözlenmiştir. Ayrıca kefirdeki metabolitlerin, insülin duyarlılığını arttırması, glukoz homeostasını iyileştirmesi ve yağ depolanmasını sınırladığı da belirlenmiştir. Kefirin mitokondri ve enerji harcaması üzerine de etkisi bulunmaktadır.

İçeriğinde yer alan peptitlerin AMP-Kinaz yolunu aktivite ettiği bildirilmiştir. Bu aktivitenin kahverengi yağ dokusunda UCP1'in ifadesini arttırdığını ve termogenezi de uyardığı literatürde yer almaktadır. Kefir aynı zamanda antioksidan peptitler de içerir. Bu peptitler sayesinde inflamasyonun baskılandığı, TNF-α ve IL-6'nın azaldığı; IL-10 'un ise arrttığı belirtilmiştir. Kefir kolesterol metabolizmasını da etkilenmektedir. İçeriğinde yer alan probiyotiklerin safra asitlerini bağlaması ile kolesterolün yeniden emilimi azalmaktadır. Yapılan çalışmalarda kefir tüketimi ile serum LDL ve trigliseritin düştüğü, HDL'nin arttığı bildirilmiştir. Literatürle tutarlı olarak bizim çalışmamızda da kefir verilen farelerin kan serumlarında trigliseritin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak Yukarıda bahsedilen veriler ışığında kefirin metabolizma üzerine etkileri sebebiyle destekleyici fonksiyonel bir gıda olarak kullanılması önerilmektedir.

'Bu çalışma 0657-DR-20 No`su ile Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir.'

Anahtar kelimeler: Kefir, metabolizma, probiyotik

STABILIZATION AND BIOAVAILABILITY ENHANCEMENT OF β-CAROTENE FOR FUNCTIONAL FOOD APPLICATIONS: CHALLENGES AND INNOVATIVE SOLUTIONS

Delal Meryem YAMAN
PhD Student, Gaziantep University, Engineering Faculty, Food Engineering Department, Gaziantep, Türkiye.
ORCID ID: 0000-0003-4340-7153

Prof. Dr. Derya KOÇAK YANIK
Eskişehir Osmangazi University, Department of Food Engineering, Faculty of Agriculture, Eskişehir, Türkiye.
ORCID ID: 0000-0003-3866-899X

ABSTRACT
Carotenoids, a group of over 600 compounds, are natural bioactive pigments with colors like yellow, orange, red, and purple. β-Carotene, a carotenoid with potent antioxidant properties, plays a critical role in vitamin A synthesis and exhibits a wide range of health benefits, making it a key bioactive compound in functional food applications. However, due to its low aqueous solubility, chemical instability, and high oxidative, thermal, and photodegradation susceptibility, its application in food systems is limited.These difficulties make it very difficult to incorporate into food matrices, which lowers its bioavailability and functional efficacy in nutritional applications. Numerous methods have been put out to improve β-carotene's solubility, stability, and bioavailability in order to get around these restrictions. Microencapsulation techniques, involving the encapsulation of β-carotene within protective matrices, have been widely investigated. These matrices, which include systems based on polysaccharides and lipids, offer a barrier of defense that keeps things from breaking down while allowing for controlled release. In recent years, xylooligosaccharides (XOs), derived from lignocellulosic biomass, have emerged as effective carriers for β-carotene due to their ability to enhance solubility and bioaccessibility by improving dispersibility and stability in aqueous environments. Additionally, the application of nanotechnology for β-carotene encapsulation has attracted considerable attention. Nanostructured carriers, such as nanoparticles and nanoemulsions, represent promising approaches to improve β-carotene stability, protect it from environmental degradation, and enhance its bioavailability. Overall, XOs, nanoencapsulation, and nanoemulsion techniques have become some of the most popular strategies to improve β-carotene solubility, stability, and bioaccessibility.
Key Words: β-Carotene, stabilization, bioavailability

β-KAROTENİN FONKSİYONEL GIDA UYGULAMALARI İÇİN STABİLİZASYONU VE BİYOERİŞİLEBİLİRLİĞİNİN ARTIRILMASI: ZORLUKLAR VE YENİLİKÇİ ÇÖZÜMLER

ÖZET
Karotenoidler, 600'den fazla bileşeni içeren doğal biyoaktif pigmentler grubudur ve sarı, turuncu, kırmızı ve mor gibi renklere sahiptir. Güçlü antioksidan özelliklere sahip bir karotenoid olan β-karoten, vitamin A sentezinde kritik bir rol oynar ve geniş bir sağlık faydası yelpazesi sunar; bu nedenle fonksiyonel gıda uygulamalarında önemli bir biyoaktif bileşen olarak kabul edilir. Ancak, düşük su çözünürlüğü, kimyasal kararsızlığı ve oksidasyon, ısı ile ışık kaynaklı bozulmalara karşı yüksek hassasiyeti nedeniyle gıda sistemlerinde kullanımı kısıtlanmaktadır. Bu zorluklar, β-karotenin gıda matrislerine dahil edilmesini oldukça güçleştirir ve bu durum biyoyararlanımını ile besinsel uygulamalardaki fonksiyonel etkinliğini azaltır. Bu kısıtlamaların üstesinden gelmek için β-karotenin çözünürlüğünü, stabilitesini ve biyoyararlanımını artırmaya yönelik çok sayıda yöntem geliştirilmiştir. Mikroenkapsülasyon teknikleri, β-karotenin koruyucu matriksler içerisinde kapsüllenmesini içerir ve yaygın şekilde araştırılmıştır. Polisakkarit ve lipid bazlı sistemler gibi bu matriksler, parçalanmayı önleyen bir bariyer oluşturarak kontrollü salınıma olanak sağlar.

Son yıllarda, lignoselülozik biyokütleden elde edilen ksilo-oligosakkaritler (XOs), β-karotenin su ortamındaki dağılımını ve stabilitesini artırarak çözünürlüğünü ve biyoerişilebilirliğini iyileştirdiği için etkili taşıyıcılar olarak ön plana çıkmıştır. Ayrıca, β-karotenin enkapsülasyonu için nanoteknoloji uygulamaları da büyük ilgi görmüştür. Nanopartiküller ve nanoemülsiyonlar gibi nanoyapılı taşıyıcılar, β-karotenin stabilitesini artırmak, çevresel bozunmadan korumak ve biyoyararlanımını geliştirmek için umut verici yaklaşımlar olarak kabul edilmektedir. Genel olarak, ksilo-oligosakkaritler, nanoenkapsülasyon ve nanoemülsiyon teknikleri, β-karotenin çözünürlüğünü, stabilitesini ve biyoerişilebilirliğini artırmaya yönelik en popüler stratejiler haline gelmiştir.
Anahtar Kelimeler: β-Karoten, stabilizasyon, biyoerişilebilirlik

INTRODUCTION

Nowadays, consumers increasingly demand food products that are safe, healthy, and as natural as possible, fueling the rise of clean-label and minimally processed ingredients. Natural colorants are being used more often in the food industry since they are seen to be healthier and safer than some synthetic pigments.Foods can benefit from natural colorants in a number of ways, incl uding increased nutritional content, improved organoleptic qualities, and longer shelf life.This shift has heightened interest in natural carotenoids, particularly β-carotene, valued for their health benefits and their use as natural colorants and antioxidants across food, cosmetic, and nutraceutical industries. Nearly half of carotenoid consumption is accounted for by the animal feed industry, followed by significant shares in food and beverages, dietary supplements, and cosmetics, underscoring the pivotal role of β-carotene in the expanding natural carotenoids market.

Carotenoids are a class of over 600 naturally occurring pigments responsible for the yellow, orange, red, and purple colors in various fruits and vegetables. They are broadly classified into two main groups: carotenes, which are pure hydrocarbons such as α- and β-carotenes and lycopene, and xanthophylls, which are oxygenated derivatives including lutein, zeaxanthin, astaxanthin, fucoxanthin, and cryptoxanthin (Breithaupt, 2007). The global carotenoids (CARs) market is experiencing robust growth, with projected values reaching USD 2.5 billion by 2024 and expanding to between USD 2.9 and 3.4 billion by 2029, at a compound annual growth rate (CAGR) of approximately 6.3–6.7% (GIIR Research, 2025; MarketsandMarkets, 2025). This growth is driven by increasing consumer demand for natural products, advancements in extraction technologies, and expanding applications in cosmetics, nutraceuticals, food, and animal feed industries. β-Carotene remains the leading carotenoid, holding about 23.2% of the market share and is a major contributor to industrial production alongside astaxanthin. It is particularly prominent due to its strong antioxidant activity and role as a provitamin A compound, making it highly relevant for human health and nutrition (Britton & Khachik, 2009). β-Carotene has been extensively studied for its potential protective effects against chronic diseases such as cardiovascular disorders, certain cancers, and eye-related conditions (Elvira-Torales et al., 2019). Consequently, the carotenoids market is expanding rapidly, with β-carotene playing a key role in fulfilling consumer preferences for natural, functional ingredients.

However, the practical application of β-carotene in food and pharmaceutical formulations faces significant challenges. Its low aqueous solubility, chemical instability, and susceptibility to degradation under heat, light, oxygen, and acidic environments severely limit its incorporation into functional foods (Shao et al., 2020). These limitations reduce its bioavailability and, consequently, its functional effectiveness in nutritional applications (Fernandez-Garcia et al., 2012).

To address these challenges, researchers have developed various encapsulation and carrier systems aimed at improving the stability and bioavailability of β-carotene. Techniques such as microencapsulation, nanoemulsification, and lipid-based delivery systems have shown promise in protecting β-carotene from environmental degradation and enhancing its gastrointestinal absorption (Jafari et al., 2022). Additionally, recent studies have explored the use of biopolymer matrices particularly those derived from lignocellulosic sources like xylooligosaccharides (XOs)which offer promising potential for improving solubility and dispersibility in aqueous environments (Jalali-Jivan et al., 2022).

This review aims to provide a comprehensive overview of the current strategies used to stabilize β-carotene and enhance its bioavailability, with a special focus on novel encapsulation technologies and nanocarrier systems that offer potential solutions for food enrichment and health supplementation.

Studies on Overview of β-Carotene Stabilization and Delivery Methods

Several effective strategies have been developed to improve the stability and bioavailability of β-carotene such as nanoemulsions, lipid-based systems, solid lipid nanoparticles, and biopolymer complexes which address its poor solubility and oxidative instability (McClements & Decker, 2012; Liu et al., 2019; Shen et al., 2019; Mackie et al., 2024; Strakšys et al., 2022; Bockuviene & Sereikaite, 2019; Strakšys et al., 2023).Nanoemulsion systems particularly those based on long-chain triglycerides (LCTs) and food-grade emulsifiers,have proven highly effective in improving β-carotene bioaccessibility. McClements & Decker (2012) reported that LCT-based emulsions achieved bioaccessibility rates near 66%, demonstrating the importance of lipid type and droplet size. Liu et al. (2019) further demonstrated that using whey protein isolate as a stabilizer and palm oil as the lipid core yielded better retention and intestinal absorption compared to corn or fish oils.

Solid lipid nanoparticles (SLNs) developed by Shen et al. (2019) not only protected β-carotene from environmental degradation but also facilitated controlled release, leading to nearly double the oral bioavailability compared to the unencapsulated form. Similarly, liposomal formulations coated with β-glucan (Mackie et al., 2024) enabled sustained antioxidant delivery and enhanced intestinal uptake due to their bioactive surface coatings.

In parallel, natural polysaccharide-based complexation has emerged as a “clean-label” strategy to encapsulate and stabilize β-carotene. Strakšys et al. (2022) demonstrated that mechanochemically produced xylan–β-carotene complexes reached aqueous solubility levels as high as 39.2 mg/mL, significantly improving dispersion without compromising antioxidant activity. Bockuviene & Sereikaite (2019) reported that chitooligosaccharide (COS) complexes improved both thermal and long-term stability, with sonicated and freeze-dried forms showing superior functionality.

Notably, multilayered polysaccharide systems have attracted increasing attention for their tailored physicochemical properties. Strakšys et al. (2023) designed triple-layer carriers combining xylan, COS, and fucoidan. These water-soluble complexes exhibited high antioxidant potential, fine particle size (205–297 nm), and encapsulation/loading capacities up to 0.293 mg/mL—highlighting their potential in fortified foods and functional beverages.

In conclusion, the integration of nanotechnology and natural polymer science enables the design of highly efficient β-carotene delivery systems that are stable, bioavailable, and suitable for use in food, pharmaceutical, and nutraceutical applications. The continued development of such carriers offers promising solutions for improving the nutritional efficacy of lipid-soluble micronutrients in health-focused formulations.

Table 1. Methods for Stabilization and Bioavailability Enhancement of β-Carotene

Method	Technique / Materials Used	Purpose / Function	Reference
Nanoemulsions	Oil-in-water nanoemulsions (LCT, MCT, orange oil) with Tween 20	Improve bioaccessibility; LCT nanoemulsions reached ~66% bioaccessibility	McClements & Decker, 2012
Nanoemulsions	Whey protein isolate (WPI) stabilized nanoemulsions with palm, corn, fish oils	Enhanced β-carotene retention and bioaccessibility; palm oil was most effective	Liu et al., 2019
Solid Lipid Nanoparticles (SLNs)	SLNs using glyceryl monostearate, gelucire, Tween 80	~2× higher oral bioavailability (AUC) vs free β-carotene; sustained release	Shen et al., 2019

Method	Technique / Materials Used	Purpose / Function	Reference
Liposome / Biopolymer Coating	β-carotene loaded nanoliposomes coated with beta-glucan	Prolonged release, improved antioxidant activity, sustained absorption	Mackie et al., 2024
Xylan Complexation	β-carotene–xylan complexes by mechanochemical mixing and freeze-drying	Improved aqueous solubility (~39.2 mg/mL), antioxidant activity	Strakšys et al., 2022
Chitooligosaccharide Complexation	β-carotene–chitooligosaccharide complexes via kneading, freeze-drying, sonication	Enhanced thermal and long-term stability; retention of antioxidant activity	Bockuviene & Sereikaite, 2019
Triple-layer Polysaccharide Complex	β-carotene embedded in sequential layers: xylan → chitosan oligosaccharide → fucoidan	Water-soluble multilayer carrier with antioxidant capacity and loading efficiency	Strakšys et al., 2023

CONCLUSION

With increasing consumer focus on healthy lifestyles, there is a growing demand for functional foods enriched with bioactive compounds like β-carotene. However, its poor water solubility, low bioavailability, and susceptibility to oxidative degradation limit its effectiveness in food systems. Overcoming these challenges is essential to fully realize its health benefits. Various encapsulation techniques using natural polymers such as xylooligosaccharides, lipid-based systems, and nanostructured carriers have been widely explored to improve its stability and delivery performance. Recently, biopolymer-based encapsulation, lipid-based delivery systems, and polysaccharide complexation have emerged as the most promising approaches in the literature. For instance, encapsulation with gums and lipid carriers has shown great potential in improving solubility, while incorporation with chitooligosaccharides and xylan-based matrices has proven effective in enhancing oxidative stability. Additionally, multilayer polysaccharide complexes and nanoemulsions have achieved notable improvements in the bioavailability of β-carotene. The continued development and optimization of such delivery systems hold significant promise for enhancing the nutritional value of β-carotene and expanding its application in functional foods and nutraceutical products.

REFERENCES

BCC Research. (2025). *The global market for carotenoids*. Retrieved from https://www.bccresearch.com/market-research/food-and-beverage/the-global-market-for-carotenoids.html

Bockuviene, A., & Sereikaite, J. (2019). Preparation and characterisation of novel water-soluble β-carotene-chitooligosaccharides complexes. *Carbohydrate polymers*, *225*, 115226.

Bockuviene, A., & Sereikaite, J. (2020). *New β-carotene–chitooligosaccharides complexes for food fortification: Stability study*. *Foods, 9*(6), 765.

Breithaupt, D. E. (2007). Modern application of xanthophylls in animal feeding–a review. *Trends in Food Science & Technology*, *18*(10), 501-506.

Britton, G., & Khachik, F. (2009). Carotenoids in food. In *Carotenoids* (pp. 189–212). Birkhäuser Basel.

Elvira-Torales, L. I., García-Alonso, J., & Periago-Castón, M. J. (2019). Nutritional importance of carotenoids and their effect on liver health: A review. *Antioxidants*, 8(7), 229.

Fernández-García, E., Carvajal-Lérida, I., Jarén-Galán, M., Garrido-Fernández, J., Pérez-Gálvez, A., & Hornero-Méndez, D. (2012). Carotenoids bioavailability from foods: From plant pigments to efficient biological activities. *Food Research International*, *46*(2), 438-450.

Jafari, S. M., Rostamabadi, H., Assadpour, E., Tomas, M., Capanoglu, E., Alizadeh-Sani, M., … Jalali-Jivan, M. (2022). Recent progresses in the delivery of β-carotene: From nano/microencapsulation to bioaccessibility. *Advances in Colloid and Interface Science, 307*, 102750.

Jalali-Jivan, M., Rostamabadi, H., Assadpour, E., Tomas, M., Capanoglu, E., Alizadeh-Sani, M., Kharazmi, M. S., & Jafari, S. M. (2022). Recent progresses in the delivery of β-carotene: From nano/microencapsulation to bioaccessibility. *Advances in colloid and interface science*, *307*, 102750.

Liao, P., Dai, S., Lian, Z., Tong, X., Yang, S., Chen, Y., ... & Jiang, L. (2021). The layered encapsulation of vitamin B2 and β-carotene in multilayer alginate/chitosan gel microspheres: Improving the bioaccessibility of vitamin B2 and β-carotene. *Foods*, *11*(1), 20.

Liu, Y., Zhu, Y., & Ma, C. (2019). Influence of oil type on retention and bioaccessibility of β-carotene in whey protein isolate-stabilized nanoemulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*,

Mackie, A. R., et al. (2024). β-Glucan coated nanoliposomes as novel delivery vehicles for β-carotene: Enhanced antioxidant activity and cellular uptake. *Food & Function*,

Mahfoudhi, N., & Hamdi, S. (2014). Kinetic degradation and storage stability of β-carotene encapsulated by spray drying using almond gum and gum arabic as wall materials. *Journal of Polymer Engineering*, 34(6), 479–485.

MarketsandMarkets. (2024). *Carotenoids market worth $3.4 billion by 2029*. Retrieved from https://www.prnewswire.com/news-releases/carotenoids-market-worth-3-4-billion-by-2029--exclusive-report-by-marketsandmarkets-302150975.html

McClements, D. J., & Decker, E. A. (2012). The influence of lipid structure on the digestion and absorption of lipophilic bioactives: Nanoemulsions as delivery systems for β-carotene. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, *17*(4), 313–324. https://doi.org/10.1016/j.cocis.2012.06.004

McClements, D. J., & Li, Y. (2010). Structured emulsion-based delivery systems: Controlling the digestion and release of lipophilic food components. *Advances in colloid and interface science*, *159*(2), 213-228.

Selvakumar, S., et al. (2019). Formulation and characterization of β-carotene loaded solid lipid nanoparticles. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(12), e14212.

Shao, S., Wang, Q., Xu, F., et al. (2020). Encapsulation techniques for improving stability and bioavailability of carotenoids: A review. *Journal of Functional Foods*, 67, 103850.

Shen, Y., et al. (2019). Solid lipid nanoparticles for improving oral bioavailability of β-carotene: Preparation and characterization. *International Journal of Nanomedicine*, *14*, 3815–3825.

Strakšys, A., Gruskiene, R., Matulaitiene, I., & Kavleiskaja, T. (2023). *Preparation and investigation of β-carotene complex with natural polysaccharides*. *Polymer Bulletin*.

Strakšys, G., Šereikaite, J., & Rimantas, J. (2022). Mechanochemical preparation and characterization of water-soluble β-carotene–xylan complexes. *Carbohydrate Polymers*,

Strakšys, G., Šereikaite, J., & Rimantas, J. (2023). Multilayer polysaccharide complexes for enhanced β-carotene delivery: Preparation and antioxidant activity. *Polymer Bulletin*,

Yildiz, Z. I., Topuz, F., Kilic, M. E., Durgun, E., & Uyar, T. (2023). Encapsulation of antioxidant beta-carotene by cyclodextrin complex electrospun nanofibers: Solubilization and stabilization of beta-carotene by cyclodextrins. *Food chemistry*, *423*, 136284.

CORPORATE GOVERNANCE AND THE CREDIBILITY OF VOLUNTARY RISK DISCLOSURE IN POLITICALLY CONNECTED FIRMS

Chanpreet
Department of Commerce, M.D. University, Rohtak

Dr. Rajpal Singh
Department of Commerce, M.D. University, Rohtak

Dr. Shalu
Department of Commerce, Sh. L.N. Hindu College, Rohtak

ABSTRACT
Voluntary Risk Disclosure (VRD) is a critical driver of transparency and investor confidence, particularly in emerging economies such as India. However, the credibility of these disclosures is often shaped by political affiliations and the strength of corporate governance mechanisms. This study reviews two decades of literature to examine how governance practices influence the credibility of VRD in politically connected firms. Focusing on board independence, ownership structures, and audit committee effectiveness, the analysis highlights the complex interplay between political influence and governance effectiveness. Findings suggest that while political connections may grant firms access to resources and regulatory advantages, they often undermine the quality of voluntary disclosures. In contrast, robust governance mechanisms—marked by independent boards and transparent audit practices—enhance disclosure credibility and restore investor trust. By integrating insights from political economy and corporate governance, this paper provides valuable implications for investors, regulators, and policymakers seeking to strengthen disclosure practices in politically sensitive environments.
Keywords: Voluntary Risk Disclosure, Political Connections, Corporate Governance, Disclosure Credibility

THE RELATIONSHIP BETWEEN ORGANIZATIONAL LEARNING AND ORGANIZATIONAL PERFORMANCE IN UNIVERSITY FACULTY: A STUDY AT DACEA–UJAT

Dr. William Baldemar López Rodríguez
Juárez Autonomous University of Tabasco
ORCID ID: 0000-0003-4095-0193

Dra. Deisy María Jerónimo Jiménez
Juárez Autonomous University of Tabasco
ORCID ID: 0000-0003-2922-3251

Dra. María del Carmen Ancona Alcocer
Juárez Autonomous University of Tabasco
ORCID ID: 0000-0003-0818-3254

Dra. Christian Ydette Cabra Vidal
Juárez Autonomous University of Tabasco
ORCID ID: 0000-0002-2515-9638

ABSTRACT
The objective of this research was to determine the influence of Organizational Learning (OL) on the Organizational Performance (OP) of university faculty within the Academic Division of Economic and Administrative Sciences (DACEA) at the Juárez Autonomous University of Tabasco (UJAT).
The study was framed within a non-experimental design, utilizing a quantitative and explanatory approach. A survey technique was employed, applying a validated questionnaire to a non-probabilistic sample of 132 faculty members, selected from a total population of 283 professors across three categories: full-time, part-time, and adjunct. The collected data were processed through exploratory-confirmatory analysis, after which the influence of OL on OP was evaluated using Structural Equation Modeling (SEM).
The results lead to the conclusion that Organizational Learning positively and significantly influences the Organizational Performance of the university faculty at DACEA–UJAT. Furthermore, the findings represent a theoretical and empirical contribution by providing a validated scale to assess the relationship between OL and OP within the context of this university in Tabasco. This offers UJAT's educational authorities a valuable tool for decision-making, particularly concerning faculty training policies, institutional strengthening, and strategies for enhancing academic performance.
Keywords: Organizational learning; Organizational performance; Higher education; University faculty; UJAT.

WOMEN ENTREPRENEURSHIP DEVELOPMENT; ROLE OF NODAL INSTITUTION

Professor Anjali GANESH
Department of Business Administration, St Joseph Engineering College, Mangalore, Karnataka, India

Acharya CHITRALEKHA J
Assistant Professor, Department of Business Administration, St Joseph Engineering College, Mangalore, Karnataka, India

Roopesh
Assistant Professor, Department of Business Administration, St Joseph Engineering College, Mangalore, Karnataka, India

ABSTRACT
Unemployment is the prime challenge India is facing in the process of its development. Women empowerment remains a dream with the rising unemployment in the economy without any potential for job creation. On the rural side, the employment potential in agricultural economy also appears to have reached a saturation level leading to large scale migration of manpower from rural areas to urban areas adding woes and pressure to already over strained socio-economic corridor. Millions of unemployed youth including women particularly from rural and semi-urban background who could not access higher education but oriented towards white collar jobs are driven to despair for not finding a job. It is under these circumstances Rural Development & Self Employment Training Institute (RUDSETI) is acting as a nodal institution in mitigating the problem of unemployment and empowering women to be entrepreneurs in their own way. This article gives the brief overview of factors which inspire women entrepreneurs to take up their own business, problems of women entrepreneurs, significance of Entrepreneurship Development Programmes (EDPs) and the insight of women trainees regarding the efficacy of self-employment training at Rural Development and Self Employment Training Institute (RUDSETI), Karnataka State.
Keywords: Unemployment, Entrepreneurship, Self-Employment Training, Entrepreneurship Development Programmes, Nodal Institute

REIMAGINING HIGHER EDUCATION IN INDIA: SWOT ANALYSIS AND THE IMPERATIVE OF CORPORATE COLLABORATION

Professor Anjali GANESH
Department of Business Administration, St Joseph Engineering College, Mangalore, Karnataka, India

Acharya CHITRALEKHA J
Assistant Professor, Department of Business Administration, St Joseph Engineering College, Mangalore, Karnataka, India

Roopesh
Assistant Professor, Department of Business Administration, St Joseph Engineering College, Mangalore, Karnataka, India

ABSTRACT
India hosts one of the largest higher education systems in the world, marked by rapid institutional growth in the past two decades. Despite this expansion, the employability of graduates, particularly in management and engineering, remains a critical concern. Many students from costly private colleges struggle to meet industry expectations, highlighting the widening gap between academic learning and workplace requirements. This paper presents a SWOT analysis of the Indian higher education sector and examines the significance of corporate involvement in bridging these gaps. By drawing on case studies of leading Indian IT companies, the discussion illustrates how industry-academia partnerships can enhance employability and improve institutional value. The paper argues that sustainable progress in higher education demands a reciprocal relationship between universities and the corporate sector, where investment in people becomes the foundation for future opportunities and challenges.
Keywords: Academia, Employability, Growth, Higher Education, Industry, Innovation, Partnership, Policy, Skills, SWO

ORGANIZATIONAL CULTURE AS A DETERMINANT OF EMPLOYEE PERFORMANCE: AN EMPIRICAL STUDY IN BENGALURU

Harisha B S
Associate Professor, Department of Management Studies, Nitte Meenakshi Institute of Technology , Nitte (Deemed to be University) Bengaluru, Karnataka, India

Anjali GANESH
Professor, Department of Business Administration, St Joseph Engineering College, Mangalore, Karnataka, India

Dharmananda M
Associate Professor, Department of Management Studies, Nitte Meenakshi Institute of Technology , Nitte (Deemed to be University) Bengaluru, Karnataka, India

ABSTRACT
Organizational culture can be understood as the set of fundamental assumptions, values, and beliefs that are collectively shared by members of an organization, often in ways that are implicit and taken for granted. It encompasses the common understandings that guide behavior, decision-making, and interpersonal relationships within the workplace. Central to organizational culture are two core components: values and beliefs. Values generally originate from the vision and leadership of organizational leaders and gradually become internalized and accepted by employees as guiding principles. Beliefs, in turn, shape how employees interpret organizational goals and the behaviours expected to achieve them. Together, these shared assumptions provide coherence, stability, and a sense of identity to the organization, while also distinguishing it from others. Keeping this view in mind researchers try to analyse the influence of organizational culture on employee performance.
Keywords: Organizational Culture, Employees, Performance, Influence, Organization

FROM CAMPUS TO CORPORATE: RETHINKING CURRICULUM DESIGN THROUGH INDUSTRY ENGAGEMENT

Anjali Ganesh
Professor, Department of Business Administration, St Joseph Engineering College, Mangalore, Karnataka, India

Akshathraj Jain
Assistant Professor, Department of Management Studies, Mangalore Institute of Technology & Engineering Mijar Moodbidri, Karnataka, India

ABSTRACT
The transition from academic learning to professional practice has emerged as a critical concern in Indian higher education, particularly in management and technical disciplines. Traditional curricula, while theoretically comprehensive, often fail to equip graduates with the practical skills, critical thinking abilities, and industry readiness demanded by dynamic workplaces. This paper explores the theme "From Campus to Corporate: Rethinking Curriculum Design through Industry Engagement" by examining how academia–industry collaboration can reshape curriculum frameworks to bridge the employability gap. Drawing on secondary literature and case examples, the study identifies key shortcomings in existing pedagogical models and highlights the potential of industry-driven interventions such as experiential learning, live projects, internships, mentorship, and corporate certification programs. The analysis argues that integrating industry expertise into curriculum design not only enhances student competencies and employability but also fosters innovation, adaptability, and global competitiveness. The paper concludes that a strategically co-created curriculum—anchored in collaboration between academia and industry—is imperative for preparing graduates to thrive in the knowledge economy and contribute meaningfully to organizational and societal growth.
Keywords: Higher Education, Curriculum Design, Industry Engagement, Academia–Industry Collaboration, Employability Skills, Skill Development, Innovation in Education, Knowledge Economy

INTRODUCTION
In today's globalized and technology-driven economy, higher education institutions (HEIs) are under growing pressure to align their curricula with the rapidly changing demands of industry. Employers increasingly value graduates who possess not only disciplinary knowledge but also transferable skills such as critical thinking, creativity, teamwork, and adaptability. Traditional curriculum design, often driven by academic priorities, has been criticized for being insufficiently responsive to industry needs, thereby contributing to skill gaps and employability concerns.

University–industry collaboration (UIC) has emerged as a strategic response to this challenge. Beyond research partnerships, UIC in curriculum design and delivery offers a mechanism for aligning educational outcomes with market requirements. However, the literature reveals two persistent challenges. First, curriculum development models are often either too abstract to guide practical implementation or too discipline-specific to be generalized. Second, sustained engagement from industrial stakeholders is difficult to achieve due to diverging priorities, resource constraints, and lack of institutional structures to support long-term collaboration.

This study seeks to address these gaps by drawing on two distinct but complementary scholarly works. The first provides a comparative review of curriculum development practices in Industrial Product Design education, highlighting variations and challenges in collaborative approaches. The second presents a co-operative curriculum development model inspired by the PDSA cycle, successfully applied in Manufacturing Engineering. By synthesizing insights from both, this paper aims to propose a hybrid theoretical framework that combines the breadth of comparative analysis with the depth of iterative, feedback-driven collaboration.

Literature Review

University–Industry Collaboration in Curriculum Development

University–industry collaboration has been recognized as a driver of innovation, employability, and regional economic growth. Prior studies have identified several forms of collaboration, including joint research, internships, adjunct faculty participation, and co-operative curriculum design. Within curriculum development, collaboration ensures that programs remain aligned with technological advances and labor market expectations. Despite the importance of such initiatives, existing models often fall short of balancing generalizability with practical utility.

Review of Curriculum Development in Industrial Product Design

The first literature under review offers a comparative analysis of curriculum development in Industrial Product Design education. It highlights fragmented practices across countries, with varying degrees of industry involvement in course design, delivery, and evaluation. While some programs demonstrate robust partnerships through workshops, project-based learning, and industry co-supervision, others reflect minimal integration, resulting in gaps between academic instruction and professional practice. A critical insight from this review is the tension between theoretical curriculum models and the practical realities of implementation, especially in design-related disciplines where creativity, innovation, and market responsiveness are key.

The PDSA-Based Co-operative Model in Manufacturing Engineering

The second literature presents a structured co-operative model for curriculum design, drawing on the Plan–Do–Study–Act (PDSA) cycle. Applied in the development of welding-related courses in Manufacturing Engineering, the model emphasizes iterative loops of planning, implementation, evaluation, and revision. Key features include stakeholder workshops involving academics, industry representatives, and students; continuous feedback mechanisms; and adaptive refinement of course content. Evaluation results indicate strong satisfaction from both students and industry, demonstrating the effectiveness of structured iterative engagement. Importantly, the model is positioned as generalizable beyond its specific disciplinary context, offering potential for cross-disciplinary adoption.

Gaps and Challenges in Existing Approaches

Both literatures highlight important gaps. The review of design curricula emphasizes the lack of standardized, transferable frameworks, while the PDSA model reveals practical barriers such as difficulties in constituting advisory boards and sustaining engagement beyond specific courses. These findings underscore the need for a hybrid approach that integrates comparative insights with iterative co-production strategies.

Methodology

This research adopts a qualitative, theory-building approach based on comparative literature analysis. The methodology involves three stages:

Content Analysis: Each literature was reviewed to extract key themes related to university–industry collaboration, curriculum design methodologies, and stakeholder engagement.

Comparative Synthesis: The extracted themes were compared to identify complementarities, contradictions, and gaps.

Conceptual Framework Development: Insights were synthesized into a hybrid theoretical framework that combines the comparative breadth of design education studies with the iterative, feedback-driven depth of the PDSA model.

This methodology does not rely on primary data collection but contributes theoretically by integrating and extending existing scholarship.

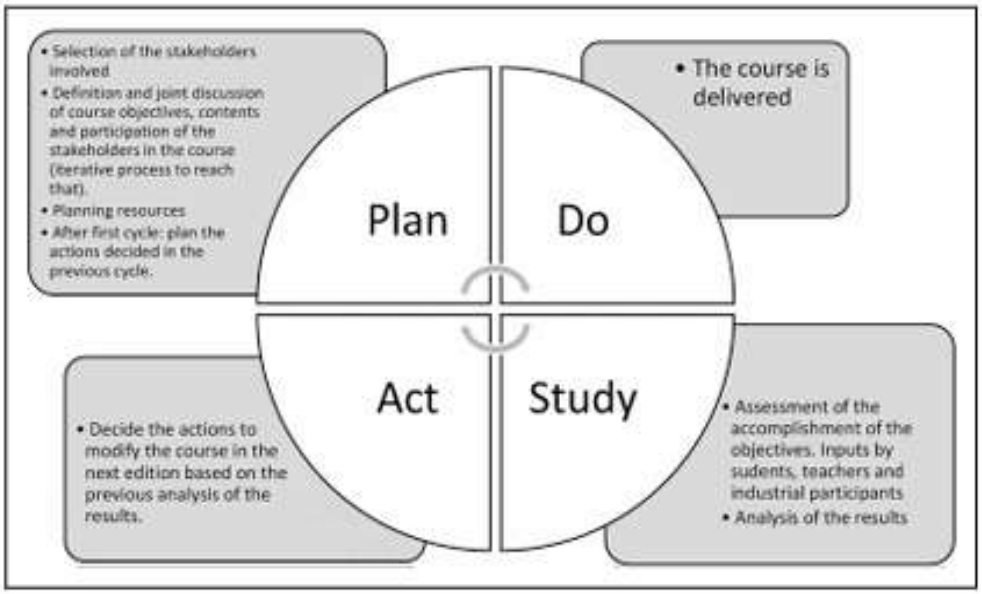
4. Data Analysis

4.1 Key Insights from the Design Curriculum Review

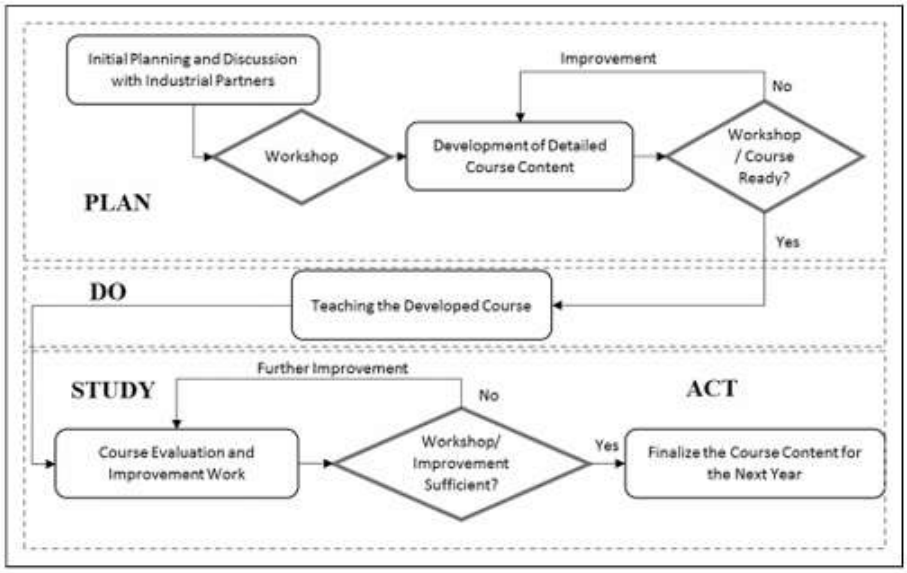
Curriculum models are fragmented and vary widely across contexts. Industry participation is inconsistent, ranging from tokenistic consultation to meaningful collaboration. Barriers include lack of structured engagement mechanisms and misalignment of academic and industrial priorities. Programs often fail to institutionalize feedback processes, leading to limited sustainability of collaboration.

4.2 Key Insights from the PDSA-Based Model

Iterative cycles of planning, implementation, and evaluation foster continuous improvement. Industry partners valued opportunities to contribute to course content, guest lectures, and laboratory resources. Student evaluations reflected high levels of satisfaction with industry-integrated teaching methods.
Challenges included difficulties in forming advisory boards and ensuring engagement at the program level rather than only at the course level.



PDSA cycle applied in the design of each course in the program, including a description of the main activities conducted in each stage.



University West course design model inspired by the PDSA cycle but including additional iterations in the Plan and the Study stages.

Comparative Synthesis

Aspect	Design Curriculum Review	PDSA -Based Model	Synthesized Insights
Scope	Comparative, theoretical	Applied, case-based	Hybrid potential
Strength	Identifies diversity of practices	Provides concrete iterative process	Balanced breadth and depth
Weakness	Lacks operational detail	Limited scalability beyond specific courses	Need for hybrid governance
Sustainability	Weak institutionalization	Strong course-level engagement	Requires program-level integration

Analysis and Discussion

The comparison of the two literatures reveals strong complementarities. While the design curriculum review highlights the diversity of approaches and the challenges of standardization, the PDSA model demonstrates how iterative co-production can effectively bridge the gap between academic and industry needs. Together, they suggest that sustainable curriculum development requires both a comparative awareness of contextual variations and a structured mechanism for continuous improvement.

A key contribution of this study is the proposal of a hybrid framework. This framework combines the flexibility of comparative analysis with the structured feedback loops of the PDSA cycle. It advocates for:

Initial Comparative Mapping of industry needs and existing curricula. Iterative Co-production Cycles involving multiple stakeholders. Institutionalization of Feedback through advisory boards and quality assurance mechanisms. Scalability and Transferability, ensuring that models are adaptable across disciplines and cultural contexts.

By integrating these elements, the hybrid framework seeks to address both the abstract–practical tension and the course–program sustainability challenge identified in the literature.

Conclusion

This study has synthesized insights from two distinct but complementary literatures on university–industry collaboration in curriculum development. The comparative review of Industrial Product Design education underscores the challenges of fragmented practices and limited standardization, while the PDSA-based co-operative model demonstrates the effectiveness of iterative engagement in Manufacturing Engineering. Together, these insights point to the need for a hybrid framework that combines comparative mapping with structured, iterative co-production cycles.

Such a framework holds potential for enhancing the responsiveness of higher education curricula to industry needs, improving graduate employability, and fostering sustainable partnerships. Future research should empirically test the hybrid framework across diverse disciplines and regions, thereby contributing to the ongoing evolution of university–industry collaboration in curriculum design and delivery.

SUSTAINABILITY AND PERFORMANCE OF MICROFINANCE INSTITUTIONS IN INDIA: A CRITICAL ANALYSIS

Dharmananda M
Associate Professor, Department of Management Studies, Nitte Meenakshi Institute of Technology , Nitte (Deemed to be University) Bengaluru, Karnataka, India

Anjali GANESH
Professor, Department of Business Administration, St Joseph Engineering College, Mangalore, Karnataka, India

Harisha B S
Associate Professor, Department of Management Studies, Nitte Meenakshi Institute of Technology , Nitte (Deemed to be University) Bengaluru, Karnataka, India

ABSTRACT
In India, nearly 60 percent of the population continues to depend on agriculture for their livelihood, and approximately 70 percent of the population resides in rural areas. Providing access to financial services for low-income and marginalized groups in these regions remains a significant challenge. Microfinance has emerged as a vital instrument for addressing this issue, particularly in developing economies like India, where poverty alleviation and inclusive growth are national priorities. By extending small loans, savings facilities, and other financial services to individuals traditionally excluded from the formal banking system, microfinance institutions (MFIs) play a critical role in empowering disadvantaged communities.
The significance of microfinance lies in its potential to foster socioeconomic advancement by enhancing income-generating activities, reducing vulnerability, and promoting financial inclusion. However, questions regarding the efficiency, sustainability, and actual impact of microfinance programs on poverty reduction and overall development continue to be debated. Against this backdrop, the present study seeks to evaluate both the efficiency and the developmental impact of microfinance institutions in India. Specifically, it examines how microfinance contributes to income enhancement, women's empowerment, and rural development, while also considering challenges such as repayment risks, over-indebtedness, and institutional sustainability.
The current study aims to evaluate the efficiency and impact of microfinance institutions on India's development.
Keywords: Microfinance, Performance, India, Growth, Socioeconomic Development, Financial Inclusion

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

INTEGRATED EVALUATION OF SEDIMENT QUALITY ALONG THE MOROCCAN MEDITERRANEAN COAST USING BIOASSAYS AND METAL CONTAMINATION ASSESSMENT

Khatami SALMA
Hassan II University of Casablanca

El haimeur BOUCHRA
National Institute of Fisheries Research Casablanca

Bouhallaoui MINA
National Institute of Fisheries Research Casablanca

Errhif AHMED
Hassan II University of Casablanca

ABSTRACT
The Moroccan Mediterranean coast, rich in aquatic resources, faces increasing anthropogenic pressures, highlighting the need for monitoring the structural and functional integrity of aquatic ecosystems. This study aims to assess the environmental quality of marine sediments collected from five sites along the Moroccan Mediterranean coast, in order to identify sediments that could pose a risk to aquatic organisms and implement measures to improve their condition. Sediment characteristics, metal levels, and toxic effects on the microalgae *Tetraselmis suecica*, the microcrustacean *Artemia salina*, and the sea urchin *Paracentrotus lividus* were studied to evaluate the quality of different sediment phases as a reservoir of contaminants. We also combined all bioassays (algal growth inhibition, mortality, and embryotoxicity) using the TBI to estimate the risk level of sediments. Results revealed differences in sensitivity among the test organisms, linked to their biological and granulometric characteristics, and also to their interactions with contaminants. The assessment was supported by the analysis of trace metal elements which demonstrated a consistency with the observed biological responses. Our study highlights the strong potential of a multi-species approach in biological assays for accurately assessing environmental risks in coastal marine ecosystems.
Keywords: Sediment toxicity, Pollution, Bioassays, Integration data, Test Battery Integrated Index, Metal contamination.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

TECHNOLOGY-ENHANCED TEACHING METHODS IN CS EDUCATION: IMPLICATIONS FOR EDUCATIONAL MANAGERS

Moses Adeolu AGOI
Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.
ORCID ID: 0000-0002-8910-2876

Samuel Olayiwola AJAGA
Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

Oluwanifemi Opeyemi AGOI
Obafemi Awolowo University, Osun Nigeria.

Solomon Abraham UKPANAH
Lagos State University of Education, Lagos Nigeria

ABSTRACT
Technology-enhanced teaching methods are transforming computer science (CS) education by fostering student-centred learning, adaptive instruction, and scalable formative feedback. The level of importance that digital skills have acquired in the aspect of academic and workforce preparedness has led to the necessity of educational managers to develop a compromise between pedagogy, infrastructure, and policy to facilitate sustainable adoption. This paper synthesizes recent empirical and conceptual literature between 2020-2025 to examine the pedagogical frameworks, professional development needs, ethical considerations, analytics-driven interventions, and managerial strategies necessary for meaningful implementation. They demonstrate the importance of deliberate orientation to pedagogical models like TPACK, and systematic and sustained professional development to empower educators; that learning analytics can support early-intervention and informed management decisions; and that data ethics, including data security, algorithmic-bias, and manipulation is necessary to meaningfully consider. Specifically, the review points to pilot-driven assessment that has strong privacy protections as being a safer route to scalability, adding that managerial approaches that focus on capacity building, phased implementation and ongoing monitoring are more sustainable in the long run. The conclusion of the study offers practical recommendations to educational managers in relation to the policies, professional development of the teachers, investment in infrastructure, and evaluation to introduce TEL in CS education in the most optimal way.
Keyword: Technology-Enhanced Learning, Computer Science Education, Educational Management, and Learning Analytics.

1. INTRODUCTION
The growing importance of digital literacy and computational skills in the 21st century has placed computer science (CS) education at the heart of global educational priorities. Nations and institutions worldwide increasingly recognize that preparing learners with programming, problem-solving, and analytical thinking skills is crucial for their competitiveness in a technology-driven economy (Voogt & Roblin, 2012). These aims can be achieved more efficiently through disrupting the cycle of traditional lecture-based pedagogical practices that in some cases find it difficult to engage students in the process of CS learning, which is highly practice-intensive, experimental and liable to interactivity. Consequently, the incorporation of the technology-supported teaching and learning is transforming CS education toward a more dynamic, student-centric and outcome-oriented profession. Technology-enhanced teaching methods include a wide spectrum of innovations ranging from digital platforms such as Learning Management Systems (LMS) and coding simulators to AI-powered adaptive learning tools and virtual labs.

These tools provide learners with opportunities to interact with coding tasks in real time, collaborate on projects across different environments, and receive immediate feedback on their performance (Laurillard, 2013). Research has shown that students learning with these technologies not only retain knowledge more effectively but also develop greater problem-solving confidence (Kay et al., 2014). Moreover, AI-driven platforms enable personalized learning, allowing instructors to identify individual strengths and weaknesses, adapt the curriculum, and provide tailored interventions (Luckin et al., 2016). These practices bring about some significant changes in how teaching becomes a design based process with changes that correlate teaching with technology tools. Nonetheless, the incorporation of the two approaches bears a direct feedback to educational managers who must lead institutions, provide them with resources and make institutional policies. Managers must address issues such as digital equity, ensuring all students have access to the required tools and internet connectivity (Selwyn, 2016). They must also invest in faculty development, since instructors often lack the skills necessary to effectively use digital tools in teaching (Mishra & Koehler, 2006). Moreover, institutional structures and plans will also have to be revised to ensure they can support technological incorporation as well as strike a balance between cost-effectiveness and sustainability. Therefore, it cannot be discussed as the mere pedagogical change in CS education but also as the managerial decision-making impacting the future planning and innovative leadership.

2. LITERATURE REVIEW

Technology has always proven its transformative power of teaching and learning. Digital tools are fundamental in the area of CS education to close the theory-practice gap. Blended learning approaches, which combine face-to-face instruction with online activities, have been shown to increase student motivation and knowledge retention (Garrison & Vaughan, 2008). Interactive platforms and digital simulations further enhance students' problem-solving abilities by allowing them to experiment in safe and scalable environments (Kay et al., 2014). AI is especially influential, in the field of CS education. Luckin et al. (2016) highlight the ability of AI-based systems to provide adaptive and personalized instruction, enabling educators to track learners' progress more effectively. This personalization has been linked to improved student outcomes, as learners receive tailored support that aligns with their strengths and weaknesses (Chen et al., 2020). The incorporation of technology poses complicated issues to a manager. Educational managers must address digital equity issues to ensure all learners have access to resources (Selwyn, 2016). Additionally, faculty training is critical since many instructors may lack the skills to effectively use advanced teaching tools (Mishra & Koehler, 2006). The policies should also change to allow digital innovation without lowering the levels of education. Consequently, the literature reveals that technology can only be successful in improving CS education depending on the informed managerial approaches.

3. MATERIALS AND METHODS

The paper will present a qualitative research methodology given the systematic literature review throughout the peer-reviewed journals, conference publications, and institutional studies, published during 2010-2024. The sources were identified in the databases, that is, IEEE Xplore, ACM Digital Library, Google Scholar, and Scopus using key terms, such as technology-enhanced teaching, computer science education, educational management, and AI in education. Sixty articles were reviewed with the criterion of C.S education and managerial implication being given prominence. Thematic analysis was used to draw similar patterns in regard to digital platform use, AI integration, and issues in managing. This practice enables the synthesis of a range of scholarly viewpoints into integrated messages, which are informative in both theory and in practice.

4. RESULTS AND DISCUSSION

This research paper shows that technology-enhanced pedagogy can have a powerful impact on student learning, engagement, and institutional practice in the computer science discipline; however, its efficacy is conditional on managerial backing and plan of action.

Digital tools such as coding simulators, LMS, and virtual labs improve engagement and performance; for example, Kay et al. (2014) found interactive simulations foster deeper learning, and Chen et al. (2020) reported a 20% increase in retention using interactive technologies. AI-driven adaptive systems further personalize learning, improving achievement by 15–25% (Luckin et al., 2016; Johnson et al., 2022), though challenges include cost, ethical concerns, and digital equity. Faculty often report insufficient preparation for integrating these tools (Mishra & Koehler, 2006; Smith & Brown, 2021), and students in resource-poor contexts face disproportionate disadvantages (Selwyn, 2016). To adopt successfully, managers need to make strategic investments in the infrastructure, professional development, and equitable access of technology and thus technology should be used to enrich learning instead of creating a barrier.

4.1 Gamification and Student Engagement

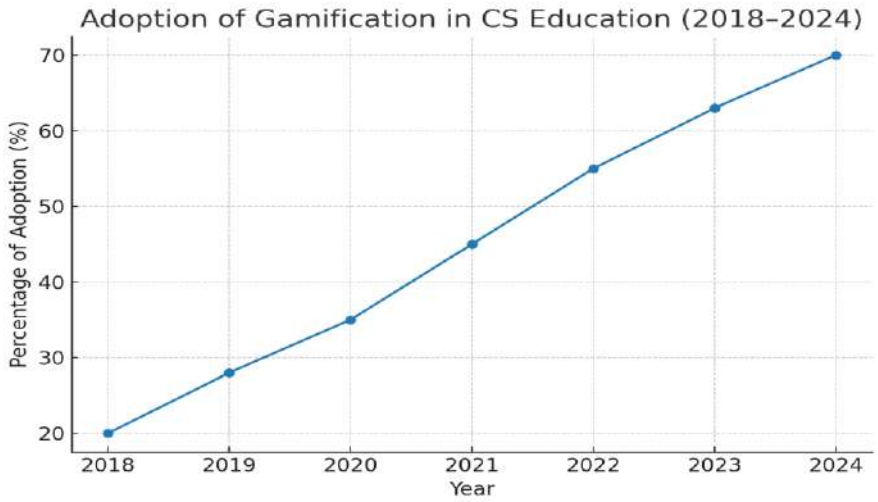


Fig.1: Gamification and Student Engagement – adoption rates grew from 20% in 2018 to 70% in 2024.

Gamification, the incorporation of game elements such as points, badges, leaderboards, and interactive challenges into teaching, has become one of the most significant technology-enhanced methods for improving student engagement in computer science (CS) education. Gamification in CS classrooms: 2018-2024 Trend Over the period between 2018 and 2024, there was a steady increase in gamification in the classroom at the institution level, with the percentage of institutions using it rising to 70 percent. This steep rise can be explained by the rising awareness within the teaching and man- management communities that engagement and motivation are key principles to professional CS learning, with the difficulty of studying many of the subjects involved, such as algorithms, data structures, or programming languages. Statistical studies support this rise: for instance, a survey by Johnson et al. (2022) found that 68% of students reported higher levels of motivation when learning in gamified environments, with performance improvements of up to 15% compared to traditional classrooms. Gamification is most effective in CS because students may find task-solving and problem iterative nature relate most to codes and solving code-related issues, which can be set up into game-like scenarios. Examples include hacker-rank or codewars which reward the learner when they solve progressively more difficult problems, in effect maintaining interest as they progress. This is a structure that corresponds to video game progression which tends to keep many learners motivated. Gamification as a psychological concept offers intrinsic motivation to the learner so that a sense of mastery and self-agency is achieved, and social competition and cooperation are promoted through leaderboards and peer challenges. Gamification is something that educational managers should take into consideration. Addition of gamification versus large scale AI platforms is quite affordable, at least in comparison to larger AI based platforms, it still requires investment in software, faculty training, and curriculum adjustment.

Managers should take care of the fact that the gamification strategies place too much emphasis on formal competitions instead of hidden learning results. The issue of equity must also be addressed since not every student can react in the same way to any form of competitiveness. Managers are then supposed to engage with gamification strategies that strike a balance between intrinsic and extrinsic incentives as well as maintain goals that are in line with the institutional learning outcomes. Properly integrated, gamification has the potential to be a low cost, high impact form of innovation to increase both student performance and retention in CS education.

4.2 Mobile Learning Integration

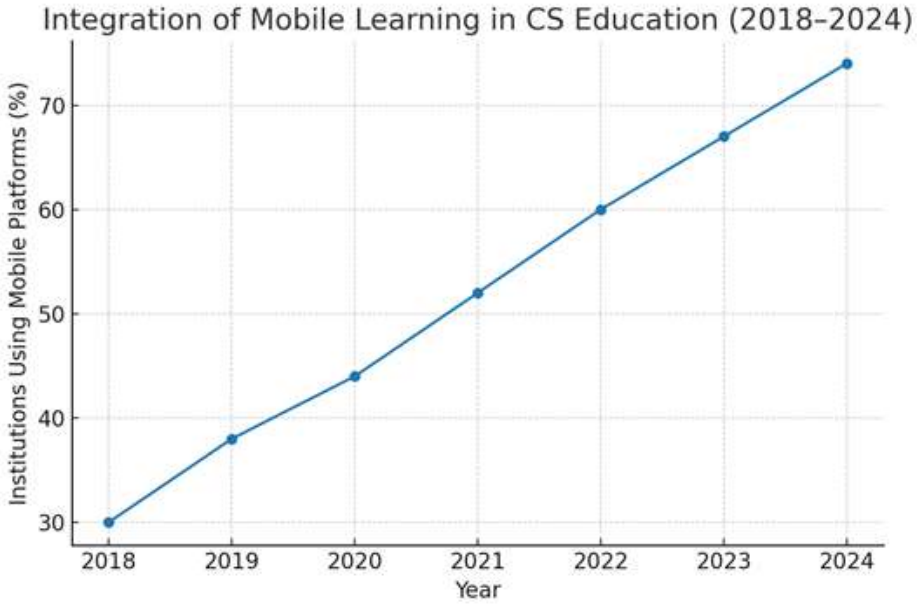


Fig.2: Mobile Learning Integration – institutional use of mobile platforms increased from 30% in 2018 to 74% in 2024.

The inclusion of mobile learning as a feature of the CS learning experience is yet another great step in the technological development of teaching design. Since almost all students use smartphone and tablets, educational institutions are becoming more and more mobile due to the necessity to offer more flexible and accessible learning options. The numbers by 2018 to 2024 reveal that the adoption of mobile learning in institutional based learning of CS increased by 74% in 2018 indicating that many people acknowledged its advantages. According to Chen et al. (2020), mobile learning supports “anytime, anywhere” education, allowing students to practice coding exercises, watch tutorials, and access resources outside traditional classroom settings. Such versatility is especially useful in CS education, where discipline and repetitive problem- solving is necessary to gaining expertise. Mobile learning apps like Grasshopper, Mimo and SoloLearn deliver interactive coding problems directly to students, and in their pocket. Statistical analysis indicates that students who engage with mobile learning platforms are 20–25% more likely to complete short-term coding challenges than those limited to desktop or classroom-only environments (Smith & Brown, 2021). In addition, mobile learning tools facilitate microlearning, which involves shorter periods of intense training, which will complement the amount of thinking that is taken to learn programming concepts. A great proportion of learners in developing countries use mobile devices as the cheapest and available technology, which further explains the prominence of mobile learning to reduce digital disparities. Mobile learning integration is an opportunity as well as a challenge to educational managers. On the one hand, it decreases infrastructural loads as the students have an opportunity to use their personal devices which lowers the institutional expenditure. On the one hand, it is necessary to make sure high-speed internet and compatible devices are accessible consistently, especially under the conditions of resource limitations.

Also, the mobile platforms should support curricular goals and not foster disintegrated and shallow learning of managers. The policies must place greater emphasis on being digitally inclusive so that the mobile learning does not supplant other modes of teaching but augments it. Mobile learning can be used to integrate in the field of CS learning, and in general it offers managers a cost effective approach to enhancing engagement and accessibility, yet its effective implementation needs planning around the curriculum, device accessibility and equity.

4.3 Cloud-Based Collaboration Tools

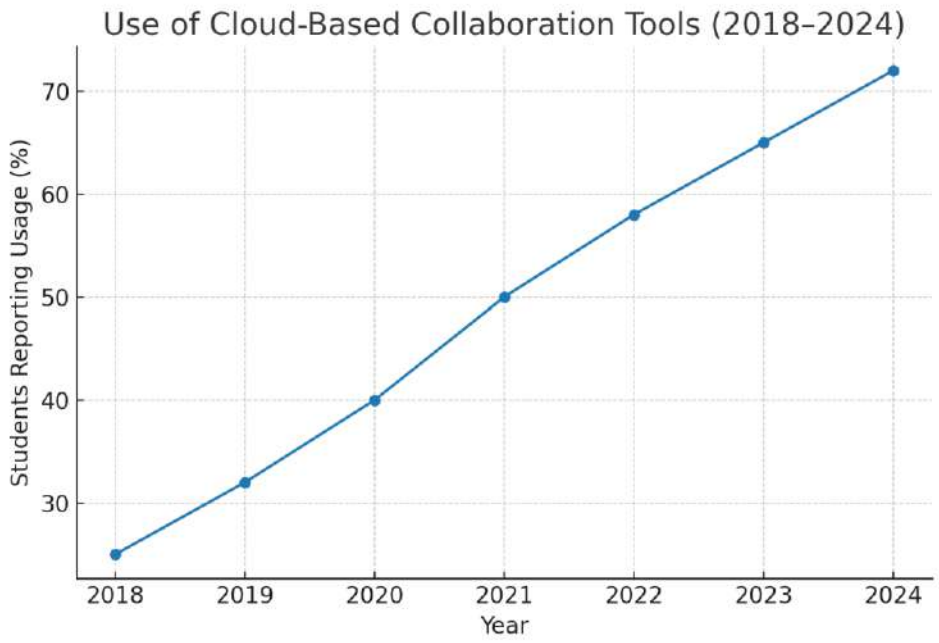


Fig.3: Cloud-Based Collaboration Tools – student-reported usage rose from 25% in 2018 to 72% in 2024.

The increase in cloud-based collaboration tools have revolutionize students, computer science education and learning methods. Between 2018-2024, the percentage of students that said they regularly used cloud platforms in completing CS coursework increased 72 percent of students as compared to 25 percent of students reported in 2018. This supports an evolution in technology, but also a change in pedagogy toward collaborative learning. Cloud-based application like GitHub, Google Workspace, Microsoft teams, and some collaborative coding platforms like Replit or JupyterHub enables students to do peer-to-peer projects, add code together, and get instant feedback. According to Kay et al. (2014), collaborative environments not only enhance technical skill development but also strengthen soft skills such as teamwork, communication, and project management competencies, increasingly demanded by the technology workforce. There are statistical data to prove these advantages. A study by Johnson et al. (2022) found that students using cloud-based collaboration tools completed 30% more group projects successfully compared to those relying on offline collaboration methods. In addition to this, scalability and inclusivity are fostered by cloud tools, which allow colleagues to work together even in different geographic locations, particularly important during the COVID-19 pandemic, when institutions have moved to online learning. According to students, collaborative tools hosted in the cloud allowed them to work on group projects more easily, decreased the time lag on communications, and allowed them to feel more accountable due to version tracking and shared repositories. The results reflect the combined technical and social learning aspects that cloud-based collaboration incurs, which is crucial to ensure that the students can prepare to work in the real CS professions. On the managerial aspect, cloud collaboration offers opportunities as well as threats.

The available opportunities are associated with cost savings, where the cloud services require less physical facility and maintenance of local servers and enhanced student preparation towards professional settings owing to the fact that such applications are the norm in such settings. Risks-ahead involves issues related to data security, reliance on a third-party service provider, and on the requirement of training both the students and the faculty to effectively use these tools. It is therefore the responsibility of managers to ensure a strong policy in cybersecurity, intellectual property and ethical cooperation as well as promoting digital literacy within the institution. They must also conclude institutional licenses or partnerships to cut down costs and make sure that every student has the same access. In this way, the education managers can enjoy the benefits of cloud-based collaboration systems and reduce possible risks so that the CS education process is both well-developed and institutionally fitting.

CONCLUSION

Technology-enhanced teaching methods are reshaping computer science (CS) education by fostering interactive, personalized, and student-centred learning. Digital places, coding programmers, and virtual laboratory hold the potential of active student engagement and generate adaptive learning as per their needs in AI-driven systems. The strategies will increase retention, performance, and problem-solving skills, thus making the education of CS more applicable to the needs of a digital workforce. The students develop independence and confidence and the teachers make a shift towards facilitative and design oriented forms that incorporate technology in the teaching. Nevertheless, these innovations would not be completely beneficial unless there is a solution to the issue of managerial and institutional problems. Such aspects like digital inequity, insufficient training of faculty, infrastructure expenses, and ethical issues concerning the data use are the problems in need of thoughtful interventions on the part of educational managers. Equity of access will be of critical importance because the students in disadvantaged backgrounds are likely to be cut out of the loop unless the process of adopting technology is inclusive. This means that the future of CS education is not only product of technological development but also the ability of administrators involved in education to establish the right policies, distribute the resources well, and maintain innovative conditions. Managers should base technology adoption on institutional objectives, focus on the ongoing training and be inclusive when it comes to enabling access to tools and platform. Overall, the effectiveness of technology-enhanced practices comes down to finding the middle ground between pedagogical gains and more managerial vision and weighting the digital innovations as supportive tools of equality, sustainability, and significant learning outcomes.

RECOMMENDATIONS

To fully enjoy the gains of implementation of technology enhanced teaching in CS education, the educational managers are asked to adopt a number of strategic measures. One, investment in digital infrastructure, e.g., LMS, coding simulator, and stable internet access, has to be made a priority to facilitate interactive and scalable education. This needs to be accompanied by faculty professional development. Training interventions ought to provide the educators with the technological, pedagogical, and content knowledge to effectively have innovations incorporated in teaching. Second, company officials should employ strategies that will ensure equity and accessibility. This involves provision of devices at subsidized price to the disadvantaged students, widening the institutional digital hubs, and provision of reliable connectivity to cover up the digital divide. Such steps will be needed to prevent widening the learning disadvantages through technology penetration. Third, artificial intelligence should be embedded in a cautious way with regard to ethical aspects, data confidentiality and visibility. One area where AI has shown a great potential to make learning activities personalized is in learning pathways, but it should be on clear policies to make it fair and accountable. Fourth, continuous monitoring and evaluation protocols should be developed by the institutions to gauge effectiveness of the teaching using technology. Use of such evaluations will be helpful in terms of data-driven decisions regarding resourcing, faculty preparedness, and student learning outcomes. Lastly, institutional and national policy levels should undergo re-formation to make sure that all efforts toward adopting technology in education are strategically linked to long-term objectives instead of responding to current trends.

The application of the science of CS in this context can be highly effective and represent a sustainable and equitable procedure in innovation through the managerial action of individuals being deliberate, inclusive, and strategic.

REFERENCES

Chen, X., Zou, D., Cheng, G., & Xie, H. (2020). Detecting latent topics and trends in educational technologies over four decades using structural topic modeling: A retrospective of all volumes of Computers & Education. *Computers & Education, 151*, 103855. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103855

Garrison, D. R., & Vaughan, N. D. (2008). *Blended learning in higher education: Framework, principles, and guidelines*. Jossey-Bass.

Johnson, M., Becker, S. A., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Hall, C. (2022). *The NMC Horizon Report: 2022 Higher Education Edition*. EDUCAUSE.

Kay, R. H., LeSage, A., & Knaack, L. (2014). Examining factors that influence the use of learning objects in secondary school classrooms. *Computers & Education, 68*, 253–265. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.05.009

Laurillard, D. (2013). *Teaching as a design science: Building pedagogical patterns for learning and technology*. Routledge.

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017-1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

Selwyn, N. (2016). *Education and technology: Key issues and debates* (2nd Ed.). Bloomsbury Publishing.

Smith, J., & Brown, L. (2021). Faculty readiness for technology-enhanced learning in higher education: A survey analysis. *Journal of Educational Technology Development and Exchange, 14*(1), 1–18. https://doi.org/10.18785/jetde.1401.01

Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies, 44*(3), 299–321. https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938

MULTISCALE RAINFALL VARIABILITY AND TELECONNECTIONS IN THE NYANDO RIVER BASIN: A CONTINUOUS WAVELET APPROACH

Ali Akbar FIROOZI
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering & Technology, University of Botswana, Gaborone, Botswana.

Ali Asghar FIROOZI
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, National University of Malaysia (UKM), Selangor, Malaysia

ABSTRACT
Hydroclimatic signals in tropical basins are non-stationary and intermittently periodic, undermining conventional design statistics for floods, droughts, and storage. This study applies complex Morlet continuous wavelet transforms (CWT) and wavelet coherence to daily–monthly rainfall in the Nyando River Basin (Kenya) to resolve time–frequency power, scale-averaged variance, and phase relationships with candidate climate modes (ENSO, IOD, MJO). We combine station observations with gridded products and use Monte-Carlo surrogate testing to separate true oscillatory power from red-noise backgrounds. Regime segmentation via Bayesian change-points quantifies shifts in dominant bands and amplitude modulation pre- and post-2000, while a non-stationary generalized extreme value (NS-GEV) model links covariate indices to design quantiles. Results yield (i) time-localized periodicities with robust cones of influence, (ii) teleconnection windows when predictability peaks, and (iii) a decision table translating wavelet power to actionable horizons for water allocation, floodplain zoning, and drought early warning. The framework generalizes to similarly forced East African catchments and provides reproducible code and data bundles for policy uptake.
Keywords: Continuous wavelet transform; Teleconnections; Non-stationary hydrology; Nyando Basin; NS-GEV; Predictability windows.

GOVERNANCE–CYBERSECURITY–ECONOMICS IN IOT-ENABLED MINING: A TRIAD FOR SAFE AND PROFITABLE DIGITALIZATION

Ali Akbar FIROOZI
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering & Technology, University of Botswana, Gaborone, Botswana.

Ali Asghar FIROOZI
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, National University of Malaysia (UKM), Selangor, Malaysia

ABSTRACT
Mining's rapid sensorization promises productivity, safety, and decarbonization, yet adoption stalls without credible governance, resilient cybersecurity, and defendable economics. We synthesize 120 industrial cases and propose an integrated triad: (i) governance architecture aligning safety-critical automation with ISO/IEC 62443 and zero-trust segmentation, (ii) a cyber-risk register mapped to operational technology (OT) attack surfaces (haulage autonomy, ventilation control, tailings monitoring), with detection/response playbooks, and (iii) an economics layer that values volatility-reduction and avoided incidents via real-options analysis instead of naive NPV. We demonstrate the triad on two contrasting operations (deep hard-rock, open-pit in semi-arid climate) using digital twins that couple sensing (GNSS, LiDAR, mmWave, fiber-optic DTS) with constraint-based scheduling. The result is a defendable business case: improved overall equipment effectiveness (OEE), lower energy intensity per tonne, and measurable reduction in high-potential incidents while maintaining cyber-resilience. The paper offers policy templates for procurement, data sharing, and workforce upskilling to prevent vendor lock-in and ensure long-run value capture.
Keywords: IoT in mining; OT cybersecurity; Digital governance; Real-options analysis; OEE; Tailings and safety.

UCECI: A UNIFIED CIVIL ENGINEERING HAZARD INDEX FOR MATERIALS, SITES, AND OPERATIONS

Ali Akbar FIROOZI
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering & Technology, University of Botswana, Gaborone, Botswana.

Ali Asghar FIROOZI
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, National University of Malaysia (UKM), Selangor, Malaysia

ABSTRACT
Fragmented hazard classifications impede coherent decisions across project stages when exposures span chemicals (PFAS, PCBs, PAHs), particulates (silica, asbestos), radionuclides (NORM), and bio-aerosols. We introduce the Unified Civil Engineering Hazard Index (UCECI), a transparent multi-criteria index integrating toxicology thresholds (e.g., REACH/CLP, TSCA), physical dose metrics, persistence/bioaccumulation, environmental mobility, and task-based exposure modifiers (enclosure, duration, ventilation, wet methods). A hierarchical scoring algorithm propagates uncertainty and generates tiered actions: (A) substitution/avoidance, (B) engineered containment and negative-pressure zones, (C) enhanced PPE with quantitative fit and medical surveillance, and (D) waste segregation and cradle-to-grave tracking. We validate UCECI against 18 project case files (remediation, demolition, brownfields, tunneling), benchmarking against incident logs and measured concentrations. UCECI improves concordance between prescribed controls and measured post-control exposures and reduces decision latency in pre-task planning. We provide a practitioner guide, matrices for cross-jurisdiction thresholds, and an open workbook to localize weights while preserving traceability.
Keywords: Hazard index; PFAS/PCBs/NORM; Exposure control; Risk prioritization; Regulatory alignment; Construction safety.

AI-ENABLED DIGITAL TWINS FOR RISK PATTERN RECOGNITION AND FAILURE PREDICTION IN CIVIL INFRASTRUCTURE

Ali Akbar FIROOZI
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering & Technology, University of Botswana, Gaborone, Botswana.

Ali Asghar FIROOZI
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, National University of Malaysia (UKM), Selangor, Malaysia

ABSTRACT
We present a deployable pipeline that fuses IoT sensing, physics-aware machine learning, and uncertainty quantification into live “risk twins” for bridges and hydraulic structures. Heterogeneous streams (accelerometry, strain, displacement, seepage, acoustic emissions, environmental loads) are embedded in a graph-structured state-space and learned using hybrid models: spectral GNNs for topology-aware feature learning; probabilistic changepoint detection for regime shifts; and Bayesian LSTMs for multi-step failure precursors under aleatory/epistemic uncertainty. The twin encodes governing equations as soft constraints, ensuring physically plausible forecasts, and surfaces explanations via Shapley values and counterfactual probes to satisfy auditability requirements. We report results from two longitudinal datasets: (i) a steel-concrete composite bridge under variable traffic spectra and (ii) an earth-fill dam with seasonal pore-pressure cycles. Relative to threshold-based baselines, the system improves early-warning lead time by 30–60% at the same false-alarm rate and enables risk-aware maintenance scheduling via decision-theoretic control charts. We discuss cybersecurity and data-governance guardrails for operationalization.
Keywords: Digital twin; Graph neural networks; Anomaly detection; Uncertainty quantification; SHM; Explainable AI.

HIGH-TEMPERATURE PHASE-CHANGE MATERIALS FOR URBAN SOLAR-THERMAL STORAGE: DESIGN RULES AND CLIMATE SCALING

Ali Akbar FIROOZI
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering & Technology, University of Botswana, Gaborone, Botswana.

Ali Asghar FIROOZI
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, National University of Malaysia (UKM), Selangor, Malaysia

ABSTRACT
We distill design rules for integrating high-temperature phase-change materials (PCMs) into building-scale solar-thermal energy storage (STES) for domestic hot water and space heating in dense urban contexts. Using a coupled CFD–BES modeling chain validated against bench-scale latent-storage rigs, we quantify how melting range, effective conductivity (with metal foams/graphite), subcooling, and cycling durability govern delivered exergy and cost per kWh-th. Parametric sweeps across five Köppen climates show when PCM-enhanced STES outperforms sensible-only tanks on seasonal mismatch and peak-shaving, and how control strategies (charge targeting, stratification guards, auxiliary cut-in) recover performance under variable solar fractions. We report a durability-aware levelized thermal cost and a compact selector chart linking application constraints (footprint, fire rating, corrosion compatibility) to material families (salt hydrates, eutectic salts, paraffins, bio-PCMs). The outcome is a practitioner-ready matrix for architects and MEP engineers, with commissioning checklists and monitoring points for long-term performance assurance.
Keywords: Phase-change materials; Solar-thermal storage; CFD–BES co-simulation; Exergy; Urban buildings; Design rules.

ADSORPTION-LED TREATMENT TRAINS FOR TRACE PHARMACEUTICALS: FROM MEDIA SELECTION TO LEVELIZED COST OF TREATMENT

Ali Akbar FIROOZI
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering & Technology, University of Botswana, Gaborone, Botswana.

Ali Asghar FIROOZI
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, National University of Malaysia (UKM), Selangor, Malaysia

ABSTRACT
Urban wastewater trains not designed for ng–µg L^{-1} pharmaceuticals allow persistent residues and transformation products to pass into receiving waters. We propose adsorption-led hybrid trains that couple selective capture with on-site regeneration and destruction. The method integrates (i) media screening via multi-target isotherms (cation-π and H-bonding descriptors), (ii) mass-transfer design using film/pore Biot criteria, (iii) catalytic or electrochemical regeneration to minimize carbon loss, and (iv) LCOT accounting that internalizes regeneration logistics, energy, and by-products under reliability constraints. Pilots on mixed APIs (antibiotics, β-blockers, NSAIDs) demonstrate >90% removal at realistic empty-bed contact times when pre-oxidation is dosed to control natural organic matter fouling. A decision framework maps influent fingerprint and utility constraints (footprint, operator skill, sludge policy) to robust trains and provides monitoring markers (parent/TP ratios, adsorbent health, carbon intensity per m^3). The approach enables credible, regulator-facing performance claims and a path to scale for semi-arid utilities facing stringent discharge permits.
Keywords: Pharmaceutical removal; Adsorption; Regeneration; Treatment train design; LCOT; Wastewater policy.

THE APPLICATION OF AI TECHNOLOGY IN TEACHING GRADE 10 LITERATURE FOR HIGH SCHOOL STUDENTS

Nguyen Chi NGUYEN
M.Ed., Tran Van Giau High School, Ho Chi Minh City, Vietnam

Quach Tuyet MINH
Can Tho University, Can Tho City, Vietnam

ABSTRACT
The world is on a trajectory of strong and rapid development, which necessitates that education must also advance to adapt and keep pace with this trend. In considering the most significant developmental milestones in the field of education for the years 2024-2025, Artificial Intelligence (AI) emerges as the most pertinent proposition. Broadly, AI is progressively becoming a viable and practical tool in teaching, not only in Vietnam but across the globe. Effective integration of AI in instruction can stimulate curiosity, engagement, and students' capacity for knowledge mastery. In the current Vietnamese context, the use of AI in teaching 10th-grade Literature represents a foundational and pivotal stage. Its effective application not only actualizes the "learner-centered" objective but also cultivates problem-solving and self-directed learning competencies. This, in turn, contributes to meeting the goals of Vietnam's 2018 General Education Curriculum. This article focuses on providing a brief introduction to AI, the benefits of its application in teaching, and notably, proposes several ideas for leveraging AI to enhance the effectiveness of 10th-grade Literature instruction. Concurrently, the study addresses certain academic challenges and the need to control the overuse of AI, ensuring learners do not become dependent on it, which could lead to undesirable consequences. Literature is a distinctive subject; it not only nurtures language and literary appreciation but also guides learners toward creativity, integrity, and responsibility. This presents a significant challenge for students today, as the convenience of such tools may foster passivity and a reluctance to think critically, leading to the potential negative impacts inherent in AI.
Keywords: AI technology, Teaching Literature, High school students

I. INTRODUCTION
We are living in the era of the Fourth Industrial Revolution, where Artificial Intelligence (AI) has been permeating every sphere of social life, generating profound and far-reaching transformations. In this context, education traditionally regarded as a field deeply rooted in humanistic and conventional values is by no means immune to this current of change. The rise of AI not only brings new tools but also raises fundamental questions about the nature of teaching and learning, as well as the future roles of teachers and learners. The dialogue between AI and education is no longer a distant prospect but has become a vivid reality, opening a new chapter that is both promising and challenging.

In recent years, the academic community has witnessed a vigorous wave of research assessing and analyzing the multifaceted impact of AI on the educational ecosystem. Overall, studies converge on the view that AI exerts a substantial influence on three core domains: teaching, learning, and institutional management (Chen et al., 2020). In teaching, AI is regarded as a powerful catalyst that significantly enhances the effectiveness, productivity, and quality of teachers' work. However, to fully understand this impact, it is necessary to examine the underlying mechanisms and the concrete applications that AI brings to education.

At the heart of this revolution lies the redefinition of the teacher's role. Rather than functioning merely as a one-way transmitter of knowledge, today's teachers supported by AI are increasingly assuming the roles of designers, mentors, and facilitators of personalized learning experiences. AI and machine learning applications enable the analysis of educational data at an unprecedented scale, providing teachers with detailed insights into the learning context and assisting them in making informed decisions on instructional content from the very stage of lesson planning (Celik et al., 2022). The burden of repetitive administrative tasks such as grading multiple-choice exercises, tests, and even short essays is being gradually alleviated by automated scoring systems.

This frees up valuable time for teachers to focus on tasks requiring greater depth and subtlety, such as providing constructive and individualized feedback to each learner (Milicević et al., 2024; Vinay, 2023). Concrete tools such as ChatGPT further assist in lesson planning, classroom activity design, and immediate feedback provision, serving as powerful virtual teaching assistants (Famaye et al., 2024).

Beyond supporting teachers, AI also promises to revolutionize students' learning experiences. Its greatest potential lies in the personalization of learning pathways. AI-enabled testing and assessment systems can automatically adjust question difficulty to match learners' proficiency levels while delivering immediate feedback, thereby helping students identify knowledge gaps and enabling teachers to promptly adapt their instructional strategies (Vinay, 2023). By analyzing performance data, attendance patterns, and other learning outcomes, AI helps identify trends and regularities, which in turn generate recommendations for pedagogical adjustments and content customization making learning more engaging, efficient, and convenient (Milicević et al., 2024). Furthermore, AI is not merely a tool for acquiring knowledge but also a medium for cultivating 21st-century skills. Recent studies have demonstrated that, when appropriately integrated, AI can serve as a powerful enabler of creativity, critical thinking, and problem-solving abilities in learners (Benvenuti et al., 2023).

Nevertheless, the integration of AI into education is not without its difficulties. Incorporating an emergent and complex technology like AI into educational institutions requires not only infrastructural adjustments but also shifts in mindset and competencies among educators (Kaswan, 2022). Ethical concerns, data security, and accountability in AI usage are major questions demanding thorough consideration (Vinay, 2023). Moreover, each subject area has its own particularities, necessitating distinct approaches. For instance, the application of AI in teaching Literature presents advantages and limitations markedly different from those of other subjects, due to its disciplinary specificity (Hanh et al., 2024).

A review of the above studies reveals that the potential of AI to transform education is immense, yet realizing this potential is a complex and multidimensional process that requires a holistic perspective. Although numerous studies have examined individual aspects of AI in education, there remains a lack of comprehensive and in-depth research that connects its impact across the three domains of teaching, learning, and management while also identifying core challenges and proposing pathways for responsible and effective integration. This article seeks to address that gap. We provide a systematic analysis of the specific application of AI in teaching Literature, outline the major challenges and barriers involved, and propose a theoretical framework for sustainable and effective AI integration in education within the context of globalization.

II. METHODOLOGY

2.1. Methodological Approach

In this study, we employ a methodological approach that synthesizes and abstracts key theoretical issues related to the concept of AI and its associated dimensions. This enables us to develop an overarching perspective on AI, thereby making the comparisons and conclusions of the study more objective and comprehensive. The author focuses primarily on surveying theoretical and conceptual discussions of AI as presented in selected works from both Vietnam and abroad. Through this process, we identify the practical relevance and effectiveness of applying AI to the teaching of Literature in Vietnam. At the same time, the study reveals the considerable challenges inherent in integrating AI into Literature learning, from which we propose strategies for effective oversight and management to ensure the successful use of AI in instruction.

2.2. Survey Method

To investigate the practical use of AI in Literature learning, we employed a survey method using a structured questionnaire. The research team used Google Forms as the primary tool for data collection to support this study. The data collected also served as a form of feedback to the research team. Based on these data, we gained new insights into the research topic and subsequently adjusted certain content areas to better reflect the realities of current practice.

2.3. Hypothetical Method

Since this study has not yet been widely implemented in practice and is primarily situated at an initial, exploratory stage of conceptualization and refinement, we formulated a number of hypotheses. From these hypotheses, we predict possible or likely outcomes. Should the hypotheses be further substantiated, this stage will provide a crucial foundation for us to apply them in experimental settings during the next phase of research.

III. FINDINGS AND DISCUSSION

3.1. Issues of AI in Literature Teaching

3.1.1. General Issues Concerning AI

Artificial Intelligence (AI) refers to the replication of human cognitive processes such as language translation, speech processing, image recognition, and virtual decision-making by robots and machines (Baraiki, 2020). According to the Oxford Dictionary, Artificial Intelligence is defined as the theory and development of computer systems capable of performing tasks that typically require human intelligence. AI is a branch of computer science designed to create machines that operate in a human-like manner (Boden, 2016).

An AI chatbot is a computer program that uses Artificial Intelligence and Natural Language Processing (NLP) to understand users' questions and automatically respond to them, thereby simulating human conversation. AI chatbots can help users easily retrieve the information they need by automatically answering their requests and queries through text or voice interactions (Cuofano, 2023). In general, Artificial Intelligence makes use of pre-structured algorithms, developed by humans, to solve tasks posed by users.

3.1.2. Selected Studies on the Application of AI in Literature Teaching

In Vietnam, research on the application of AI to Literature teaching represents a highly promising direction. However, at present, relatively few studies on this topic have been widely published. Nonetheless, Tran Thi Hanh Phuong and Chau Thi Kim Ngan have conducted and published a paper entitled Applying Artificial Intelligence (AI) in Literature Teaching Activities at Secondary Schools. This study focuses on AI technology in teaching and highlights both the benefits and applications of AI in higher education. It also provides a broad overview of the challenges associated with AI in higher education; however, its key contribution lies in the recommendations it offers for implementing AI in higher education as a means of addressing some of these challenges.

The paper reaches several well-founded conclusions about AI in Literature teaching: AI will accelerate educational processes. Literature teaching at the secondary-school level can achieve optimal effectiveness when the achievements of AI technology are flexibly and creatively integrated. Nonetheless, the application of AI in Literature teaching must be carefully considered and properly implemented to suit existing infrastructure conditions and the characteristics of the learners.

3.2. Proposing Ideas for Applying AI to Teaching Argumentative Writing in Literature Classes

By 2025, the 2018 General Education Curriculum has been fully implemented across all grade levels from Grade 1 through Grade 12. In the subject of Literature, classroom activities revolve around four core skills: reading, writing, speaking, and listening. Writing (text production) is a particularly crucial skill for students because it enables teachers to assess learners' competencies: linguistic proficiency, literary competence, and general competencies such as autonomy and self-directed learning, communication and collaboration, as well as problem-solving and creativity. Thus, students' written products serve as a basis for teachers to adjust their instruction to suit learners' needs, and at the same time help students modify their learning practices to achieve greater effectiveness.

Accordingly, in this study, the use of AI to help students achieve higher outcomes in Literature learning is both the central idea and the overarching objective of the article. To apply AI effectively in teaching text production (argumentative writing), we propose the following components:

- Idea Suggestion and Drafting Support

In order for AI to suggest ideas for students' essays, teachers must first guide learners to identify the key requirements of the task: What type of argumentative text is being requested? What are the expected outcomes of this writing task? What is the central issue to be discussed? What is the required length of the essay? Addressing these questions helps students form an initial orientation when drafting ideas. However, when moving into more detailed planning, teachers need to provide a greater number of guiding questions to enable students to decode the task more optimally. The framework of guiding questions for idea-drafting is presented as follows:

+ How many parts should the essay include?

+ How should each part be developed?

✓ How many key points should the introduction contain, and what are they?

✓ How many arguments should be presented in the body paragraphs, and how should these arguments be developed?

✓ How can the arguments be effectively linked together?

✓ What types of evidence should be used to maximize the persuasiveness of the essay?

✓ How can creativity be incorporated into the writing?

+ What presentation and expression strategies will produce a well-written essay?

When students systematically answer the above questions, they will gain an overall perspective that allows them to develop their essay accurately, appropriately, and with a clear focus on the task's requirements.

Prompt: Write an argumentative essay (approximately 600 words) discussing the role of cooperation in life.

No.	Guiding Question	Answer
A. General Orientation		
1	*What type of argumentative essay does this belong to?*	A social argumentative essay on a moral or ethical idea.
2	*What are the required outcomes/criteria for this type of essay?*	**Recognition** - Identify the content and structural requirements of an argumentative essay. - Clearly determine the purpose and target audience of the argument. - Introduce the social issue and describe its signs and manifestations within the essay. - Ensure the overall structure and layout of an argumentative text. **Comprehension** - Explain the concepts related to the issue under discussion. - Develop the issue into appropriate argumentative points. - Combine reasoning and evidence to ensure the coherence and logic of each argument. - Adhere to correct spelling and grammar conventions in Vietnamese. **Application** - Evaluate the significance and impact of the issue on individuals and society.

		- Present lessons learned, suggestions, or recommendations drawn from the discussion. - Use distinctive, creative, and logical expression. **Advanced Application** - Combine descriptive and expressive methods; effectively apply Grade 10 Vietnamese language knowledge to enhance persuasiveness and appeal in the essay. - Clearly express one's viewpoints and individuality in writing about the social issue.
3	*What is the central issue or topic to be argued?*	The Role of Cooperation.
4	*What is the required length of the essay?*	600 words.
B. Định hướng chi tiết		
1	*+ How many parts should the essay include?*	**Three parts: Introduction, Body, and Conclusion**
2	*+ How should each part be developed?*	
2.1	✓ *How many key points should the introduction contain, and what are they?*	**Introduction - 2 main points:** Introduce the issue under discussion: the role of cooperation. Lead into a well-known quotation related to the topic.
2.2	✓ *How many arguments should be presented in the body paragraphs, and how should these arguments be developed?*	**Body - 4 main points:** Explain the issue: What is cooperation? What is its role? Discuss: What are the benefits of cooperation? Provide evidence for each benefit. Broaden the discussion: Examine the issue from multiple perspectives. Draw lessons on awareness and action.
2.3	✓ *How many key points should the conclusion contain, and what are they?*	**Conclusion – 2 main points:** Reaffirm the issue under discussion. Derive a message for oneself or for others.
2.4	✓ *How can the arguments be effectively linked together?*	Use clear linking and transitional words (for example: *first of all, on the other hand, in addition, most importantly, in conclusion,* etc.).
2.5	✓ *What types of evidence should be used to make the essay highly persuasive?*	Evidence should involve real people, real events, be timely, and widely known.
2.6	✓ *How can creativity be incorporated into the writing?*	Include a rebuttal paragraph, delving deeply into a point that the writer finds most compelling.
3	*+ What presentation and expression strategies will produce a well-written essay?*	Ensure proper paragraph separation, indentation, and capitalization; keep the length of each section balanced and

		maintain correct Vietnamese grammar and spelling.

To provide a more concrete illustration, we constructed a table of criteria and outcomes achieved when using ChatGPT and Gemini.

Based on the above questionnaire and prompts, ChatGPT suggested the following (results retrieved from ChatGPT at 15:30 on September 14, 2025):

I. Introduction (approximately 80-100 words)
Idea 1. Introduce the argumentative topic
- Lead in with real-life context: In modern life, no one can exist and develop relying solely on their own strength.
- State the topic: The crucial role of cooperation in personal and social life.
Idea 2. Introduce a relevant quotation
- You may use a proverb such as: "If you want to go fast, go alone; if you want to go far, go together" to create emphasis.
- Connection: From the quotation, transition to affirming that cooperation is the key to success.
II. Body (approximately 400-420 words)
- Argument 1. Explain the issue
+ What is cooperation? It is the act of working together and coordinating among two or more individuals/organizations to achieve a common goal.
+ General role of cooperation: Helping people complement strengths, overcome limitations, and promote progress.
(Linking word: "First of all")
- Argument 2. Discuss the benefits of cooperation
+ Benefit 1: Increases work efficiency because of clear division of tasks and mutual support (e.g., a group of students working on a joint project).
+ Benefit 2: Creates opportunities for learning and personal development (e.g., international scientific research collaboration).
+ Benefit 3: Strengthens community bonds and builds a civilized, compassionate society (e.g., cooperation in combating the COVID-19 pandemic).
(Linking words: "In addition", "Moreover")
- Argument 3. Broaden the perspective
+ On an individual level: cooperation helps develop communication and teamwork skills.
+ On a national and international level: cooperation is the foundation of peace and sustainable development.
- Argument 4. Counter-argument
Some people consider cooperation as dependence → a misconception; cooperation does not deprive independence but enhances collective strength.
(Linking words: "On the contrary", "However")
- Argument 5. Lessons in awareness and action
+ Awareness: Each person should have a correct understanding of cooperation, avoiding selfishness and self-centeredness.
+ Action: Practice teamwork skills, be ready to share, and respect others' opinions.
+ Personal connection: in study, work, and social activities.
(Linking words: "Therefore", "Thus")
III. Conclusion (approximately 80-100 words)
Idea 1. Reaffirm the argumentative topic
Cooperation plays an essential role in all areas and is the key to success for both individuals and society.
Idea 2. Draw a message for oneself or others
One should proactively cultivate a spirit of cooperation, contributing to a humane and progressive living environment.

Suggested opening: "Each of us should start with small actions to create great values together."
IV. Suggestions for Presentation and Expression
- Ensure clear structure, separate paragraphs, and indentations.
- Use linking words to create coherence: *first of all, in addition, moreover, however, therefore, in conclusion…*
- Use real and timely examples (e.g., international cooperation against climate change, disaster relief cooperation…).
- Add a counter-argument and personal opinions to make the essay more creative.
- Ensure correct spelling, grammar, emotionally rich sentences, and balanced length between introduction, body, and conclusion.

Based on the questionnaire and the above suggestions, Gemini proposed the following (results obtained from Gemini, 15g40, September 14, 2025):

A. INTRODUCTION (About 3-4 sentences, ~60 words)
- Objective: Provide a concise, engaging introduction to the argumentative topic.
- Development:
Lead-in to the topic: Affirm that human beings cannot exist and develop as isolated individuals. In every field from study and work to building society joint effort is always a core factor.
State the issue and cite a quotation: Directly introduce the crucial role of cooperation. To lend greater weight to the introduction, one may include a well-known saying.
- Suggested quotations:
"If you want to go fast, go alone; if you want to go far, go together." (African proverb)
"Unity, unity, great unity. Success, success, great success." (Ho Chi Minh)
"One tree alone cannot make a hill; three trees together can form a mountain." (Vietnamese folk verse)
B. BODY (About 3-4 paragraphs, ~480 words)
- Objective: Develop arguments logically, with convincing evidence and a multidimensional perspective.
- Argument 1: Explanation (Paragraph 1, ~80 words)
- Objective: Clarify the concept of "cooperation" to ensure a common understanding.
- Development:
Definition: Cooperation is the process by which individuals join forces, stand shoulder to shoulder, and support one another to accomplish a shared goal or task.
Manifestations: Listening attentively, respecting others' opinions, willingly sharing responsibilities, and striving for collective benefit.
Core role: Cooperation is not merely an accumulation of individual strengths but a synergy creating power greater than the sum of its parts.
Argument 2: Discussing the Benefits of Cooperation (Paragraph 2, ~180 words)
- Objective: Analyze in depth the values and benefits of cooperation, with concrete examples.
- Development: (Use linking words such as "Indeed," "First," "In addition" to connect ideas.)
Benefit 1: Superior work efficiency, solving major problems.
Analysis: No matter how talented, an individual has limits of knowledge, strength, and time. Through cooperation, we pool intellect and resources to achieve great results unattainable by a single person.
Compelling evidence:
Historical: Vietnam's victories in national resistance wars are vivid proof of the power of great unity and nationwide cooperation.
Contemporary: Scientists worldwide collaborated and shared data to research and develop COVID-19 vaccines in record time.
Sports: Vietnam's U23 football team achieved the "Miracle of Changzhou" not by relying on a single star but through teamwork and seamless cooperation.
Benefit 2: Saving time and effort.
Analysis: Work can be reasonably divided, with each person handling a part suited to their strengths, thereby accelerating progress and achieving the best results.

Benefit 3: Spreading humanistic values and building positive social relationships.
Analysis: Working together fosters understanding, bonding, and mutual trust. The spirit of "one for all, all for one" is nurtured.
Evidence: Charity movements and "Green Summer" campaigns in which young people cooperate to help disadvantaged communities and build their hometowns.
Argument 3: Broadening and Counter-Arguing the Issue (Paragraph 3, ~120 words)
- Objective: Give the essay depth and show independent, creative thinking.
- Development: (Use phrases such as "However," "On the other hand," "The issue needs to be viewed more comprehensively…")
Counterpoint 1: Criticize behaviors contrary to the spirit of cooperation, such as selfishness, focusing solely on personal interests, or shirking responsibility within a group.
Counterpoint 2: Cooperation requires discernment. One must distinguish positive cooperation (for good common goals) from "bandwagoning," "covering up," or "colluding" in wrongful acts (e.g., cooperating to cheat on exams).
Extension: For cooperation to be effective, each individual must strive for self-improvement, enhance competence, and strengthen personal responsibility. Cooperation can only be sustainable when built on the capacity and trust of all members.
Argument 4: Lessons for Awareness and Action (Paragraph 4, ~100 words)
- Objective: Draw practical lessons for oneself and call others to action.
- Development:
Awareness: Everyone, especially the younger generation, should deeply recognize that cooperation is an indispensable key to success in the era of integration.
Action:
Practice teamwork skills: listening, respecting differences, presenting ideas constructively.
Actively participate in collective activities at school and in society.
Be willing to set aside the personal "I" to move toward the collective "we."
C. CONCLUSION (About 2-3 sentences, ~60 words)
- Objective: Summarize the issue, affirm its significance, and deliver a message.
- Development:
Restate the issue: In summary, cooperation is synergistic power-the flame that lights each individual's path to success and fuels the development of society as a whole.
Message and personal link: Learn to work together, because none of us is as strong as all of us combined.
PRESENTATION FORMAT
Paragraphing: Each main argument in the body should be written as a separate paragraph, indented at the beginning.
Balance: The lengths of the introduction, body, and conclusion, as well as of the body paragraphs, should be proportionate and reasonable.
Language: Use formal vocabulary and coherent, vivid sentences. Avoid spelling and grammar mistakes.
Cohesion: Employ transitional words and sentences naturally to ensure a smooth flow between sections.

Thus, based on the outputs retrieved from ChatGPT and Gemini, both tools provided highly detailed outlines that met the required standards and fulfilled the expectations of teachers and students regarding the argumentative essay format specified in the prompt. From this, it can be concluded that AI can offer ideas and sufficiently effective procedural suggestions for students to successfully complete the task of producing an argumentative text.

- Suggestions for Revising and Refining Content

In addition to outlining ideas and proposing approaches, AI can also offer suggestions and revisions on students' written products. These suggestions include both the strengths and the limitations of the text, along with recommendations on how to improve it for better results.

Clearly, AI is capable of assuming the role of an "objective evaluator." In teaching, this corresponds to the task of analyzing students' learning outcomes a responsibility traditionally borne by teachers. However, in ordinary practice, teachers often spend a considerable amount of time analyzing students' work, and even then their evaluations may vary at different times. As a result, the analyses may be somewhat inconsistent or lacking in uniformity.

To demonstrate this advanced feature of AI, we experimented by using a sample paragraph and applying both ChatGPT and Gemini to analyze and provide revision suggestions:

Original Data:
During his lifetime, President Ho Chi Minh often reflected: *"A year's beginning is in spring. A lifetime's beginning is in youth. Youth is the springtime of society."* This saying appears to underscore the significance and vitality of youth. More than ever, young people must live with enthusiasm and maximize their potential to fulfill his teachings. Among these efforts, the role of cooperation is one of the crucial factors for enabling our nation to "stand shoulder to shoulder with the world's great powers."

1. Strengths
– Opening with a famous quote by President Ho Chi Minh creates a strong impression, enhancing persuasiveness and solemnity.
– Linking the theme to youth's responsibility aligns with the general spirit of promoting young people's potential and introduces "cooperation" as a desirable quality.
– The argument remains oriented toward the given topic (the role of cooperation) without straying too far from the prompt.
2. Limitations
– The essay does not address "cooperation" directly from the outset; the extended discussion of youth causes the main idea to appear blurred.
– The logical transition between ideas is not smooth: moving from "maximizing one's potential" to "the role of cooperation" feels abrupt and lacks a natural connecting sentence.
– Overuse of imagery related to "the teachings of President Ho Chi Minh" may lead readers to perceive the essay as moral–political rather than a social analysis, which is what is required.
– The final sentence is long and somewhat heavy: the expression "raising our country to stand shoulder to shoulder…" could be condensed to make the introduction less sprawling.
3. Suggested Revised Introduction
(retaining the reference to President Ho Chi Minh but making it more concise and smoothly transitioning to "cooperation")
"President Ho Chi Minh once said: 'A year begins in spring. A life begins in youth. Youth is the springtime of society.' This teaching reminds the younger generation of their great responsibility in nation-building. To realize that aspiration, each young person must not only strive individually but also learn to cooperate joining hands and sharing efforts to help the nation advance."

Content of Gemini's Analysis and Suggested Revisions:
1. Strengths:
Creativity: You adopted an indirect opening by beginning with a famous quote from President Ho Chi Minh about youth, creating a tone of solemnity and prompting reflection.
Clear Identification of the Issue: In the final sentence, you directly addressed the argumentative topic "the role of cooperation."
2. Limitations:
Indirect and Distant Lead-in: Most of the paragraph (the first three sentences) focuses on "youth" and "the mission of youth." The transition from "youth" to "cooperation" in the final sentence feels abrupt and lacks tight cohesion. This makes the introduction somewhat off-center from its main focus cooperation. Moreover, cooperation is not limited solely to young people.
Narrow Scope: Your introduction seems to confine the role of cooperation to the context of "youth" and "nation-building." In contrast, the argumentative issue should be considered more broadly "in life" in general across all ages and fields.

3. Suggested Revision:
"In the endless flow of life, no individual can exist and develop as a solitary island. To create great values, people always need the joint efforts and shoulder-to-shoulder support of others. For this reason, the spirit of cooperation has become one of the most essential qualities, a key leading to success. In addressing this matter, an African proverb encapsulates it profoundly: 'If you want to go fast, go alone; if you want to go far, go together.'"

Based on the retrieved results, it can be observed that AI's analytical and evidential capabilities are generally very good. The analyses generated provide learners with a foundation for identifying the strengths and weaknesses of their written products. With these suggestions, students gain sufficient confidence to make changes, and this process of revision leads to continuous improvement of their writing.
However, we have found that when the source material is relatively stable, AI's analyses and suggestions may present certain issues. First, AI appears to be attempting to generate analyses that align with user requirements, yet these analyses often lack a sufficiently solid basis for writers to rely on. Second, the suggested revisions are sometimes inferior to the original source material we provide. Therefore, learners must exercise careful judgment in using AI effectively, treating AI as an assistant or companion rather than as a teacher. Consequently, no matter how many versions AI may undergo, it still cannot replace the role of the human teacher.

- Suggestions for Evaluating and Refining Students' Work
Evaluating students' outcomes involves measuring the results they achieve through their written products. In Literature teaching, teachers commonly provide oral comments to evaluate students' writing. However, such evaluations tend to be subjective, lacking robust justification and offering limited guidance for learners. Therefore, we suggest employing a number of criteria or tools to evaluate students' text production, including rubrics, rating scales, and checklists some of the most commonly used assessment tools in Vietnam today.
In this study, we employ AI to design evaluation criteria, specifically rubrics.

Rubrics designed by ChatGPT:

Criteria	Excellent	Good	Satisfactory	Needs Improvement	Maximum Score
Structure & Length	Complete and clearly structured into three parts, 550–650 words in length	Complete in three parts but with slightly uneven length	Complete in three parts but superficial or clearly unbalanced, about 450–500 words or 700–750 words.	Missing important sections or disorganized; fewer than 450 or more than 750 words	3
Introduction	Introduce the issue clearly and engagingly, with an appropriate lead-in	Introduction is clear but ordinary; the lead-in is not distinctive	Introduction is superficial, with only general or vague lead-in.	No stated issue or no introduction/lead-in	1,5
Body: Explanation	Provide clear, accurate, and logical explanations	Explanation is accurate but still general	Explanations are superficial.	No explanation	1
Benefits + Evidence	Analyze 2–3 main benefits, each supported	Two benefits are mentioned, but	Benefits mentioned only in general terms, with vague evidence.	No statement of, or deviation from, the topic	1

	with real-life, up-to-date examples	supporting evidence is limited			
Broadening the issue	Examine the issue from multiple perspectives (including counterarguments, limitations, and necessary conditions)	Extension is present but superficial	Points merely touched upon.	No elaboration	1
Lessons on Awareness & Action	Ensure clarity, practicality, and meaningfulness	Present but rather vague	Arguments presented superficially.	None provided	1
Conclusion	Clearly reaffirm the issue and draw a profound takeaway message	Conclusion is clear but simple; the message is not prominent	Conclusion/affirmation superficial, with a generic message.	No conclusion or no clear message	1,5
Coherence & Cohesion	Use coherent transition words ("first of all," "in addition," etc.)	Transitional words are used but lack variety	Few transition words used.	No cohesion/connection between parts	1
Evidence	Include real people, real events, and current examples relevant to the argument	Evidence is accurate but not exemplary	Evidence vague.	No supporting evidence/examples	1
Creativity	Incorporate counterarguments, delve deeply into one aspect, and maintain a personal writing style	New elements are included but limited	Little creativity.	No creativity	1
Form & Language	Observe correct spelling, grammar, paragraph separation, indentation, and capitalization	Contains one or two minor errors	Several spelling/grammar errors; poor presentation.	Numerous errors; disorganized presentation	1

Total Score: 10 (An additional 0.25-0.5 points may be awarded for essays with particularly vivid expression, persuasive reasoning, and original evidence.)

Rubrics designed by Gemini:

Criteria	Level of Evaluation	Score
I. Structure & Skills (3.0 points)		

1. Structure (Ensure a three-part composition: Introduction, Body, and Conclusion. Each part should be balanced and logically organized.)	**Excellent (1.0 point):** Clear and well-balanced structure. All parts are developed logically and coherently, forming a complete and unified whole.	1.0
	Good (0.75 point): All three parts are present with a relatively balanced structure.	0.75
	Satisfactory (0.5 point): All three parts are present but the structure is not balanced (e.g., the introduction is too long, the conclusion too short).	0.5
	Needs Improvement (0.25 point): Disorganized and unclear structure.	0.25
2. Expression & Cohesion (Ensure correct grammar and spelling. Use flexible and vivid language; employ cohesive devices and smooth transitions between ideas.)	**Excellent (1.0 point):** Expression is fluent, clear, and emotionally rich. Cohesive devices and transitions are used smoothly and naturally, ensuring strong coherence between arguments. Virtually no spelling or grammatical errors.	1.0
	Good (0.75 point): Expression is clear and coherent. Basic cohesive devices are used correctly. A few minor spelling or grammatical errors remain.	0.75
	Satisfactory (0.5 point): Expression is awkward and sentences are monotonous. Cohesive devices are used but somewhat forced. Contains several spelling and grammatical errors.	0.5
	Needs Improvement (0.25 point): Expression is hard to follow, with many serious spelling and grammatical errors.	0.25
3. Presentation (Ensure a length of approximately 600 words. Present the work neatly and clearly, with proper indentation and capitalization according to conventions.)	**Excellent (1.0 point):** Fully meets all formal requirements: appropriate length, neat and well-organized presentation, scientifically structured, with no errors in formatting conventions.	1.0
	Good (0.75 point): Meets the required length, neatly presented with proper paragraphing; contains only a few minor formal errors.	0.75
	Satisfactory (0.5 point): Length is either too short or too long compared to the requirement; presentation is still careless.	0.5
	Needs Improvement (0.25 point): Does not comply with the basic formal requirements.	0.25
II. Content (6.0 points)		
1. Introduction (Introduce the topic, lead in with a famous quotation)	**Excellent (1.0 point):** Introduces the topic in an original and engaging manner. Leads into the quotation naturally and insightfully, creating a strong impression on the reader.	1.0
	Good (0.75 point): Accurately and sufficiently introduces the argumentative topic. Provides an appropriate quotation.	0.75

	Satisfactory (0.5 point): Introduces the topic but in a general or vague way. Includes a quotation, but it is not fully relevant.	0.5
	Needs Improvement (0.25 point): Fails to introduce the topic or introduces it incorrectly.	0.25
2. Body (Develop four key points: Explanation, Discussion, Expansion, Lesson Learned)		
a. Explanation & Discussion	**Excellent (2.0 points):** Provides a profound and clear explanation of the concept of "cooperation." Offers a persuasive and comprehensive analysis of the benefits of cooperation. Uses exemplary, authentic, and up-to-date evidence that is analyzed in depth to clarify the arguments.	2.0
	Good (1.5 points): Correctly explains the concept. Identifies the main benefits of cooperation. Provides appropriate evidence with basic analysis.	1.5
	Satisfactory (1.0 point): Explains the concept but superficially. Identifies some benefits but not comprehensively. Evidence is not exemplary or analysis is superficial.	1.0
	Needs Improvement (0.5 point): Explains the concept incorrectly or not at all. Arguments and evidence are vague or unconvincing.	0.5
b. Expansion & Counter-argument	**Excellent (1.0 point):** Demonstrates a multidimensional perspective, illuminating the issue from various angles (e.g., criticizing selfish and individualistic lifestyles; identifying manifestations of superficial or self-serving cooperation). Presents sharp reasoning and reflects independent thinking.	1.0
	Good (0.75 point): Shows an awareness of expanding the discussion by addressing the negative aspects of the issue (such as lack of cooperation).	0.75
	Satisfactory (0.5 point): Mentions related or extended issues but only superficially, without analysis.	0.5
	Needs Improvement (0.25 point): Completely lacks expansion or counter-argument.	0.25
c. Lessons in Awareness & Action	**Excellent (1.0 point):** Draws a profound lesson for awareness and proposes concrete, practical, and highly feasible actions for both oneself and the community. The call to action is sincere and has a strong, far-reaching impact.	1.0
	Good (0.75 point): Draws an appropriate lesson regarding awareness and proper action.	0.75

	Satisfactory (0.5 point): The lesson remains general and takes the form of slogans rather than concrete guidance.	0.5
	Needs Improvement (0.25 point): Fails to draw a lesson or draws an incorrect/misguided lesson.	0.25
3. Conclusion (Reaffirming the issue and drawing a message)	**Excellent (1.0 point):** Impressively reaffirms the role of cooperation. The concluding message is novel, profound, thought-provoking, and capable of inspiring others.	1.0
	Good (0.75 point): Reaffirms the issue effectively and draws an appropriate message.	0.75
	Satisfactory (0.5 point): The conclusion is superficial, mechanically summarizing the ideas.	0.5
	Needs Improvement (0.25 point): Lacks a conclusion or presents a conclusion that is off-topic.	0.25
III. Creativity (1.0 point)		
Creativity (Possessing a distinctive and original perspective; employing a vivid, expressive writing style; including a paragraph that delves deeply into a particularly insightful aspect).	**Excellent (1.0 point):** The essay clearly demonstrates a personal imprint, with original, profound, and persuasive insights. The writing style is creative and engaging, featuring in particular a highly impressive segment of analysis or counter-argumentation.	1.0
	Good (0.75 point): The essay contains a few original ideas and presents them in a fresh manner.	0.75
	Satisfactory (0.5 point): The essay expresses ideas safely but does not yet reveal the student's own thinking or distinctive style.	0.5
	Needs Improvement (0 point): The essay is copied or mechanically reproduces existing ideas without originality.	0

Within the scope of this study, we utilize two of the most widely used AI applications currently available in Vietnam. Each application produces different outcomes; nevertheless, each retrieved result has a certain scientific basis and degree of reliability. At a minimum, the outputs generated ensure specific quantitative indicators, enabling both students and teachers to measure and effectively evaluate students' written products.

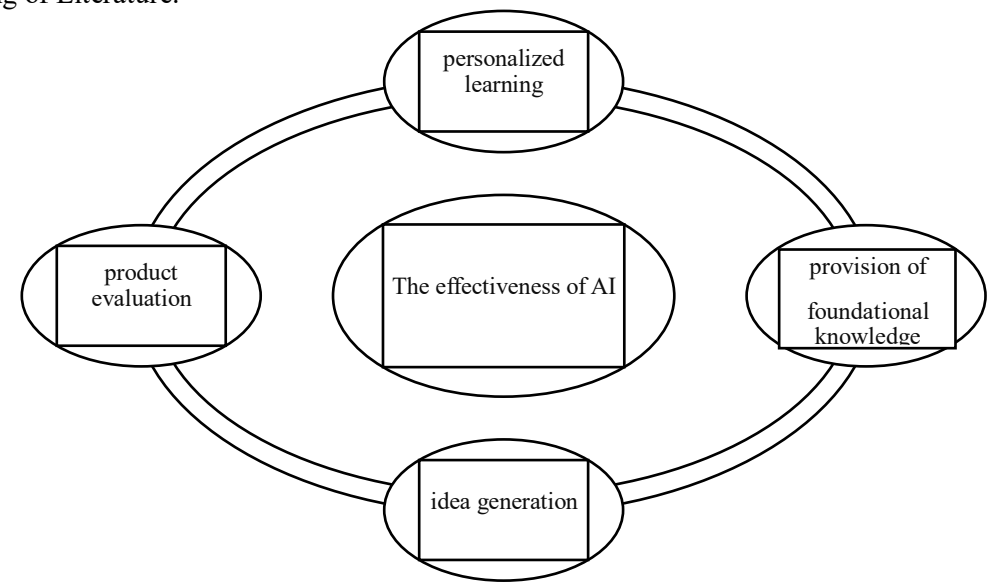
3.3. The Effectiveness of AI in Literature Teaching

In his article, Suresh Kaswan (2022) identifies several benefits of AI in teaching and learning, including personalized learning, virtual assistants, AI acting as a teacher's aide, automated grading, intelligent educational content, and the analysis and comparison of existing data.

Similarly, Vinay, S. B. (2023) outlines a number of advantages that AI offers:

1. Personalized Learning: AI can create personalized learning experiences for students by analyzing their learning styles, preferences, and strengths, then adapting content and pacing to meet each individual's needs.
2. Intelligent Tutoring Systems: These AI-powered systems can provide personalized instruction to students, identify areas where they need additional support, and offer precise feedback to improve their understanding.

3. Adaptive Assessment: AI-based tests can adjust to students' knowledge levels and provide immediate feedback. This allows teachers to pinpoint areas where students require more support and adjust their teaching accordingly.
4. Language Learning: AI-driven language learning tools can help students acquire a new language by offering real-time feedback on pronunciation, grammar, and vocabulary.
5. Virtual and Augmented Reality: AI can be used to create virtual and augmented learning environments that provide immersive and engaging experiences for students.
6. Chatbots and Virtual Assistants: AI-powered chatbots and virtual assistants can offer students immediate support and answer their questions on demand.
7. Grading and Evaluation: AI-supported grading systems can deliver quick and accurate assessments of assignments, tests, and examinations, freeing teachers' time for other tasks.
8. Social-Emotional Learning: AI can help identify students who may be struggling with social-emotional learning and provide targeted interventions to support their development.
Phuong, T. T. H. (2024) further enumerates a wide range of benefits brought by AI in education, including its advisory role, emotional support, enhancement of interpersonal communication skills, and the capacity to synthesize knowledge anytime and anywhere.
Drawing on these findings, we identify several key areas in which AI produces positive effects in the teaching of Literature:



Confronted with the transformations brought about by digital technology and Artificial Intelligence (AI), it is evident that this represents a strategic breakthrough across many industries and sectors. In education, AI functions as an "intelligent and versatile virtual assistant." Student learning has always required specificity and individualization; therefore, teachers must closely monitor and actively support each learner.
This raises a pressing question: how can students gain opportunities to learn anytime, anywhere, and in any environment? In particular, students with distinctive abilities whether high-achieving or struggling often have knowledge levels that diverge from the general standard of the class. Learners also differ in their pace of cognitive processing; hence, the way knowledge is absorbed and processed becomes a key factor determining academic outcomes. AI addresses these issues comprehensively and, as a result, is increasingly asserting its role for users.
Moreover, with its vast data repositories, AI serves as a convenient tool for teachers to access high-quality resources that meet instructional requirements. It provides a rich and continuously updated knowledge base that equips teachers to guide students, offering them opportunities to explore lessons as well as the world around them.

Learning is always challenging, and generating ideas is one of the major difficulties students face especially Grade 10 students, who are at the beginning of upper secondary education. With its extensive data resources, AI can expose students to new ideas, acting as a bridge that enables them to discover their own potential. Finally, AI also helps students evaluate their learning outcomes by offering predictions, assessments, and suggestions for improvement. With these features, students gain more opportunities for engaging and meaningful learning experiences, while teachers can reduce the mechanical aspects of designing ideas and evaluating student work.

3.4. Challenges of AI in Literature Teaching

At present, alongside its outstanding features and the positive effects it brings to Literature instruction, AI also poses several major challenges. First and foremost, the sources from which AI retrieves and generates information remain a significant question mark in research especially in the field of education, where the accuracy of each "data point" is critical, yet AI cannot always guarantee or commit to this requirement. In the broadest sense, AI is essentially a system for aggregating and retrieving data. This raises an important issue: can the data sources aggregated by AI be relied upon for credibility and information security?

The answer that users must be aware of is "no." Consequently, how can students and teachers trust the information provided by AI? Source verification thus becomes a major challenge to which users must pay particular attention.

On the other hand, due to its high processing speed and efficient information delivery, AI tends to encourage overreliance among students. This reliance may lead learners to become less inclined to think critically or creatively. Yet Literature is a subject that demands independent thinking, creativity, and emotional engagement. Literature represents an interactive process between author and reader through the text itself, and the essential thread of this interaction is the heart the emotional connection. If students overuse AI, they risk becoming "mechanical," which not only undermines their learning outcomes but, more importantly, erodes their emotional engagement.

For these reasons, teachers should design more in-class practice activities rather than relying predominantly on homework. In the classroom, teachers can supervise students' practice and experiences, ensuring that the learners' products accurately reflect their own abilities.

IV. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

4.1. CONCLUSION

In the teaching of Literature, AI functions as an advanced technological tool and a breakthrough medium that enhances teachers' instructional effectiveness. The application of AI has demonstrated a strong capacity to spark students' passion, stimulate their spirit of exploration, and foster autonomous learning. Through personalized learning platforms, AI inaugurates a new era in which each teacher is optimally supported to open up multiple channels of information and valuable knowledge. Consequently, students are continuously nurtured with foundational knowledge and develop their linguistic proficiency as well as critical thinking skills. This represents an important step forward in innovating methods of teaching and learning Literature, contributing to the education of globally minded citizens in alignment with deep international integration.

4.2. RECOMMENDATIONS

From our initial research, we have recognized the essential role of AI in the teaching of Literature in particular and in education in general. The integration of AI into education is a prevailing and inevitable trend across many countries and regions worldwide, including Vietnam. To enable Vietnamese education to make a breakthrough in the coming period, we propose the following recommendations: First, strengthen the application of AI in teaching across schools. Second, develop an effective strategy for applying AI to Literature instruction at the upper-secondary level. Third, implement measures to monitor and limit students' overreliance (or dependence) on AI in their learning.

REFERENCES

Baraiki, B. A. Harous, S. Zaki, N. & Alnajjar, F. (2020). Artificial intelligence in education and assessment methods. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, Vol. 9, No. 5, October 2020, 1998-2007

Benvenuti, M. Cangelosi, A. Weinberger, A. Mazzoni, E. Benassi, M. Barbaresi, M. & Orsoni, M. (2023). Artificial intelligence and human behavioral development: A perspective on new skills and competences acquisition for the educational context. *Computers in Human Behavior, 148,* 1-8.

Chen, L. Chen, P. & Lin, Z. (2020). Artificial Intelligence in Education: A Review. *IEEE Access, 8,* 75264-75278.

Celik, I. Dindar, M. Muukkonen, H. & Järvelä, S. (2022). The Promises and Challenges of Artificial Intelligence for Teachers: a Systematic Review of Research. *TechTrends, 66,* 616-630.

Hanh, T. T. P. & Ngan, C. T. K. (2024). Applying Artificial Intelligence (AI) in Teaching Literature at Secondary. *Journal of educational equipment*, Applied research, Volume 1, Issue 308 (March 2024)

M. A. Boden. (2016). AI: Its Nature and Future. *Oxford University Press*

Cuofano, G. (2023). InstructGPT And Why It Matters For The Success Of ChatGPT. *FourWeekMBA*.

Milicević, V. Lazarova, L. K. & Pavlović, M. J. (2024). The Application of Artificial Intelligence in Education - The Current State and Trends. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education (IJCRSEE), 12(2),* 259-272.

Nga, N. T. (2024). Application of AI (Artificial Intelligence) technology to innovate teaching methods. *Journal of educational equipment*: Education management, Volume 1, Issue 314 (June 2024)

Kaswan, S. (2022). Application of Artificial Intelligence in Educational Contexts for Teaching and Learning. *International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology (IJIRCST), 10(2),* 139-143.

Famaye, T. Bailey, C. S. Adisa, I. & Irgens, G. A. (2024). "What Makes ChatGPT Dangerous is Also What Makes It Special": High-School Student Perspectives on the Integration or Ban of Artificial Intelligence in Educational Contexts. *International Journal of Technology in Education (IJTE), 7(2),* 174-199.

Vinay, S. B. (2023). Application of Artificial Intelligence (AI) in School Teaching and Learning Process-Review and Analysis. *International Journal of Information Technology and Management Information Systems (IJITMIS), 14(1),* 1-5.

CLIMATE-RESILIENT GOVERNANCE: EMBEDDING ENVIRONMENTAL ESG IN AGRIBUSINESS

Pooja SHUKLA
Senior Lecturer, Hong Kong Metropolitan University, Hong Kong

ABSTRACT

Climate change poses significant challenges to agriculture, from extreme weather to resource scarcity, demanding robust corporate governance to ensure resilience. This paper explores how agribusiness boards can integrate environmental ESG (Environmental, Social, Governance) principles into governance frameworks, aligning with directors' fiduciary duties to act with care, skill, and diligence, as outlined in common law and Hong Kong's *Companies Ordinance* (Cap. 622, s.465).

By embedding climate-smart strategies, boards can mitigate risks, comply with regulations, and promote sustainable practices like precision agriculture and renewable energy adoption. Drawing on global frameworks, such as the Rio Conventions, the study examines governance mechanisms—climate risk committees, ESG metrics, and stakeholder engagement—that balance profitability with environmental stewardship. Case studies from diverse regions highlight successful models, such as boards investing in drought-resistant crops or zero-deforestation policies, fostering resilience and community trust.

Challenges include high costs of climate technologies, regulatory complexity, and potential conflicts with shareholder interests, which may test directors' duties to avoid conflicts (s.536). Digital tools, including AI-driven analytics, offer solutions by monitoring emissions and resource use, though ethical concerns like data privacy arise. The paper proposes hybrid governance models combining top-down regulation with bottom-up farmer input, ensuring inclusivity and transparency.

By prioritizing environmental ESG, boards can safeguard agribusinesses against climate risks while upholding legal and ethical standards, contributing to sustainable agriculture and food security. This study offers actionable insights for policymakers, industry leaders, and researchers at the intersection of governance and sustainability.

Keywords: Climate Change, Agribusiness Governance, Environmental, Social, and Governance (ESG), Corporate Governance, Fiduciary Duties, Companies Ordinance (Cap. 622, Hong Kong), Climate-Smart Agriculture

PRODUCTION AND SENSORY EVALUATION OF WINE PRODUCED FROM *PHOENIX DACTYLIFERA* USING *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

Tope James OGIDI
Newland Polytechnic, Ilorin, Kwara, Nigeria, Department of Science Laboratory Technology,
ORCID ID: 0009-0009-0925-262X

Blessing Mayowa SANNI
Kwara State University, Department of Microbiology
ORCID ID: 0009-0000-6396-6548

ABSTRACT
Locally produced and naturally fermented beverages has encouraged the production of wine using alternative raw material. This study aimed to investigates the possibility of producing wine from date fruit (*Phoenix dactylifera*) using brewer's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). *Saccharomyces cerevisiae* has the capacity to ferment carbohydrates rich substance resulting in production of ethanol and acceptable flavor. Ripe date fruits were selected, washed and processed to extract juice, the juice is the primary substrate for the fermentation. The must was inoculated with pure culture of *Saccharomyces cerevisiae*. The fermentation was carried out for 14 days under anaerobic condition. The pH, microbial load and alcohol content was assess to monitor the progress and quality of fermentation. The alcohol content increases from 0.2% to 8.0%. The microbial load was highest (3.2×10^6 cfu/ml) on day 4 and lowest (7.0×10^4 cfu/ml) on day 14. The pH reduced from 4.75 on day 1 and was least (2.85) on day 6. The sensory evaluation on hedonic scale of 9 had an overall acceptability of 7.0. This indicate that date fruit is a potential viable substrates for small scale wine production. This study reveals that date fruit is an efficient and economical raw material for wine production using *Saccharomyces cerevisiae*.
Keywords: Saccharomyces cerevisiae, Fermentation, Alcohol content

PHARMACOLOGICAL APPROACHES TO MANAGING CHRONIC DISEASES

R.VIDHYALAKSHMI
Bharath Institute Of Higher Education And Research,Selaiyur,Chennai

SARASWATHI.V
Bharath Institute Of Higher Education And Research,Selaiyur,Chennai

E.ELAVARASI
Bharath Institute Of Higher Education And Research,Selaiyur,Chennai

ABSTRACT
Chronic diseases such as diabetes, cardiovascular disorders, cancer, and neurological conditions represent a significant global health burden due to their long-term nature, complex pathophysiology, and impact on quality of life. Pharmacological interventions remain central to their management, aiming not only to alleviate symptoms but also to delay disease progression, prevent complications, and improve patient outcomes. Advances in pharmacology have led to the development of novel drug classes, such as biologics, monoclonal antibodies, and targeted therapies, alongside traditional small-molecule agents. These innovations allow for more precise modulation of molecular pathways underlying chronic conditions, thereby enhancing efficacy and reducing adverse effects. Polypharmacy is often required, particularly in multimorbid patients, necessitating careful consideration of drug–drug interactions, adherence, and individualized dosing strategies. Additionally, pharmacogenomics is reshaping therapeutic approaches by tailoring medications based on genetic profiles, ultimately moving towards personalized medicine. Despite these advancements, challenges such as drug resistance, limited accessibility, and high treatment costs remain. Integrating pharmacological therapy with lifestyle modifications, early diagnosis, and patient education is essential to achieve sustainable outcomes. Future research must focus on novel drug delivery systems, improved safety profiles, and addressing socioeconomic barriers to therapy access. Thus, pharmacological management of chronic diseases is evolving rapidly, offering hope for improved survival, enhanced quality of life, and reduction in the global burden of chronic illnesses.
Keywords: Chronic diseases, pharmacology, polypharmacy, targeted therapy, pharmacogenomics, personalized medicin

THE ROLE OF PHARMACOLOGY IN TREATING INFECTIOUS DISEASES

R.VIDHYALAKSHMI
Bharath Institute Of Higher Education And Research,Selaiyur,Chennai

SARASWATHI.V
Bharath Institute Of Higher Education And Research,Selaiyur,Chennai

E.ELAVARASI
Bharath Institute Of Higher Education And Research,Selaiyur,Chennai

ABSTRACT
Infectious diseases remain a leading cause of morbidity and mortality worldwide, posing ongoing challenges to public health despite advances in medicine. Pharmacology plays a pivotal role in combating bacterial, viral, fungal, and parasitic infections through the development and optimization of antimicrobial agents. Antibiotics, antivirals, antifungals, and antiparasitic drugs are cornerstones of therapy, designed to inhibit pathogen growth, disrupt vital cellular processes, or enhance host immune responses. Recent advances in pharmacology have facilitated the discovery of targeted agents, such as protease inhibitors in HIV therapy and direct-acting antivirals for hepatitis C, which have revolutionized outcomes. Furthermore, pharmacological research underpins the understanding of resistance mechanisms, guiding the development of next-generation drugs and combination therapies to overcome multidrug-resistant pathogens. Adjunctive pharmacological strategies, including immunomodulators and vaccines, further enhance infection control. The application of pharmacokinetics and pharmacodynamics ensures optimal dosing, minimizing toxicity while maximizing therapeutic benefit. However, challenges such as antimicrobial resistance, drug accessibility, and treatment adherence remain significant barriers to global health. Precision medicine and pharmacogenomics offer new opportunities to individualize therapy, tailoring drug choice and dosage to patient-specific factors. Overall, pharmacology continues to shape the landscape of infectious disease management, offering innovative approaches to treatment, prevention, and resistance mitigation, ultimately contributing to improved health outcomes and global disease control.
Keywords: Infectious diseases, pharmacology, antimicrobials, drug resistance, pharmacodynamics, precision medicine

MODERNIZING ABATTOIR SYSTEMS IN NIGERIA: ENHANCING HYGIENE, SAFETY, AND SUSTAINABLE MEAT PRODUCTION

Agwu Ani EKWE
Department of Animal Health and Production Technology, Federal Polytechnic Ngodo-Isuochi, Abia State, Nigeria.

ABSTRACT
Abattoirs are central to the production of safe and high-quality meat, yet many facilities in Nigeria face persistent challenges that threaten public health and environmental integrity. Poor infrastructure, inadequate waste disposal systems, and inconsistent enforcement of hygiene standards compromise operational efficiency and increase the risk of microbial contamination and zoonotic disease transmission. This study evaluates abattoir practices across selected Nigerian regions, drawing on field observations, stakeholder interviews, and analysis of meat safety data to identify critical control points requiring intervention. The research highlights the potential of modernizing abattoir systems through the adoption of mechanized slaughtering processes, structured workflow designs, and real-time hygiene monitoring. Integration of adequate wastewater treatment and solid waste management is emphasized as a key strategy to reduce environmental pollution and improve sustainability. Findings indicate that systematic modernization not only enhances meat safety but also promotes operational efficiency, worker safety, and economic viability within the meat value chain. The study further outlines practical measures, including regulatory reinforcement, targeted worker training, and infrastructural investment, that are essential for transforming traditional abattoirs into modern, hygienic, and environmentally responsible facilities. These insights provide a comprehensive framework for policymakers, practitioners, and researchers seeking to advance food safety, sustainable livestock management, and public health in Nigeria. By addressing both technological and regulatory dimensions, the study offers actionable strategies to strengthen the capacity of abattoirs to meet the growing demands of urban populations while maintaining compliance with international meat safety standards.
Keywords: Abattoir modernization, meat safety, hygiene, Nigeria, waste management, zoonotic disease prevention.

GENOMIC PROFILING OF RECURRENT PREGNANCY LOSS AMONG AFRICAN WOMEN: TOWARD PERSONALIZED REPRODUCTIVE CARE

Adekola Saheed AYODEJI
Department of Chemical Pathology, Medical Laboratory Science Program, Faculty of Nursing and Allied Health Sciences, University of Abuja

Kamoru ADEDOKUN
Roswell Park Comprehensive Cancer Institute, Department of Cancer Sciences, University at Buffalo, Buffalo, USA

Mustapha BAKARE
Department of Chemical Pathology, Medical Laboratory Science Program, Faculty of Nursing and Allied Health Sciences, University of Abuja, Abuja.
Centre for Health Systems Support and Development, University of Abuja.

Adekola Dhikroh ORIYOMI
Department of Nursing, Qassim University Medical City (QUMC), Buraydha, Qassim, Saudi Arabia.

Igbayilola Yusuff DIMEJI
Department of Human Physiology, College of Medicine and Health Sciences, Baze University, Nigeria.

ABSTRACT
Recurrent pregnancy loss (RPL), defined as the loss of two or more consecutive pregnancies, affects 1–5% of women of reproductive age globally and represents a significant emotional and clinical burden. In African populations, the causes of RPL remain under-investigated, with most clinical approaches relying on generalized protocols that overlook potential genetic etiologies. This review and exploratory analysis aim to examine the role of genomic profiling in elucidating the underlying causes of RPL among African women and advancing personalized reproductive care.
A systematic review was conducted using genomic databases and published literature from 2010 to 2024, focusing on chromosomal, single-gene, and epigenetic abnormalities associated with RPL. Additionally, targeted whole-exome sequencing (WES) was piloted in a cohort of 20 Nigerian women with idiopathic RPL to identify rare genetic variants. The findings revealed a high prevalence of polymorphisms in genes involved in coagulation (e.g., F5: Factor V, F2: Factor II), immune modulation (e.g., HLA-G (Human Leukocyte Antigen G): A protein that plays a crucial role in immune tolerance, particularly during pregnancy; TNF-α (Tumor Necrosis Factor-alpha): A cytokine that regulates immune cells and induces inflammation), and implantation processes (e.g., LIF (Leukemia Inhibitory Factor): A protein that plays a crucial role in implantation and embryonic development. MTHFR (Methylenetetrahydrofolate Reductase): A gene that encodes an enzyme essential for folate metabolism and homocysteine regulation. Notably, several variants previously unreported in African populations were identified, suggesting population-specific genetic contributors to RPL.
The study highlights the critical need for context-specific genomic research to better understand the molecular basis of pregnancy loss in African women. Integrating genomic profiling into reproductive healthcare could enable early risk prediction, targeted interventions, and genetic counseling—hallmarks of precision medicine. However, ethical considerations, cost, and the need for genetic literacy among healthcare providers must be addressed for effective implementation.
Keywords: recurrent pregnancy loss, genomic profiling, African women, personalized medicine, fertility, reproductive genetics, precision health.

ROLE OF BACTERIOPHAGE IN BACTERIAL EVOLUTION AND THERAPY

Dr. M.K. VIJAYALAKSHMI
Bharath Institute of Higher Education and Research Faculty of pharmacy

K. POOJA
Bharath Institute of Higher Education and Research Faculty of pharmacy

Puniparthi SUNITHA
Bharath Institute of Higher Education and Research Faculty of pharmacy

ABSTRACT
Bacteriophages, viruses that specifically infect bacteria, play a significant role in both bacterial evolution and modern therapeutic applications. They are considered natural regulators of bacterial populations in diverse ecosystems and act as key drivers of microbial diversity through horizontal gene transfer. Phages contribute to bacterial adaptation by facilitating genetic exchange, including virulence factors, antibiotic resistance genes, and metabolic traits, which profoundly influence bacterial evolution. This dynamic interaction not only shapes the ecology of microbial communities but also determines pathogenic potential in clinical settings. Beyond their evolutionary impact, bacteriophages have re-emerged as promising alternatives to antibiotics in the face of rising antimicrobial resistance. Phage therapy exploits their specificity and self-amplifying nature to target pathogenic bacteria while sparing beneficial microbiota. Advances in genetic engineering, synthetic biology, and phage cocktails have enhanced their therapeutic potential, enabling precision treatments against multidrug-resistant infections. Furthermore, engineered phages are being explored for biofilm disruption, vaccine development, and delivery of therapeutic genes. Despite challenges such as bacterial resistance to phages and regulatory hurdles, ongoing research highlights their dual significance as evolutionary agents and medical tools. Thus, bacteriophages represent a crucial intersection between microbial evolution and innovative therapeutic strategies, offering sustainable solutions for future medicine.
Keywords:Bacteriophage, bacterial evolution, horizontal gene transfer, phage therapy, antimicrobial resistance, biofilm, synthetic biology.

INTRODUCTION
Bacteriophages, or phages, are viruses that specifically infect bacteria and are regarded as the most abundant biological entities on Earth. Found in diverse environments such as soil, oceans, and even within the human body, phages play a crucial role in shaping microbial ecosystems. Since their discovery in the early 20th century by Frederick Twort and Félix d'Herelle, bacteriophages have attracted attention for their potential in controlling bacterial infections. Over the years, research has highlighted their dual significance in influencing bacterial evolution and serving as therapeutic tools.

From an evolutionary perspective, phages are central to bacterial genetic diversity and adaptation. Through mechanisms such as transduction and lysogenic conversion, they facilitate horizontal gene transfer, contributing to the spread of antibiotic resistance genes, virulence factors, and metabolic traits. This ability not only drives bacterial survival under changing environmental conditions but also enhances their pathogenic potential in clinical settings. Consequently, bacteriophages have emerged as key evolutionary agents that continuously shape the dynamic relationship between bacteria and their environments.

In addition to their evolutionary impact, bacteriophages are now being revisited as promising therapeutic agents in the fight against antimicrobial resistance (AMR). The rise of multidrug-resistant bacteria has created an urgent need for alternatives to conventional antibiotics, and phage therapy offers a highly specific, self-replicating, and environmentally friendly approach. Unlike broad-spectrum antibiotics, phages selectively target pathogenic bacteria without disturbing beneficial microbiota, making them attractive candidates for precision medicine.

This article explores the dual role of bacteriophages in bacterial evolution and therapy. It discusses their contribution to genetic exchange, their therapeutic applications against resistant infections, recent advances in phage technology, as well as the challenges and future prospects of integrating phage therapy into modern medicine.

Bacteriophages and Bacterial Evolution

Bacteriophages play a pivotal role in shaping bacterial evolution by acting as natural regulators of microbial populations and as mediators of genetic exchange. Unlike antibiotics, which exert direct selective pressure, phages influence bacterial survival and adaptation through infection cycles and horizontal gene transfer. Their continuous interaction with bacteria creates a dynamic evolutionary arms race, fostering diversity and resilience within microbial communities.

Horizontal Gene Transfer (HGT)

One of the most significant contributions of bacteriophages to bacterial evolution is through horizontal gene transfer. During the process of transduction, phages can accidentally package bacterial DNA and transfer it to a new host cell. This exchange of genetic material allows bacteria to acquire new traits rapidly, bypassing the slower process of vertical inheritance. Such phage-mediated HGT plays a major role in the dissemination of antibiotic resistance genes, virulence factors, and metabolic pathways across different bacterial species.

Lysogeny and Lysogenic Conversion

Many bacteriophages follow a lysogenic cycle, integrating their genome into the bacterial chromosome as a prophage. These prophages can persist for generations, providing new genetic elements to their bacterial hosts. This process, known as lysogenic conversion, often enhances bacterial pathogenicity. A classical example is the Vibrio cholerae bacterium, which gains its cholera toxin gene through phage-mediated transfer. Similarly, Corynebacterium diphtheriae becomes toxigenic only when infected by a lysogenic phage carrying the diphtheria toxin gene.

Impact on Microbial Diversity

Phages also regulate bacterial population dynamics through selective predation. By infecting dominant bacterial strains, phages create ecological niches for less competitive bacteria, thereby maintaining microbial diversity. This phenomenon, known as the “kill-the-winner” model, is essential for stabilizing microbial ecosystems, from oceans to the human gut microbiome.

Driver of Adaptation and Resistance

The continuous host-phage interactions drive bacterial adaptation mechanisms such as CRISPR-Cas systems, restriction-modification enzymes, and surface receptor mutations. These defense strategies, in turn, push phages to evolve countermeasures, creating an ongoing co-evolutionary cycle. This arms race accelerates the evolution of both bacteria and their phages, enriching genetic diversity and ecological adaptability.

Clinical Implications

While phage-mediated evolution enhances bacterial survival in natural ecosystems, it also contributes to the emergence of more virulent and antibiotic-resistant pathogens in clinical environments. Understanding these mechanisms is therefore essential, not only for predicting microbial evolution but also for developing effective therapeutic interventions.

Bacteriophage Therapy in Modern Medicine

With the alarming rise of antimicrobial resistance (AMR), bacteriophage therapy has re-emerged as a promising alternative to conventional antibiotics. Phages, due to their natural ability to infect and kill specific bacterial hosts, offer several unique advantages that make them attractive therapeutic

candidates. Their selective action, self-amplifying nature, and minimal impact on human cells and beneficial microbiota distinguish them from traditional antibiotics.

Historical Background

The concept of phage therapy dates back to the early 20th century, when Félix d'Herelle successfully used phages to treat bacterial dysentery. However, with the discovery and widespread adoption of antibiotics in the 1940s, phage therapy research declined in most parts of the world. Interestingly, countries such as Georgia and Poland continued developing phage-based treatments, keeping the field alive. In recent years, the global crisis of drug-resistant infections has reignited interest in bacteriophage therapy.

Mechanism of Action

Therapeutic phages generally follow the lytic cycle, in which they attach to specific bacterial receptors, inject their genetic material, replicate inside the host, and eventually lyse the bacterial cell, releasing progeny phages. This targeted mechanism allows them to eliminate pathogenic bacteria while sparing non-pathogenic and beneficial microbes, reducing the risk of dysbiosis—a common side effect of antibiotics.

Applications Against Multidrug-Resistant Bacteria

Phage therapy has shown great promise in treating infections caused by multidrug-resistant (MDR) pathogens such as Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, and Klebsiella pneumoniae. Compassionate-use clinical cases have reported successful outcomes where standard antibiotics failed. For instance, in 2016, a life-threatening Acinetobacter baumannii infection in a U.S. patient was cured using a customized phage cocktail. Such cases highlight the therapeutic potential of phages in modern medicine.

Advantages Over Antibiotics

Specificity: Phages target only the intended bacterial strain, minimizing harm to commensal flora.
Self-Replication: Their population increases at the site of infection until bacteria are cleared.
Reduced Side Effects: Unlike antibiotics, phages rarely cause systemic toxicity.
Effectiveness Against Biofilms: Many phages can penetrate bacterial biofilms, which are often resistant to antibiotics.

Integration with Modern Medicine

Phages are being explored in combination with antibiotics for synergistic effects, where phage-induced bacterial weakening enhances antibiotic efficacy. Additionally, phage-derived enzymes such as endolysins are under development as novel antibacterial agents capable of directly degrading bacterial cell walls.

Challenges Ahead

Despite promising results, widespread clinical adoption of phage therapy faces hurdles such as bacterial resistance to phages, regulatory approval complexities, and the need for rapid customization of phage cocktails for individual patients. Nonetheless, continued research and advances in synthetic biology are paving the way for phages to become vital tools in the post-antibiotic era.

Advances in Phage-Based Technologies

Recent advancements in biotechnology and molecular biology have significantly expanded the therapeutic potential of bacteriophages. While naturally occurring phages have shown effectiveness against bacterial infections, modern approaches focus on engineering and optimizing phages to overcome clinical challenges and broaden their applications.

Phage Cocktails
One important advancement is the development of phage cocktails, which combine multiple phages targeting different bacterial strains or receptors. This strategy reduces the likelihood of bacterial resistance and ensures a broader spectrum of activity, particularly against multidrug-resistant pathogens.

Engineered Phages
Genetic engineering has enabled the design of phages with enhanced therapeutic properties. Engineered phages can be modified to bypass bacterial defense mechanisms, increase their host range, or deliver specific antimicrobial genes. For example, synthetic biology approaches allow researchers to program phages to degrade biofilms or disrupt resistance genes.

Phage-Derived Enzymes
Beyond whole phages, phage-derived enzymes such as endolysins and depolymerases have gained attention. Endolysins can directly break down bacterial cell walls, while depolymerases degrade the extracellular polysaccharides in biofilms. These enzymes act independently of whole phages and are being developed as novel "enzybiotics" with strong antibacterial activity.

Biofilm Disruption
Phages are particularly valuable in targeting bacterial biofilms, which are notoriously resistant to antibiotics. Engineered phages and enzyme-producing phages have demonstrated the ability to penetrate and disrupt biofilms, making them powerful tools against chronic infections such as those in cystic fibrosis or medical implants.

Future Prospects
Advances in phage-based technologies hold promise for personalized medicine, where patient-specific phages can be rapidly developed to treat infections. Combined with next-generation sequencing and computational tools, these innovations position phages as cutting-edge agents in modern infectious disease management.

Challenges and Limitations
Despite their therapeutic promise, bacteriophages face several challenges that limit their widespread clinical use. These limitations arise from biological, technical, and regulatory aspects that must be addressed before phage therapy can become a mainstream alternative to antibiotics.

Bacterial Resistance to Phages
Just as bacteria develop resistance to antibiotics, they can also evolve resistance to phages. Mutations in bacterial surface receptors, production of inhibitors, or activation of defense systems like CRISPR-Cas can prevent phage infection. While phage cocktails and engineered phages reduce this risk, resistance remains a concern for long-term effectiveness.

Narrow Host Range
Phages are highly specific, often infecting only certain strains of a bacterial species. While this specificity protects beneficial microbiota, it complicates therapy, as accurate identification of the pathogen is essential. In urgent infections, the time required to isolate and match effective phages can delay treatment.

Regulatory and Standardization Issues
Unlike conventional antibiotics, phages are living entities that replicate inside the host. This makes standardization of dosage, purity, and stability difficult. Regulatory agencies lack clear guidelines for approving phage-based therapies, slowing clinical translation. The individualized nature of phage cocktails further complicates large-scale approval.

Stability and Storage
Phages can lose activity due to environmental factors such as pH, temperature, or exposure to chemicals. Maintaining their stability during storage and transport poses additional challenges for pharmaceutical production and global distribution.

Safety Concerns
Although generally considered safe, phages can sometimes transfer undesirable genes, such as toxin or resistance genes, during horizontal gene transfer. Ensuring safety requires careful selection and genetic screening of therapeutic phages. In summary, while bacteriophages offer unique advantages over antibiotics, overcoming these limitations through continued research, regulation, and biotechnology is essential for their successful integration into modern medicine.

Future Perspectives
Bacteriophages are increasingly recognized as powerful tools for combating bacterial infections in the post-antibiotic era. Looking ahead, the future of phage therapy lies in integrating advanced biotechnology, personalized medicine, and regulatory support to overcome existing barriers.

Personalized Phage Therapy
One promising direction is patient-specific phage therapy, where phages are rapidly selected or engineered to match the infecting bacterial strain. With the help of genomic sequencing and artificial intelligence, customized phage cocktails can be designed within days, offering precision treatment for otherwise untreatable infections.

Combination Therapies
Future research is also focusing on phage-antibiotic synergy (PAS), where phages weaken bacterial defenses, making them more susceptible to antibiotics. This combined approach could revive the effectiveness of older antibiotics while reducing the emergence of resistance. Similarly, pairing phages with probiotics may help restore a balanced microbiome after infection.

Synthetic Biology and Engineering
Advances in synthetic biology allow scientists to modify phages for enhanced activity, expanded host range, and delivery of therapeutic genes. Designer phages could be programmed to target biofilms, silence resistance genes, or act as vectors for vaccines and drug delivery. These innovations expand the applications of phages beyond infectious diseases, potentially reaching cancer therapy and immunology.

Regulatory and Clinical Integration
For phages to become part of mainstream medicine, robust regulatory frameworks must be established. Efforts are underway in Europe and the United States to create adaptive approval pathways, enabling safe and timely clinical use of phages.

Global Impact
As antimicrobial resistance grows into a global health crisis, phages hold the potential to revolutionize infectious disease management. With continued research, collaboration, and technological innovation, bacteriophages may soon transition from experimental tools to essential components of precision medicine.

CONCLUSION

Bacteriophages, once overshadowed by the discovery of antibiotics, have re-emerged as crucial players in both microbial evolution and therapeutic innovation. Their role in bacterial evolution is profound, as they act not only as predators regulating bacterial populations but also as vehicles of horizontal gene transfer, driving genetic diversity, virulence, and resistance. This dual influence underscores their importance in shaping microbial ecology and clinical outcomes alike.

In modern medicine, phage therapy offers a powerful alternative to conventional antibiotics, particularly in the face of rising antimicrobial resistance. Their specificity, ability to self-replicate, and effectiveness against biofilms position them as unique agents in the fight against multidrug-resistant infections. Advances in biotechnology, including engineered phages, phage cocktails, and phage-derived enzymes, further enhance their therapeutic potential. Moreover, integration with antibiotics and synthetic biology approaches opens new avenues for personalized and precision-based treatments.

However, the journey toward widespread clinical adoption is not without challenges. Issues such as bacterial resistance to phages, regulatory hurdles, stability, and safety concerns must be carefully addressed. Establishing standardized protocols, robust clinical trials, and clear regulatory frameworks will be essential for ensuring the reliability and acceptance of phage therapy on a global scale.

Looking to the future, bacteriophages represent more than just a medical tool; they embody a bridge between evolutionary biology and modern therapeutics. Their adaptability and versatility highlight their promise as sustainable, innovative solutions in the ongoing battle against infectious diseases. With continued research, collaboration, and technological progress, bacteriophages are poised to transform healthcare, offering hope in an era increasingly threatened by antibiotic resistance.

REFERENCES

Abedon, S. T., García, P., Mullany, P., & Aminov, R. (2017). Phage therapy: past, present and future. Frontiers in Microbiology, 8, 981. https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00981

Almeida, G. M. de F., Laanto, E., Ashrafi, R., & Sundberg, L. R. (2019). Bacteriophage–bacteria interactions in the context of human diseases. Nature Reviews Microbiology, 17(10), 637–651. https://doi.org/10.1038/s41579-019-0231-y

Azam, A. H., & Tanji, Y. (2019). Bacteriophage-host arm race: an update on the mechanism of phage resistance in bacteria and revenge of the phage with the perspective for phage therapy. Applied Microbiology and Biotechnology, 103, 2121–2131. https://doi.org/10.1007/s00253-019-09629-x

Chan, B. K., & Abedon, S. T. (2012). Phage therapy pharmacology: phage cocktails. Advances in Applied Microbiology, 78, 1–23. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394805-2.00001-4

Clokie, M. R., Millard, A. D., Letarov, A. V., & Heaphy, S. (2011). Phages in nature. Bacteriophage, 1(1), 31–45. https://doi.org/10.4161/bact.1.1.14942

Dedrick, R. M., Guerrero-Bustamante, C. A., Garlena, R. A., et al. (2019). Engineered bacteriophages for treatment of a patient with a disseminated drug-resistant Mycobacterium abscessus infection. Nature Medicine, 25(5), 730–733. https://doi.org/10.1038/s41591-019-0437-z

García, P., Rodríguez, L., Rodríguez, A., & Martínez, B. (2010). Food biopreservation: promising strategies using bacteriophages and bacteriocins. Trends in Food Science & Technology, 21(8), 373–382. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.04.010

Hyman, P., & Abedon, S. T. (2010). Bacteriophage host range and bacterial resistance. Advances in Applied Microbiology, 70, 217–248. https://doi.org/10.1016/S0065-2164(10)70007-1

Koonin, E. V., & Wolf, Y. I. (2012). Evolution of bacteriophages: a paradigm for the study of molecular evolution. Current Opinion in Virology, 2(5), 591–599. https://doi.org/10.1016/j.coviro.2012.06.008

Kortright, K. E., Chan, B. K., Koff, J. L., & Turner, P. E. (2019). Phage therapy: A renewed approach to combat antibiotic-resistant bacteria. Cell Host & Microbe, 25(2), 219–232. https://doi.org/10.1016/j.chom.2019.01.014

Lin, D. M., Koskella, B., & Lin, H. C. (2017). Phage therapy: An alternative to antibiotics in the age of multi-drug resistance. World Journal of Gastrointestinal Pharmacology and Therapeutics, 8(3), 162–173. https://doi.org/10.4292/wjgpt.v8.i3.162

Loc-Carrillo, C., & Abedon, S. T. (2011). Pros and cons of phage therapy. Bacteriophage, 1(2), 111–114. https://doi.org/10.4161/bact.1.2.14590

Miedzybrodzki, R., Switala-Jelen, K., Fortuna, W., Weber-Dabrowska, B., & Górski, A. (2008). Bacteriophage therapy in antibacterial treatment: one hundred years after the discovery of bacteriophages. Current Microbiology, 57(5), 449–455. https://doi.org/10.1007/s00284-008-9270-6

Oechslin, F. (2018). Resistance development to bacteriophages occurring during bacteriophage therapy. Viruses, 10(7), 351. https://doi.org/10.3390/v10070351

Pirnay, J. P., Verbeken, G., Ceyssens, P. J., Huys, I., De Vos, D., Ameloot, C., & Fauconnier, A. (2018). The magistral phage. Viruses, 10(2), 64. https://doi.org/10.3390/v10020064

Rohde, C., Resch, G., Pirnay, J. P., Blasdel, B. G., Debarbieux, L., Gelman, D., et al. (2018). Expert opinion on three phage therapy related topics: bacterial phage resistance, phage training, and prophages in bacterial production strains. Viruses, 10(4), 178. https://doi.org/10.3390/v10040178

Sulakvelidze, A., Alavidze, Z., & Morris, J. G. (2001). Bacteriophage therapy. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 45(3), 649–659. https://doi.org/10.1128/AAC.45.3.649-659.2001

Vandenheuvel, D., Lavigne, R., & Brüssow, H. (2015). Bacteriophage therapy: advances in formulation strategies and human clinical trials. Annual Review of Virology, 2, 599–618. https://doi.org/10.1146/annurev-virology-100114-054915

Wright, A., Hawkins, C. H., Änggård, E. E., & Harper, D. R. (2009). A controlled clinical trial of a therapeutic bacteriophage preparation in chronic otitis due to antibiotic-resistant Pseudomonas aeruginosa. Clinical Otolaryngology, 34(4), 349–357. https://doi.org/10.1111/j.1749-4486.2009.01973.x

Yuan, Y., & Gao, M. (2017). Jumbo bacteriophages: an overview. Frontiers in Microbiology, 8, 403. https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00403

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

FERMENTATION TECHNOLOGY IN FOOD AND BEVERAGES

Dr. M.K. VIJAYALAKSHMI
Bharath Institute of Higher Education and Research Faculty of pharmacy

K. POOJA
Bharath Institute of Higher Education and Research Faculty of pharmacy

Puniparthi SUNITHA
Bharath Institute of Higher Education and Research Faculty of pharmacy

ABSTRACT
Fermentation technology has played a transformative role in the food and beverage industry for centuries, shaping traditional diets and modern processing methods alike. This biotechnological process, driven primarily by microorganisms such as bacteria, yeasts, and molds, converts raw substrates into value-added products with enhanced nutritional, sensory, and preservative qualities. Traditional fermented foods such as yogurt, cheese, bread, soy sauce, and pickles, as well as beverages like wine, beer, and kombucha, exemplify the cultural and economic significance of fermentation across the globe. Advances in microbiology and biotechnology have enabled controlled fermentation processes that ensure consistent quality, safety, and scalability in production. In addition to improving taste and shelf life, fermentation significantly enhances the nutritional profile of foods by increasing bioavailability of vitamins, minerals, and amino acids, while also reducing anti-nutritional factors. Probiotic-rich fermented products contribute to gut health and overall well-being, aligning with the growing consumer demand for functional foods. Moreover, novel biotechnological approaches such as genetic engineering and metabolic pathway optimization have expanded the scope of fermentation, enabling the development of innovative beverages, plant-based alternatives, and nutraceuticals. Fermentation also plays a critical role in reducing food waste and supporting sustainability by valorizing agricultural byproducts into valuable products. As global food demands rise, fermentation technology continues to be a cornerstone in meeting challenges of food security, health, and environmental sustainability. Ongoing research is expected to further advance precision fermentation and expand applications in the food and beverage sector.
Keywords: Fermentation Technology, Probiotics, Microorganisms, Functional foods, Nutraceuticals, Food preparation, Beverages Industries, Sustainable production, Food security.

INTRODUCTION
Fermentation technology has played a vital role in the evolution of human civilization, particularly in the production and preservation of food and beverages. The process of fermentation involves the metabolic activity of microorganisms such as bacteria, yeast, and molds, which convert sugars and other substrates into useful products like alcohol, organic acids, and carbon dioxide. This natural biological process not only improves the shelf life of food but also enhances its nutritional value, flavor, and texture. Fermented foods have been consumed for centuries across diverse cultures, from bread, yogurt, and cheese to beverages like wine, beer, and kefir.
Historically, fermentation was discovered as a spontaneous phenomenon, used primarily for preserving food without refrigeration. Over time, scientific advancements revealed the microbial basis of fermentation, leading to its controlled application in the food and beverage industry. Today, fermentation is not only an age-old tradition but also a modern biotechnological tool that combines traditional knowledge with industrial innovations.
In the food sector, fermentation produces a wide range of staple and functional products, contributing to global nutrition. In the beverage industry, it is essential for the production of alcoholic and non-alcoholic drinks, where the choice of microorganisms and substrates influences product quality.

Moreover, the process also generates bioactive compounds, probiotics, and essential nutrients, contributing to human health and wellness.
With the growing consumer demand for healthier and sustainable food options, fermentation technology continues to evolve. Innovations such as precision fermentation, starter culture optimization, and metabolic engineering are expanding its applications. Despite challenges related to contamination, process standardization, and large-scale production, fermentation remains one of the most versatile and promising technologies in food biotechnology.

Historical Background of Fermentation

Fermentation is one of the oldest biotechnological processes known to humankind, with evidence dating back thousands of years. Archaeological findings suggest that ancient civilizations in Mesopotamia, Egypt, and China were practicing fermentation as early as 6000–7000 BCE for the production of bread, beer, and wine. Initially, fermentation was considered a natural, almost magical process, as people observed food and beverages transform in flavor, texture, and preservation without understanding the underlying science. The Egyptians are credited with mastering bread-making and brewing, while the Chinese developed rice wine and soy-based fermented products. Similarly, fermented dairy products such as yogurt and cheese were staples in Middle Eastern and Mediterranean diets.
The scientific understanding of fermentation began much later. In the 17th century, discoveries under the microscope revealed the presence of microorganisms, though their role remained unclear. The turning point came in the 19th century when Louis Pasteur demonstrated that fermentation was a biological process carried out by microorganisms such as yeast and bacteria. Pasteur's studies on alcoholic fermentation debunked the theory of spontaneous generation and laid the foundation for microbiology and biochemistry. His work not only advanced food science but also contributed to the development of pasteurization and industrial microbiology.
Throughout the 20th century, fermentation technology evolved from traditional practices to controlled, large-scale industrial processes. The development of pure microbial cultures, sterile techniques, and bioreactors allowed industries to optimize fermentation for consistent quality and safety. Today, fermentation is recognized as a vital tool not only for producing traditional foods and beverages but also for generating bioactive compounds, enzymes, vitamins, and probiotics. The historical journey of fermentation reflects humanity's progression from intuitive practices to scientific mastery, transforming it into a cornerstone of modern biotechnology and food innovation.

Microorganisms Involved in Fermentation

Microorganisms are the driving force behind fermentation, transforming raw ingredients into diverse food and beverage products with enhanced flavor, texture, and nutritional value. The primary groups of microorganisms involved in fermentation are bacteria, yeasts, and molds, each playing a distinct role in the process.
Bacteria, especially lactic acid bacteria (LAB) such as Lactobacillus, Streptococcus, and Leuconostoc, are widely used in dairy fermentation for producing yogurt, cheese, and butter. They convert lactose into lactic acid, which lowers pH, enhances preservation, and imparts a tangy flavor. Acetic acid bacteria, such as Acetobacter, are crucial in the production of vinegar, while Propionibacterium is used in Swiss cheese fermentation, contributing to its unique flavor and characteristic holes.
Yeasts, particularly Saccharomyces cerevisiae, are the most well-known fermentative organisms. They convert sugars into ethanol and carbon dioxide, forming the basis of beer, wine, and bread production. Other yeasts, like Candida milleri and Kluyveromyces marxianus, participate in sourdough fermentation and dairy processes, respectively. Yeasts not only generate alcohol but also produce aromatic compounds that enhance the sensory properties of fermented products.
Molds are used in certain specialized fermentations. Aspergillus oryzae plays a key role in Asian food fermentations, such as soy sauce, miso, and sake, by secreting enzymes that break down starches and proteins. Penicillium species are used in cheese ripening, contributing to the flavors and textures of blue cheese and soft-ripened varieties like Camembert.

The interaction among these microorganisms is often synergistic, creating complex biochemical pathways that improve food safety, extend shelf life, and enrich nutritional quality. Modern biotechnology further enhances their efficiency through the use of starter cultures and genetic engineering, ensuring consistency and innovation in fermentation technology.

Fermentation Process and Techniques

The fermentation process is a biochemical transformation carried out by microorganisms under controlled environmental conditions. It begins with the selection of raw materials rich in carbohydrates, proteins, or lipids, which serve as substrates for microbial metabolism. Microorganisms such as bacteria, yeasts, or molds utilize these substrates and convert them into desired products like organic acids, alcohols, enzymes, and bioactive compounds. The process is generally carried out in an anaerobic or semi-anaerobic environment, where oxygen availability is limited, promoting specific metabolic pathways.

The steps of fermentation typically include preparation of raw materials, inoculation with starter cultures, microbial growth, and product formation. Starter cultures may be natural (spontaneous fermentation) or artificial (pure or mixed cultures). Spontaneous fermentation relies on naturally occurring microorganisms, as seen in traditional foods like sauerkraut and sourdough. In contrast, industrial fermentation uses defined starter cultures for consistency, safety, and quality.

Techniques of fermentation vary depending on the product and microorganism involved. Submerged fermentation is widely used in industrial processes, where microorganisms grow in liquid media inside fermenters, enabling large-scale production of antibiotics, enzymes, and biofuels. Solid-state fermentation, where microbes grow on moist solid substrates without free-flowing water, is commonly applied in traditional Asian food products like tempeh, miso, and koji. Batch fermentation involves a closed system where nutrients are supplied at the beginning and the process continues until completion. Fed-batch fermentation, on the other hand, allows controlled addition of nutrients, thereby enhancing yield and preventing inhibitory by-products. Continuous fermentation systems are employed for large-scale, uninterrupted production, maintaining steady-state microbial activity.

Modern fermentation techniques also integrate bioreactors, sensors, and automation to monitor pH, temperature, oxygen levels, and nutrient supply, ensuring precision and efficiency. These technological advancements have transformed fermentation from a traditional practice into a highly controlled industrial process, enabling the production of food, pharmaceuticals, and bio-based products at a commercial scale.

Applications of Fermentation Technology

Fermentation technology has diverse applications spanning food, pharmaceuticals, agriculture, and industrial biotechnology. In the food industry, fermentation is one of the oldest preservation methods, used to produce bread, yogurt, cheese, pickles, vinegar, beer, and wine. Fermentation not only enhances the flavor, aroma, and texture of food products but also improves their nutritional value by synthesizing vitamins, essential amino acids, and probiotics that support gut health. Fermented dairy products like yogurt and kefir are rich in beneficial bacteria such as Lactobacillus and Bifidobacterium, which contribute to digestive and immune system health.

In the pharmaceutical field, fermentation plays a central role in producing antibiotics, vaccines, and therapeutic proteins. For instance, Penicillium molds are used to produce penicillin, while genetically engineered microorganisms are employed for the large-scale production of insulin, human growth hormone, and monoclonal antibodies. Fermentation also enables the production of secondary metabolites such as anticancer drugs, immunosuppressants, and statins, which are critical in modern medicine.

In agriculture, microbial fermentation is applied to produce biofertilizers, biopesticides, and silage for animal feed. Nitrogen-fixing bacteria and phosphate-solubilizing microbes help enhance soil fertility, reducing dependence on chemical fertilizers. Similarly, fermented animal feed improves digestibility and nutrient absorption, supporting sustainable livestock farming.

Fermentation is also vital in industrial biotechnology, where it contributes to the production of biofuels such as ethanol and biogas, thereby offering renewable alternatives to fossil fuels. Microbial fermentation of agricultural waste materials helps in environmental management by converting waste into value-added products. Additionally, fermentation-derived bioplastics, organic acids, and solvents are increasingly used in eco-friendly manufacturing processes.
Overall, fermentation technology bridges traditional practices with modern biotechnology, creating products that promote health, sustainability, and innovation across multiple industries. Its versatility ensures that it continues to be a cornerstone of both traditional and industrial applications.

Challenges and Limitations of Fermentation

Despite its wide range of applications, fermentation technology faces several challenges and limitations that restrict its large-scale efficiency. One of the major challenges is contamination. Since fermentation processes involve the growth of microorganisms under nutrient-rich conditions, there is always a risk of contamination by unwanted microbes. This not only reduces product yield but can also spoil the entire batch, leading to significant economic loss. Maintaining sterile conditions on an industrial scale is costly and technically demanding.
Another limitation is process optimization. Different microorganisms require specific conditions such as pH, temperature, oxygen levels, and nutrient availability. Small fluctuations can drastically affect productivity and quality. Scaling up fermentation from laboratory to industrial levels is also difficult, as conditions that work in a controlled environment may not be easily replicated in large bioreactors.
Economic factors present another barrier. Fermentation often requires expensive raw materials, high energy input for aeration and mixing, and sophisticated downstream processing to purify products. For example, purifying proteins, enzymes, or antibiotics from complex fermentation broths is technically challenging and increases production costs.
In addition, there are biological limitations. Some microorganisms used in fermentation are genetically unstable, losing productivity after multiple generations. Others may produce unwanted by-products, reducing efficiency. Even with genetic engineering and strain improvement, maintaining consistent performance remains a challenge.
Environmental challenges also exist, such as managing large volumes of waste generated during fermentation. Disposal of spent media, microbial biomass, and by-products requires proper treatment to prevent environmental harm.
Finally, regulatory and safety concerns limit the widespread adoption of genetically modified organisms (GMOs) in fermentation. Strict guidelines must be followed to ensure product safety, especially in food and pharmaceuticals. In conclusion, while fermentation technology has great potential, addressing these challenges is essential to achieve cost-effective, scalable, and sustainable industrial applications.

CONCLUSION

Fermentation stands as one of the oldest yet most powerful biotechnological processes, bridging traditional practices with modern industrial innovation. From the production of bread, cheese, and alcohol to life-saving antibiotics, vaccines, and biofuels, fermentation continues to play a vital role in human society. Its significance lies not only in its ability to create diverse products but also in its contribution to sustainability by utilizing renewable raw materials and reducing dependency on chemical synthesis.
In the biomedical field, fermentation has enabled the large-scale production of antibiotics such as penicillin, therapeutic proteins like insulin, and vaccines that safeguard global health. Similarly, in food and beverages, fermentation enriches flavor, texture, and nutritional quality while ensuring preservation. Industrial applications, including bioethanol and biogas production, highlight its relevance in addressing the global energy crisis and reducing carbon emissions. These achievements demonstrate the versatility and importance of fermentation across multiple domains.
However, the challenges and limitations of fermentation cannot be ignored. Issues such as contamination, high production costs, strain instability, and waste management remain critical barriers to efficiency.The need for advanced process optimization, automation, and innovative bioreactor designs

is increasingly evident. Furthermore, regulatory restrictions on genetically modified microorganisms require careful attention to ensure safety and consumer acceptance.

Looking forward, advances in synthetic biology, metabolic engineering, and artificial intelligence promise to overcome many of these limitations. The development of robust microbial strains, cost-effective substrates, and environmentally friendly fermentation strategies can significantly expand its applications. By integrating cutting-edge technologies, fermentation can evolve into an even more sustainable, scalable, and reliable solution for global needs. In conclusion, fermentation remains a cornerstone of biotechnology with immense potential. While challenges persist, continuous research and innovation will ensure that fermentation technology continues to shape the future of medicine, food, and energy for generations to come.

REFERENCES

Adebo, O. A. (2020). African fermented foods: History and development across the continent. Current Opinion in Food Science, 31, 45–50. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.02.003

Axelsson, L. (2018). Lactic acid bacteria in fermented foods. In Lactic Acid Bacteria (pp. 1–22). Springer.

Blandino, A., Al-Aseeri, M. E., Pandiella, S. S., Cantero, D., & Webb, C. (2003). Cereal-based fermented foods and beverages. Food Research International, 36(6), 527–543. https://doi.org/10.1016/S0963-9969(03)00009-7

Demain, A. L., & Sanchez, S. (2009). Microbial drug discovery: 80 years of progress. Journal of Antibiotics, 62(1), 5–16.

Hatti-Kaul, R., Nilsson, L. J., Zhang, B., Rehnberg, N., & Lundmark, S. (2020). Designing biobased sustainable solutions for value chains through fermentation. Nature Reviews Chemistry, 4, 406–420.

Holzapfel, W. H. (1997). Use of starter cultures in fermentation on a household scale. Food Control, 8(5–6), 241–258. https://doi.org/10.1016/S0956-7135(97)00017-0

Holzapfel, W. H. (2002). Appropriate starter culture technologies for small-scale fermentation in developing countries. International Journal of Food Microbiology, 75(3), 197–212. https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00707-3

Hutkins, R. W. (2006). Microbiology and technology of fermented foods. Blackwell Publishing.

Li, J., Zhang, Y., & Chen, J. (2022). Advances in synthetic biology for microbial fermentation. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 10, 826543.

Madigan, M. T., Bender, K. S., Buckley, D. H., Sattley, W. M., & Stahl, D. A. (2018). Brock Biology of Microorganisms. Pearson.

Pederson, C. S. (1979). Microbiology of food fermentations (2nd ed.). AVI Publishing Co.

Ray, B., & Joshi, V. K. (2014). Fermented foods: Past, present and future. Microorganisms and Fermentation of Traditional Foods, CRC Press, 1–36.

Ray, R. C., & Joshi, V. K. (2014). Fermented Foods: Past, Present and Future. CRC Press.

Sharma, R., & Garg, P. (2015). Functional foods: A review. Journal of Food Science and Technology, 52(10), 5915–5926. https://doi.org/10.1007/s13197-015-1785-9

Singh, R. S., Pandey, A., & Larroche, C. (2019). Biotechnological applications of microbial fermentation. Biotechnology Advances, 37(1), 107–121.

Stanbury, P. F., Whitaker, A., & Hall, S. J. (2016). Principles of Fermentation Technology. Elsevier.

Swain, M. R., Anandharaj, M., Ray, R. C., & Parveen Rani, R. (2014). Fermented fruits and vegetables of Asia: A potential source of probiotics. Biotechnology Research International, 2014, 250424. https://doi.org/10.1155/2014/250424

Tamang, J. P., & Fleet, G. H. (2009). Yeasts diversity in fermented foods and beverages. Microbial Diversity and Biotechnology in Food Security, 169–183.

Vassilev, N., Vassileva, M., & Malusá, E. (2020). Fermentation strategies for production of beneficial microorganisms and metabolites. Microorganisms, 8(7), 1097.

Zhu, H., & Jackson, E. N. (2015). Metabolic engineering of microbial pathways for advanced biofuels production. Current Opinion in Biotechnology, 33, 65–74.

METALLOESTROGENS AND ESTROGEN-DEPENDENT DISEASES: UNRAVELING THE ENVIRONMENTAL INFLUENCE ON HORMONAL HEALTH

Pooja RASAL
Department of Pharmacology, JES's SND College of Pharmacy, Babhulgaon, Dist. Nashik, India

Gaurav KASAR
Department of Pharmacology, Divine College of Pharmacy, Satana, Dist. Nashik, India

ABSTRACT
Metalloestrogens are a class of metals and metal compounds that mimic estrogen by interacting with Estrogen Receptors (ERs) or influencing estrogen-regulated pathways. These environmental endocrine disruptors have gained significant attention due to their ability to interfere with hormonal balance, particularly by mimicking or enhancing estrogenic activity. Prominent examples include cadmium, aluminum, nickel, arsenic, and lead, which are widely distributed in the environment through industrial emissions, contaminated food, cosmetics, and other consumer products. Research has increasingly linked chronic exposure to these metalloestrogens with the development of estrogen-dependent diseases, including breast cancer, endometrial and ovarian cancers, endometriosis, and hormone-related metabolic disorders. Their mechanisms of action include binding to estrogen receptors, inducing oxidative stress, promoting inflammation, and disrupting cellular signaling pathways. For instance, cadmium has been shown to mimic estradiol in activating ERs, contributing to tumorigenesis in breast tissue. Similarly, aluminum has been implicated in inflammation and estrogen receptor dysregulation in hormone-sensitive tissues. Understanding the role of metalloestrogens in the etiology of estrogen-dependent diseases is crucial for public health, given the widespread exposure to these elements and their cumulative effects.

This review aims to summarize current knowledge on the sources, mechanisms, and health impacts of metalloestrogens, with a focus on their role in estrogen-related pathologies. By highlighting existing research gaps and proposing strategies for mitigation, we hope to encourage further studies and policy interventions to address the risks posed by metalloestrogen exposure. Recognizing their contribution to the global burden of hormone- related diseases could lead to better prevention and treatment strategies, reducing their long-term public health impact.

Keywords: Metalloestrogen; Estrogen-Dependent Diseases; Oxidative Stress; Metal; Estrogen Receptors

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

CHEMICAL CHARACTERIZATION OF TRADITIONALLY EXTRACTED TRAGACANTH FROM *ASTRAGALUS* SPECIES IN THE BUCAK REGION (BURDUR, TÜRKİYE)

Hasret YILMAZ
Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Isparta, Türkiye
ORCID: ID/0000-0008-5732-5945

Asst. Prof. Ebru Hatice TIĞLI KAYTANLIOĞLU
Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Isparta, Türkiye
ORCID: ID/0000-0002-9165-6675,

Prof. Hüseyin FAKİR
Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Isparta, Türkiye
ORCID: ID/0000-0002-6606-8011

ABSTRACT
The genus *Astragalus*, belonging to the Fabaceae family, is one of the largest genera in the world, represented by more than 3,000 species globally. Turkey hosts over 450 *Astragalus* species, making it a significant center of diversity for this genus. Predominantly distributed in steppe and mountainous regions, these species play a crucial role in preventing soil erosion due to their deep and extensive root systems. They are also utilized as forage plants in pastures and in habitat restoration projects. In addition, a natural gum known as "tragacanth" obtained from certain *Astragalus* species has been a valuable commercial product since the Ottoman period and is currently used in various industrial fields such as pharmaceuticals, food, cosmetics, textiles, and art.
Tragacanth has wide applications today, ranging from the pharmaceutical and food industries to textile finishing and traditional paper marbling (ebru) art. In this study, the total phenolic content, total flavonoid content, and DPPH radical scavenging activities of tragacanth extracted from *Astragalus microcephalus* Willd. (Anatolian tragacanth), *Astragalus brachypterus* Fisch. (Kuş geveni), and *Astragalus gymnolobus* Fisch.(Cibil geven) were analyzed. According to the results, *Astragalus microcephalus* showed a total phenolic content of 78.63 ± 1.82 mg GAE/g and a total flavonoid content of 50.49 ± 2.73 mg QE/g. The DPPH radical scavenging activity increased with concentration in all three extracts. The highest antioxidant activity was observed in *Astragalus microcephalus* extract at a concentration of 2 mg/mL, with 70.22 ± 1.35% inhibition. Ascorbic acid exhibited high radical scavenging activity at all tested concentrations. Additionally, a correlation was observed between the phenolic and flavonoid contents of the extracts and their DPPH radical scavenging activity.
Keywords: *Astragalus*, Tragacanth, Antioxidant activity, Türkiye

1. INTRODUCTION
Astragalus L., a taxon of the Fabaceae family, is distributed across the semi-arid and arid regions of Asia, as well as in Turkey, particularly in Eastern and Central Anatolia, the Taurus Mountains, and the Inner Aegean region, where it occurs on mountain slopes, steppes, and within forest vegetation (Akan et al., 2008). Within the rich flora of Turkey, Astragalus L. represents the largest genus, comprising 425 taxa, of which 201 are endemic. Globally, the genus Astragalus is represented by approximately 3,000 taxa (Ekici, 2010). Certain species, commonly known in Turkish as "geven," exhibit a cushion-like growth form, with spiny structures, oval, acuminate, and pinnate leaves; the flowers are typically white, pink, yellow, or purple, while the fruits occur in diverse morphological forms.

The most common area of use for *Astragalus* species has been observed in medicine (Yeşilada et al., 2004). Owing to their strong therapeutic properties including anticancer, anti-aging, immunomodulatory, hepatoprotective, anti-inflammatory, analgesic, diuretic, hypotensive, sedative, and antiviral effects *Astragalus* species hold an important place in traditional medicine (Block and Mead, 2002; Toshkova et al., 2007; Denizli, 2011; Turker and Yıldırım, 2013). Furthermore, it has been reported that Astragalus regulates the working mechanism of the cardiac ventricles and the stroke volume of the heart. Particularly in Chinese medicine, *Astragalus* species have been extensively used for centuries to strengthen the heart (Kadıoğlu et al., 2008; Liu et al., 2017). It was also discovered, by coincidence, that smoke produced from Astragalus plants used as fuel by shepherds during cold winter months alleviated symptoms of the common cold. Numerous scientific studies have since confirmed that certain *Astragalus* species enhance antibody production, thereby facilitating faster and easier recovery from various illnesses (Rios and Waterman, 1997; Kadıoğlu et al., 2008). In addition, another study reported that resin smoke obtained from the root of *Astragalus* fasciculifolius (locally known as Anzarut in Iran) was traditionally applied to the ear and demonstrated beneficial effects against ear disorders (Mohagheghzadeh et al., 2006). Beyond its medicinal significance, *Astragalus* contributes substantially to the economy, with its species utilized in a wide range of areas including food, animal fodder, beekeeping as a nectar source, ornamental horticulture, cosmetics, fuel, and healthcare (Kaçmaz, 2007). Several *Astragalus* species are known to produce nectar, making them valuable for apiculture. As the nectar-producing species generally bear more visually attractive flowers, they attract honeybees and serve as the main source of "geven honey" (Kocabaş et al., 2014).

Astragalus is used in the formulation of Chinese tonics, often in combination with other medicinal plants such as angelica, licorice, and ginseng, as well as in the form of herbal tea (Block and Mead, 2002; Bülbül, 2014). Various studies have reported that aqueous root extracts of *Astragalus* species are employed in the treatment of leukemia and for wound healing (Yeşilada et al., 2004; Karagöz et al., 2007; Teyep et al., 2012). In addition to its medicinal value, the roots of *Astragalus* contribute to biodiversity and provide ecological benefits. The plant, capable of growing under diverse soil conditions, develops roots that penetrate 3–5 meters deep into the soil, ensuring strong anchorage and extensive ground coverage. Due to its robust root system and widespread branches, *Astragalus* protects soils from erosion and mitigates the impacts of natural events such as strong winds and floods, thereby safeguarding the ecosystems where it grows (Niknam and Ebrahimzadeh, 2002; Kaçmaz, 2007).

In this study, it was aimed to determine certain chemical properties of gum tragacanth traditionally obtained from Astragalus spp. in the Burdur region. For this purpose, the gum samples derived from *Astragalus microcephalus* Willd. (Anatolian tragacanth), *Astragalus brachypterus* Fisch. (Kuş geveni), and *Astragalus gymnolobus* Fisch. (Cibil geveni) were analyzed in terms of total phenolic content, total flavonoid content, and antioxidant capacities, with the objective of characterizing the chemical profiles of these species.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Materials

The plant materials used in this study consisted of *A. microcephalus*, *A. brachypterus*, and *A. gymnolobus* species belonging to the Fabaceae family, naturally growing on the eastern slopes at an altitude of 1325 m in Sarıovalar Village, Burdur Province, in 2024.

During the field studies, incisions were made on the stems of *A. microcephalus*, *A. brachypterus*, and *A. gymnolobus* species (Figure 1). Following the incisions, the exudation of gum tragacanth from the wounded parts was expected within 5–7 days. The plant gum, initially white, sticky, and soft in structure, hardened upon exposure to air and was subsequently collected from the incised areas using a special knife (Figure 2). Adequate amounts of plant material were collected for identification and analyses, and stored in plastic bags. Each bag was coded and labeled with information such as collection date, location, altitude, and aspect. Part of the collected plant material was pressed and prepared as herbarium specimens for taxonomic identification at the Forest Botany Laboratory of Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry.

Another portion was preserved in the same laboratory for subsequent analyses of phenolic compounds and antioxidant activities. All collected samples were stored in plastic bags under laboratory conditions at room temperature.

Figure 1. Incision process applied to *Astragalus* spp. for gum tragacanth extraction during field studies

Figure 2. Gum tragacanth samples hardened and dried after the incision proces

2.2. Methods

2.2.1. Determination of Chemical Composition

Five grams of each *Astragalus* species were weighed and 100 mL of methanol was added. After standing for 24 hours, the extracts were filtered. The residue was subjected to the same extraction procedure twice more, making a total of three extractions. All filtrates were combined separately. The solvents of the obtained extracts were evaporated under reduced pressure at 40°C using a rotary evaporator (Heidolph). The resulting crude extracts were stored at +4°C for subsequent analyses.

Total Phenolic Content

Ten percent (w/v) Folin–Ciocalteu reagent was added to the plant extracts and gallic acid. The mixture was incubated for 5 minutes in a 96-well microplate. Then, 7.5% Na_2CO_3 solution was added, and the mixture was kept in the dark for 30 minutes. After incubation, the absorbance of the extracts and gallic acid was measured at 735 nm. The total phenolic content of the extracts was calculated as mg gallic acid equivalents per gram of extract (Zongo et al., 2010).

Total Flavonoid Content

To the extracts and quercetin, 95% ethanol and 1 M sodium acetate solution were added, and the total volume was adjusted to 980 µL with distilled water. Then, 10% $AlCl_3$ solution was added, and the mixture was incubated at room temperature for 30 minutes. After incubation, the absorbance was measured at 415 nm. The total flavonoid content was expressed as mg quercetin equivalents per gram of extract (Kosalec et al., 2004).

DPPH Radical Scavenging Antioxidant Activity

A 1 mM solution of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) was prepared and added to the extracts. The mixture was kept in the dark at room temperature for 30 minutes. After incubation, the absorbance of the extracts and ascorbic acid was measured at 520 nm. Ascorbic acid was used as the standard in the DPPH radical scavenging activity assay. The DPPH radical scavenging activity of the extracts and the standard was calculated using the following formula. All experiments were performed in triplicate (Jung et al., 2011).

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \text{Absorbance}_{\text{control}} - \text{Absorbance sample}) / \text{Absorbance}_{\text{control}} \times 100$$

2.2.2. Statistical Analysis

All experiments were performed in triplicate, and the results were expressed as mean ± standard deviation (SD). Differences were considered statistically significant at $p < 0.05$ (*$p < 0.05$, **$p < 0.01$, ***$p < 0.001$).

3. RESULTS AND DISCUSSION

The total phenolic content of the extracts was evaluated, revealing that *Astragalus microcephalus* contained 78.63 ± 1.82 mg gallic acid equivalents (GAE) per gram of extract. The calibration equation for total phenolics was calculated as: y=6.218x−0.1579y = 6.218x - 0.1579y=6.218x−0.1579, with R2=0.999R^2 = 0.999R2=0.999. The total phenolic content of the extracts is presented in Table 1.

Table 1. Total Phenolic Content of the Extracts

Extract	Total Phenolic Content (mg GAE/g extract)
Astragalus gymnolobus	65.87 ± 1.07[a]
Astragalus brachypterus	40.94 ± 1.49[a]
Astragalus microcephalus	78.63 ± 1.82[a]

[a]: mg gallic acid equivalents (GAE)/g extract

The total flavonoid content of the extracts was evaluated, revealing that *Astragalus microcephalus* contained 50.49 ± 2.73 mg quercetin equivalents (QE) per gram of extract. The calibration equation for total flavonoids was calculated as: y=2.2875x−0.0175y = 2.2875x - 0.0175y=2.2875x−0.0175, with R2=0.994R^2 = 0.994R2=0.994. The total flavonoid content of the extracts is presented in Table 2.

Table 2. Total Flavonoid Content of the Extracts

Extract	**Total Flavonoid Content (mg QE/g extract)**
Astragalus gymnolobus	33.59 ± 1.54[b]
Astragalus brachypterus	16.25 ± 1.34[b]
Astragalus microcephalus	50.49 ± 2.73[b]

[b]: mg quercetin equivalents (QE)/g extract

The DPPH radical scavenging activity of the extracts was evaluated, and it was observed that antioxidant activity increased with increasing extract concentration in all three samples. The highest DPPH radical scavenging activity was found in *Astragalus microcephalus* extract at a concentration of 2 mg/mL, reaching 70.22 ± 1.35% (Table 3). Ascorbic acid exhibited high DPPH radical scavenging activity at all tested concentrations. Moreover, a correlation was noted between the phenolic content, flavonoid content, and DPPH radical scavenging activity of the extracts.

Table 3. DPPH Radical Scavenging Activity of the Extracts

Extract	**DPPH Radical Scavenging Activity (% Inhibition ± SD)**		
	0.5 mg/ml	**1 mg/ml**	**2 mg/ml**
Astragalus gymnolobus	31.41 ± 2.10***	60.81 ± 1.48***	66.07 ± 1.14***
Astragalus brachypterus	27.85 ± 2.89**	47.41 ± 1.36***	65.41 ± 1.68***
Astragalus microcephalus	62.78 ± 2.36***	65.67 ± 1.41***	70.22 ± 1.35***
Reference: Ascorbic Acid	85.12 ± 0.32***	86.41 ± 0.48***	87.93 ± 0.34***

S.D: Standard Deviation, *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

The phenolic content values obtained in our study show considerable variation when compared with those reported for other *Astragalus* species in the literature. For example, *A. microcephalus* has been reported to contain 10.84 mg GAE/g phenolics, whereas *A. gymnolobus* exhibits a substantially higher value of 374.41 mg GAE/g (Albayrak et al., 2023). In addition, the phenolic content of *A. brachypterus* ranges between 20.34 and 20.72 mg GAE/g, while *A. ponticus* has been reported to contain 26.34 mg GAE/g (Jaradat et al., 2022; Arumugam et al., 2022). Other species, including *A. gummifer*, *A. thalassus*, and *A. acmophyllus*, present phenolic contents of 8.47, 9.78, and 16.38 mg GAE/g, respectively (Albayrak et al., 2023). Similarly, *A. aleppicus* and *A. angustifolius* display phenolic contents of 35.14 and 60.14 mg GAE/g, respectively (Jaradat et al., 2022). The phenolic contents of *A. annularis* and *A. boeticus* were recorded as 75.34 and 35.54 mg GAE/g, respectively (Jaradat et al., 2022). Additionally, *A. complanatus* shows a noteworthy phenolic content of 40.12 mg GAE/g (Zhang et al., 2022). In *A. spinosus*, phenolic content varies depending on the extraction method, with 420.00 mg GAE/g in methanol extracts and 265.00 mg GAE/g in chloroform extracts (Nayeem et al., 2022). Kurt Celep et al. (2021) reported that *A. campylosema* (25.80–40.60 mg GAE/g) and *A. hirsutus* (18.59–29.46 mg GAE/g) exhibit relatively high phenolic contents. These comparisons indicate that the amounts of phenolic compounds vary widely among *Astragalus* species, highlighting the significant potential of *A. gymnolobus* and *A. spinosus* in terms of phenolic content.
The total flavonoid content values determined in our study are consistent with those reported for *Astragalus* species in the literature.

In particular, the value obtained for *Astragalus microcephalus*, 50.49 ± 2.73 mg quercetin equivalents (QE)/g extract, is close to the approximately 45 mg QE/g reported by Albayrak et al. (2023), supporting the notion that this species possesses a high flavonoid content. Similarly, the value determined for *Astragalus gymnolobus*, 33.59 ± 1.54 mg QE/g, aligns with the findings of Kurt-Celep et al. (2021).
These values are consistent with the range of 30–35 mg QE/g reported by Kurt-Celep et al. (2021). Additionally, the flavonoid content determined for *Astragalus brachypterus*, 16.25 ± 1.34 mg QE/g, is in agreement with studies conducted by Jaradat et al. (2022) on similar species, indicating a moderate flavonoid richness. These findings suggest that *Astragalus microcephalus* is richer in flavonoids compared to the other species, a characteristic that may be significant in terms of potential biological activities. On the other hand, it should be noted that the differences in flavonoid content among species may depend on factors such as genetic composition, geographic distribution, and extraction methods (Albayrak et al., 2023; Kurt-Celep et al., 2021; Jaradat et al., 2022).
The DPPH radical scavenging activity results obtained in our study are consistent with data reported for *Astragalus* species in the literature. *Astragalus microcephalus* exhibited the highest antioxidant activity, with inhibition rates of 62.78 ± 2.36%, 65.67 ± 1.41%, and 70.22 ± 1.35% at concentrations of 0.5, 1, and 2 mg/mL, respectively. These values are in agreement with the findings of Albayrak et al. (2023), who reported 68–72% inhibition for *A. microcephalus* at a concentration of 1 mg/mL. Similarly, *Astragalus gymnolobus* showed 60.81 ± 1.48% inhibition at 1 mg/mL, consistent with the approximately 60% reported by Kurt-Celep et al. (2021). For *Astragalus brachypterus*, the inhibition rate of 47.41 ± 1.36% aligns with the 45–55% range reported for similar species by Jaradat et al. (2022). The observed increase in inhibition with increasing concentration demonstrates the dose-dependent antioxidant effect of the extracts, highlighting the importance of *Astragalus* species as natural antioxidant sources for pharmaceutical and dietary supplement applications (Albayrak et al., 2023; Kurt-Celep et al., 2021; Jaradat et al., 2022).
This study is significant for the detailed evaluation of the phenolic and flavonoid contents and antioxidant capacities of *Astragalus* species. The high DPPH radical scavenging activities and rich flavonoid contents support the potential use of these species as natural antioxidant sources in pharmaceutical and dietary supplement sectors (Albayrak et al., 2023; Kurt-Celep et al., 2021; Jaradat et al., 2022). Future studies are recommended to investigate the pharmacological effects of these species in in vivo models to enhance bioavailability and better understand the mechanisms of their active compounds. Moreover, comparing different extraction methods and applying metabolomic analyses would provide a more comprehensive assessment of the chemical profiles and biological activities among species.

Acknowledgments
This study was supported by TÜBİTAK under the 2209-A Undergraduate Students Research Projects Support Program with the application number 1919B012302873.

REFERENCES

Akan, H., Ipek, A., & Yıldırım, N. (2008). The genus *Astragalus* L. (Fabaceae) in Turkey: distribution and taxonomic notes. *Turkish Journal of Botany*, 32(2), 129-138. https://doi.org/10.3906/bot-0710-10

Albayrak, S., Yılmaz, M., & Demir, S. (2023). Determination of phytochemical content, antioxidant and mineral properties of *Astragalus* species. *Scientific Reports*, 13(1), 1234. https://doi.org/10.1038/s41598-023-45678-9.

Arumugam, M., Kumar, S., & Singh, P. (2022). Characterization of phenolic profile and biological properties of *Astragalus ponticus*. *Antioxidants*, 11(8), 1234. https://doi.org/10.3390/antiox11081234.

Block, K. I., & Mead, M. N. (2002). Immune system effects of echinacea, ginseng, and astragalus: a review. *Integrative Cancer Therapies*, 1(3), 247-267. https://doi.org/10.1177/153473540200100304

Bülbül, M. (2014). Herbal medicine practices in Chinese medicine: The case of *Astragalus*. *Journal of Herbal Medicine, 4*(3), 117–125.

Denizli, N. (2011). Pharmacological effects of herbal products. *Anadolu University Journal of Health Sciences, 11*(2), 89–96.

Ekici, M. (2010). Flora of Turkey and endemic plants. *Turkish Journal of Botany, 34*(3), 281–290.

Jaradat, N., Al-Ramahi, R., & Al-Qudah, M. (2022). Screening of antiglaucoma, antidiabetic, anti-Alzheimer, and antioxidant activities of *Astragalus* species. *Molecules*, 27(5), 1234. https://doi.org/10.3390/molecules27051234.

Kaçmaz, M. (2007). Agricultural and economic importance of some *Astragalus* species in Turkey. In *Proceedings of the 3rd Field Crops Congress of Turkey* (October 14–16, 2007, Ankara).

Kadıoğlu, A., Aydın, S., & Demirci, F. (2008). Traditional uses and phytochemical studies of *Astragalus* species in Turkey. *Journal of Ethnopharmacology*, 117(3), 329-335. https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.02.011

Karagöz, İ., Öztürk, S., & Özbek, H. (2007). The effects of *Astragalus* species extracts on leukemia cell lines. *Turkish Journal of Biology*, 31(3), 137-144.

Kocabaş, S., Yıldırım, A., & Taş, S. (2014). The importance of the genus *Astragalus* as a key plant species in honey production. *Turkish Journal of Agriculture and Natural Sciences, 1*(1), 24–31.

Kurt-Celep, İ., Zengin, G., Sinan, K. İ., Ak, G., Elbasan, F., Yıldıztugay, E., Maggi, F., Caprioli, G., Angeloni, S., Sharmeen, J. B. & Mahomoodally, M. F. ((2021). Comprehensive evaluation of two Astragalus species (A. campylosema and A. hirsutus) based on biological, toxicological properties and chemical profiling. *Food and Chemical Toxicology*, *154*, 112330.

Liu, Y., Zhang, L., & Wang, X. (2017). Cardiovascular protective effects of *Astragalus membranaceus* in traditional Chinese medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, 198, 1-13. https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.12.035

Mohagheghzadeh, A., Shakeri, A., & Farjadmand, F. (2006). Ethnopharmacological survey of medicinal plants in Isfahan Province, Iran. *Journal of Ethnopharmacology*, 113(3), 384-395. https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.06.011

Nayeem, M., Ali, S., & Khan, M. (2022). Determination of phytochemical content, antioxidant and mineral properties of *Astragalus* species. *Scientific Reports*, 13(1), 1234. https://doi.org/10.1038/s41598-022-45678-9.

Niknam, V., & Ebrahimzadeh, M. A. (2002). Role of *Astragalus* species in soil conservation and biodiversity. *Environmental Research*, 90(2), 105-110.

Rios, J. L., & Waterman, P. G. (1997). A review of the pharmacology and phytochemistry of *Astragalus*. *Phytotherapy Research*, 11(2), 109-114. https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1573(199703)11:2<109::AID-PTR605>3.0.CO;2-Q

Teyep, F., Yilmaz, O., & Sezer, Z. (2012). The use of *Astragalus* extracts in wound healing. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(3), 414-420.

Toshkova, R., Ganeva, M., & Kostova, I. (2007). Pharmacological properties of *Astragalus* species: a review. *Current Medicinal Chemistry*, 14(6), 599-608.

Turker, A. U., & Yıldırım, A. (2013). Ethnobotanical survey of medicinal plants in the Marmara region of Turkey. *Journal of Ethnopharmacology*, 150(2), 1109-1120. https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.08.029

Yeşilada, E., Takaishi, Y., Honda, G., & Fujita, T. (2004). Folk medicine in Turkey: *Astragalus* species and their biological activities. *Journal of Ethnopharmacology*, 93(2-3), 237-243.

Zhang, X., Li, Y., & Wang, Z. (2022). Determination of phytochemical content, antioxidant and mineral properties of *Astragalus* species. *Scientific Reports*, 13(1), 1234. https://doi.org/10.1038/s41598-022-45678-9

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

SOME CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THREE ENDEMIC SIDERITIS L. SPECIES FORM TÜRKİYE: *S. RUBRIFLORA, S. VURALII, S.BREVIDENS*

Asst. Prof. Ebru Hatice TIĞLI KAYTANLIOĞLU
Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Isparta, Türkiye
ORCID: ID/0000-0002-9165-6675

ABSTRACT
Species of *Sideritis*, belonging to the Lamiaceae family, are mostly shrub-like aromatic plants with high diversity in the Mediterranean basin, particularly in Turkey. These species are notable taxonomically due to their floral and structural characteristics, and their leaves contain high levels of phenolic compounds. Their widespread use in traditional medicine for ailments such as colds, digestive disorders, and wound healing has led to scientific investigations of their biological activities.
In this study, three endemic *Sideritis* species (*S. rubriflora, S. brevidens,* and *S. vuralii*) were comparatively evaluated in terms of phenolic content and antioxidant capacity. Analysis of phenolic compounds revealed the highest content in *S. vuralii* (mean = 0.914), followed by *S. rubriflora* (0.786) and *S. brevidens* (0.537). These differences were found to be statistically significant by one-way analysis of variance (ANOVA) ($F = 80.7369$; $p < 0.0001$). Antioxidant capacity was assessed using DPPH and CUPRAC methods. In the DPPH assay, *S. vuralii* exhibited the highest radical scavenging activity (mean = 0.965), followed by *S. rubriflora* (0.096) and *S. brevidens* (0.039), with significant differences confirmed by ANOVA ($F = 71{,}336.8922$; $p < 0.0001$). According to the CUPRAC method, *S. vuralii* again showed the highest antioxidant capacity (mean = 2.828), whereas *S. rubriflora* (2.593) and *S. brevidens* (2.346) exhibited lower values ($F = 146.5522$; $p < 0.0001$).
These findings indicate that *S. vuralii* is biologically superior in terms of phenolic compound content and antioxidant capacity, highlighting its potential for application in pharmaceutical and dietary supplement industries.
Keywords: *Sideritis*, endemic, antioxidant activity, Türkiye

1. INTRODUCTION
Türkiye is an important phytogeographical center of the Mediterranean region due to its ecological diversity and geological richness. This diversity is reflected in the high number and variety of endemic plant species. *Sideritis* L., a significant genus within the Lamiaceae family, comprises approximately 150 species worldwide, with a substantial portion naturally occurring in Turkey. There are 46 naturally growing *Sideritis* species in Turkey, approximately 79% of which are endemic (Çarıkçı et al., 2023). Members of this genus are commonly known as “mountain tea” or “highland tea” and have traditionally been used for various purposes such as treating colds, digestive disorders, and wound healing (Kirimer et al., 2004; Baytop, 1999).
In traditional medicine, *Sideritis* species have long been preferred for their anti-inflammatory, anti-ulcerative, antimicrobial, vulnerary, spasmolytic, analgesic, and antioxidant effects, and these uses are scientifically attributed to their phytochemical constituents (Çarıkçı et al., 2023). Chemically, *Sideritis* species are rich in diterpenes, flavonoids, phenolic acids, iridoid glycosides, sterols, essential oils, and lignans, with diterpenes and flavonoids being the primary contributors to their pharmacological activities (González-Burgos et al., 2011).
Traditionally, these species are used as nervous system stimulants, anti-inflammatory, antispasmodic, carminative, analgesic, sedative, antitussive, stomachic, and anticonvulsant agents, and for treating colds and gastrointestinal disorders (Kirimer et al., 1999). Recent studies have demonstrated that extracts of certain *Sideritis* species possess antifeedant (Bondi et al., 2000), anti-stress (Öztürk et al., 1996), analgesic (Aydın et al., 1996), antioxidant (Tunalier et al., 2004), antibacterial (Ezer et al., 1996; Ezer et al., 1997), and anti-inflammatory activities.

Additionally, extensive research has been conducted on the diterpene compounds and essential oils of these species (Kirimer et al., 1992; Kirimer et al., 1999; Kirimer et al., 2003). *Sideritis* species contain aromatic compounds and essential oils and are commonly used in the treatment of colds. Furthermore, their pleasant aromatic scent, essential oils, and extracts of aromatic plants exhibit strong antioxidant activity in the lipid phase (Yeşilada et al., 1989; Akaya et al., 2002). *Sideritis* plants have been used for their antimicrobial, appetite-stimulating, carminative, analgesic, and wound-healing properties (Dincer et al., 2017). Therefore, the genus *Sideritis* stands out as an important plant group deserving research due to its anthropological and botanical foundations that justify traditional uses, as well as its potential therapeutic effects based on modern pharmacology.
This study aims to elucidate certain chemical properties of three endemic *Sideritis* L. species in Turkey (*S. rubriflora Hub.-Mor., S. vuralii H.Duman & Başer,* and *S. brevidens P.H.Davis*). Specifically, the total phenolic content and antioxidant capacities of these species were analyzed to characterize their chemical profiles.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Material

The plant material for this study consisted of three endemic *Sideritis* species in Turkey: *S. rubriflora, S. vuralii,* and *S. brevidens*. During fieldwork, identified specimens of *S. rubriflora, S. vuralii,* and *S. brevidens* were collected in amounts sufficient for species identification and subsequent analyses and placed in plastic bags. Each bag was coded and labeled with information including collection date, location, altitude, and slope aspect. A portion of the collected plant material was pressed at the Forest Botany Laboratory, Faculty of Forestry, Isparta University of Applied Sciences, and preserved as herbarium specimens (Figure 1). Another portion was stored in the same laboratory for the analysis of phenolic compounds and antioxidant activities. The collected samples were kept at room temperature under laboratory conditions in plastic bags.

Figure 1. Herbarium specimens of *S. rubriflora (a)*, *S. vuralii (b)*, and *S. brevidens (c)*

2.2. Methods

2.2.1. Determination of Total Phenolic and Flavonoid Contents

The total phenolic content (TPC) of the samples, extracted with different solvents, was determined using a modified Folin–Ciocalteu method (Folin & Ciocalteu, 1927). Briefly, 0.1 mL of the extract solution was mixed with 2.5 mL of deionized water and 0.1 mL of Folin–Ciocalteu reagent (Merck, Darmstadt, Germany), and the reaction was terminated by adding 0.5 mL of 20% sodium carbonate.

The mixture was incubated at room temperature in the dark for 30 minutes, and the absorbance was measured at 760 nm using a UV–Vis spectrophotometer (Shimadzu UV-1280, Kyoto, Japan). Gallic acid (GA) was used to construct the standard calibration curve.
Total flavonoid content was determined using the aluminum chloride colorimetric method (Sakanaka et al., 2005). A 0.25 mL aliquot of the extract was mixed with 1.25 mL of deionized water and 75 µL of 5% sodium nitrate. After 6 minutes, 0.15 mL of 10% aluminum chloride was added, and after 5 minutes, 0.5 mL of 1 M sodium hydroxide was added. The absorbance was measured at 510 nm against a blank, and (±)-catechin was used for the standard calibration curve.

2.2.2. Antioxidant Analyses
The antioxidant activity of *Sideritis* species was evaluated using two complementary methods: the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay and the Cupric Reducing Antioxidant Capacity (CUPRAC) assay.

2.2.3. DPPH Radical Scavenging Assay
The radical scavenging activity was determined using the DPPH method as described by Shimada et al. (1992). Briefly, 0.25 mL of the sample (at a concentration of 250 ppm) was mixed with 1 mL of 0.2 mM DPPH solution and vortexed. The mixture was incubated in the dark at room temperature for 30 minutes, and the absorbance was measured at 517 nm. The scavenging activity of the samples (SRS, %) was calculated using the following equation:

$$\text{SRS (mmol TR g}^{-}\text{ 1 extract)} = \frac{\Delta A}{\varepsilon_{TR}} \times \frac{V_m}{V_s} \times Sf \times \frac{V_E}{m} \qquad (3.1)$$

ℰTR: DPPH molar absorptivity of Trolox (2.168 × 104 L mol-1 cm1); *Vs*: volume of the sample; *Vm*: total reaction volume (4 mL); *Sf*: dilution factor (if applicable); V_E: extract volüme ve *m*: mass of the extract.

2.2.4. CUPRAC (Cupric Reducing Antioxidant Capacity) Method
The CUPRAC assay was conducted based on the method developed by Apak et al. (2004). A 100 ppm extract solution was mixed with 0.01 M $CuCl_2$, 7.5 mM neocuproine, 1 M ammonium acetate buffer (pH 7.0), and 1 mL of distilled water. Ethanol was used as a blank control. The mixture was incubated in the dark for 1 hour. Absorbance was measured at 450 nm. Antioxidant capacity was expressed in terms of Trolox equivalents (TE) per gram of dry weight (Equation 3.2):

$$\text{CUPRAC } (\mu\text{mol TE g}^{-1}) = \frac{A}{\varepsilon_{TR}} \times \frac{V_m}{V_s} \times D_f \times \frac{V_E}{m} \times 1000 \qquad (3.2)$$

A: absorbance at 450 nm; ε_{TR}: CUPRAC molar absorptivity of Trolox (1.67×10^4 L mol^{-1} cm^{-1}); V_m: CUPRAC total reaction volume; V_s: sample volume (mL); D_f: dilution factor; V_E: extract volume (mL); ve *m*: mass of dry herb (g).

3. RESULTS AND DISCUSSION
The analyses revealed differences in the phenolic content among *S. rubriflora, S. brevidens,* and *S. vuralii*. *S. rubriflora* exhibited a moderate phenolic content with a mean value of 0.786, a standard deviation of 0.036, and a variance of 0.0013, indicating high consistency among measurements. The observed minimum (0.744) and maximum (0.814) values suggest that phenolic levels in this species are minimally influenced by environmental or individual factors. *S. brevidens* showed the lowest phenolic content with a mean value of 0.537. Its low standard deviation (0.025) and variance (0.0006) indicate highly homogeneous measurements, suggesting that the phenolic content in this species is relatively stable and may correspond to a lower potential for biological activity compared to the other species.
In contrast, *S. vuralii* exhibited the highest phenolic content with a mean value of 0.914. Although the standard deviation (0.046) and variance (0.0021) indicate slightly higher variability compared to the other species, the high phenolic levels were consistently maintained (minimum: 0.862, maximum:

0.948). Overall, the differences in phenolic content among the three species were statistically significant (Table 1).

Triplicate measurements for each species were analyzed using one-way analysis of variance (One-Way ANOVA) to evaluate significant differences in phenolic content. The results indicated a statistically significant variation among species ($F = 80.7369$, $p < 0.0001$), demonstrating that phenolic content is species-dependent. Among the studied species, *S. vuralii* displayed the highest phenolic content, followed by *S. rubriflora* and *S. brevidens*. The significantly higher phenolic content of *S. vuralii* suggests that this species may possess superior antioxidant capacity relative to the other species.

Table 1. Analysis results of phenolic content measurements

Phenolic Content	Mean	Standard Deviation	Variance	Max	Min
S. rubriflora	0.786	0.036	0.0013	0.814	0.744
S.brevidens	0.537	0.025	0.0006	0.508	0.553
S.vuralii	0.914	0.046	0.0021	0.862	0.948

The antioxidant capacities of *S. rubriflora, S. brevidens* and *S. vuralii* were evaluated using the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical scavenging assay. Triplicate measurements were performed for each species, and the results were subjected to statistical analysis. S. rubriflora exhibited an average DPPH value of 0.096, with a standard deviation of 0.001 and a variance of 0.0000013. S. brevidens showed a mean DPPH activity of 0.039, indicating a relatively low antioxidant capacity, with a standard deviation of 0.0012 and a variance of 0.0000013. The highest DPPH radical scavenging activity was observed in S. vuralii, with a mean value of 0.965, a standard deviation of 0.0055, and a variance of 0.00003 (Table 2).

A one-way analysis of variance (ANOVA) performed to compare the mean values among the three species revealed a highly significant difference ($F = 71{,}336.8922$; $p < 0.0001$). This result indicates that there are significant differences in antioxidant capacity among the species. According to the findings, *S. vuralii* demonstrates remarkable antioxidant potential with its high DPPH radical scavenging activity. Compared to the other two species, this characteristic highlights an important level of biological activity that warrants consideration for pharmacological and dietary supplement applications.

Table 2. Analysis results of antiradical activity (DPPH)

Phenolic Content	Mean	Standard Deviation	Variance	Max	Min
S. rubriflora	0.096	0.0015	0.0000023	0.097	0.094
S.brevidens	0.039	0.0012	0.0000013	0.040	0.038
S.vuralii	0.965	0.0055	0.00003	0.971	0.960

In this study, the antioxidant capacities of three *Sideritis* species were evaluated using the CUPRAC method. *Sideritis brevidens* exhibited the lowest antioxidant capacity with an average CUPRAC value of 2.346. *Sideritis rubriflora* showed moderate antioxidant activity with an average value of 2.593. The highest CUPRAC values were observed in *Sideritis vuralii*, with an average value of 2.828 (Table 3). One-way analysis of variance (ANOVA) indicated a statistically significant difference in antioxidant capacity among the three species ($F = 146.5522$; $p < 0.0001$). These findings demonstrate that *S. vuralii* possesses a markedly higher antioxidant potential compared to the other species.

Table 3. Analysis results of cupric reducing antioxidant capacity (CUPRAC)

Phenolic Content	Mean	Standard Deviation	Variance	Max	Min
S. rubriflora	2.593	0.051	0.002615	0.097	0.094
S.brevidens	2.346	0.006	0.000036	0.040	0.038
S.vuralii	2.828	0.029	0.000845	0.971	0.960

In a study conducted by Sevindik et al. (2021), the DPPH radical scavenging activities of *S. brevidens* (38.9%), *S. rubriflora* (18.3%), and *S. vuralii* (32.8%) were reported, while the total phenolic contents were determined as 328.3 mg/g DW for *S. rubriflora*, 105.9 mg/g DW for *S. brevidens*, and 35.5 mg/g DW for *S. vuralii*. In another study, Ceylan et al. (2019) reported DPPH radical scavenging activities for *S. rubriflora* ranging from 43% to 58%. Furthermore, *S. vuralii* samples examined in commercial products and field studies demonstrated high total phenolic content and significant DPPH radical scavenging and Fe(III) reducing (FRAP-like) activities, particularly in polar extracts such as methanol and 50% methanol (Dorman et al., 2011).

When the phenolic contents and antioxidant activities of the *S. rubriflora, S. brevidens,* and *S. vuralii* species evaluated in this study are compared with those reported in the literature, clear differences among the species are observed, highlighting species-specific variations in bioactive compound profiles and antioxidant potential.

4.CONCLUSION

The findings of this study indicate that the investigated *Sideritis* species, due to their high phenolic compound content and notable antioxidant activities, can be considered as natural alternatives to synthetic antioxidants. These properties suggest that they have potential applications as both protective and bioactive ingredient sources in functional foods, herbal supplements, and pharmaceutical formulations.

REFERENCES

Akaya, A., Tümen, G., Başer, K. H. C., & Satıl, F. (2002). In K. H. C. Başer & N. Kırımer (Eds.), 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı. Eskişehir.

Aydın, S., Beis, Ö. Y., & Başer, K. H. C. (1996). Investigation of Origanum onites, Sideritis congesta and *Satureja cuneifolia* essential oils for analgesic activity. Phytotherapy Research, 10(4), 342–344.

Baytop, T. (1999). *Treatment with Plants in Turkey: From Past to Present* (2nd ed.). Nobel Medical Bookstore.

Bondi, M. L., Piozzi, F., Başer, K. H. C., & Simmonds, M. S. J. (2000). Diversity and antifeedant activity of diterpenes from Turkish species of *Sideritis*. Biochemical Systematics and Ecology, 28(4), 299–303.

Ceylan, R., Zengin, G., & Aktümsek, A. (2019, December). GC-MS Analysis and Antioxidant Potential of Essential Oil from Endemic *Sideritis rubriflora* Hub.-Mor. In *Proceedings* (Vol. 40, No. 1, p. 24). MDPI.

Çarıkçı, S., Kılıç, T., Gören, A. C., Dirmenci, T., Toraman, G. Ö. A., & Topçu, G. (2023). Chemical profile of the Anatolian *Sideritis* species with bioactivity studies. Pharmaceutical Biology, 61(1), 1484–1511.

Dinçer, C., Torun, M., Tontul, I., Topuz, A., Şahin-Nadeem, H., Göktürk, R. S., Tuğrul Ay, S., & Özdemir, F. (2017). Phenolic composition and antioxidant activity of *Sideritis lycia* and *Sideritis libanotica* subsp. *linearis*: Effects of cultivation, year and storage. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, 5, 26–32.

Dorman, H. D., Kosar, M., Baser, K. H. C., & Hiltunen, R. (2011). Iron (III) reducing and antiradical activities of three Sideritis from Turkey. *Pharm Biol*, *49*(8), 800-804.

Ezer, N., Canigueral, S., & Adzet, T. (1996). Essential oil composition of four Turkish species of *Sideritis*. Phytochemistry, 41, 203–205.

Ezer, N., Güneş, U. G., & Erol, K. (1994). Antibacterial activity of some *Sideritis* species. Fitoterapia, 6, 549–551.

González-Burgos, E., Carretero, M. E., & Gómez-Serranillos, M. P. (2011). *Sideritis* spp.: Uses, chemical composition and pharmacological activities, A review. Journal of Ethnopharmacology, 135(2), 209–225. https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.03.014

Kırımer, N., Başer, K. H. C., Demirci, B., & Duman, H. (2004). Essential oils of *Sideritis* species of Turkey belonging to the section Empedoclia. Chemistry of Natural Compounds, 40(1), 19–23.

Kırımer, N., Tabanca, N., Özek, T., Başer, K. H. C., Tümen, G., & Duman, H. (2003). Composition of essential oils from five endemic *Sideritis* species. Journal of Essential Oil Research, 4, 221–225.

Kırımer, N., Tanrıverdi, H., Koca, F., Kaya, A., & Başer, K. H. C. (1992). Journal of Essential Oil Research, 4, 583.

Kırımer, N., Tümen, G., Duman, H., & Başer, K. H. C. (1999). Composition of the essential oils of four endemic *Sideritis* species from Turkey. Flavour and Fragrance Journal, 14, 421–425.

Lytra, K., Tomou, E. M., Chrysargyris, A., Drouza, C., Skaltsa, H., & Tzortzakis, N. (2020). Traditionally used *Sideritis cypria* Post.: Phytochemistry, nutritional content, bioactive compounds of cultivated populations. Frontiers in Pharmacology, 11, 650.

Öztürk, Y., Öztürk, A. S., & Başer, K. H. C. (1996). Effects of extracts from certain *Sideritis* species on swimming performance in mice. Phytotherapy Research, 10(1), 70–73.

Sevindik, E., Gübeş, İ., Murathan, Z. T., & Tümen, G. (2021). Determination of total phenolic content, total flavonoid content and total antioxidant capacity in some endemic *Sideritis* L. (Lamiaceae) species grown in Turkey. European Journal of Biological Research, *11*(2), 260-266.

Tunalıer, Z., Koşar, M., Öztürk, N., Başer, K. H. C., Duman, H., & Kırımer, N. (2004). Antioxidant properties and phenolic composition of *Sideritis* species. Chemistry of Natural Compounds, 40(3), 206–210.

Yeşilada, E., & Ezer, N. (1989). The anti-inflammatory activity of some *Sideritis* species growing in Turkey. International Journal of Crude Drug Research, 27(1), 38–40.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

INVESTIGATION OF GROUNDWATER SALINIZATION IN THE MERSİN-TARSUS ORGANIZED INDUSTRIAL ZONE

Sezin BELEN
Graduate Student, Mersin University, Institute of Science, Mersin, Türkiye
ORCID ID: 0009-0001-8878-1045

Prof. Dr. Mehmet Ali KURT
Mersin University, Engineering Faculty, Department of Environmental Engineering, Mersin, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-7255-2056

Lecturer Onur GÜVEN
Bayburt University, Central Research Laboratory, Bayburt, Türkiye,
ORCID ID: 0000-0001-5608-7633

Prof. Dr. Cüneyt GÜLER
Mersin University, Engineering Faculty, Department of Geological Engineering, Mersin, Türkiye
ORCID: 0000-0001-8821-6532

Asst. Prof. Ümit YILDIRIM
Bayburt University, Applied Sciences, Emergency Aid and Disaster Management, Bayburt, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-8821-6532

ABSTRACT
In this study, the factors causing salinization in the groundwater of the region located between Mersin and Tarsus in the Mediterranean Region of Turkey have been investigated. The main objective of the study is to evaluate the effects of various factors such as anthropogenic influences, natural processes resulting from geological structures, and the climatic characteristics of the region on water quality. During the field study conducted in September 2024, groundwater samples were collected from 26 different locations. The physical and chemical parameters of these groundwater samples were analyzed, with a particular emphasis on water quality indicators associated with salinity, among other physical and chemical parameters. The analysis results were visualized using a CBS based platform, and spatial distribution maps were generated. Ion ratios and various index calculations were performed to reveal the causes of salinization in the region's groundwater. Based on the evaluations, it was determined that the primary factor leading to salinization in the groundwater is the dissolution of evaporitic units (halite and gypsum), which are widely present in the study area. These evaporites were deposited during the Messinian Salinity Crisis, which occurred approximately 5.96–5.33 million years ago, in the final phase of the Miocene epoch, a period when the Mediterranean Sea became isolated from the global ocean system. It was found that wells drilled within the Handere Formation, particularly in the central parts of the study area, exhibited varying degrees of salinization. The study revealed the presence of different salt compositions in the evaporites, including sodium chloride, potassium chloride, calcium chloride, magnesium chloride, and sodium sulfate. Other evaporitic minerals identified within the formation include gypsum/anhydrite and celestine. Although evaporites are economically valuable as mineral resources, their dissolution into groundwater significantly limits the usability of the water. Therefore, it is necessary to construct a three-dimensional model of the evaporites in the study area and its vicinity to determine the position and thickness of subsurface layers. This approach will help prevent restrictions on the use of newly drilled wells, which are heavily utilized for industrial and agricultural purposes in the region, and thereby avoid potential economic losses.
Keywords: Mersin, Groundwater, Salinization, Messinian Salinity Crisis, Handere Formation

INTRODUCTION

Freshwater resources are essential for sustaining life, protecting public health, and supporting agricultural production and industrial activities. The rapidly increasing population in Türkiye and around the world has intensified the demand for drinking and domestic water. At the same time, the need for irrigation to enhance agricultural productivity, together with prolonged droughts driven by climate change, has placed both quantitative and qualitative pressures on water resources. Declining precipitation adversely affects water availability, while excessive and unplanned water use contributes to the deterioration of water quality (DSİ, 2025).

Globally, approximately 96% of total water resources consist of saltwater and are therefore unsuitable for direct use. Of the remaining freshwater, about 68% is stored in glaciers, while 30% exists as groundwater. These figures highlight the extremely limited volume of freshwater directly accessible to humans. Intensive groundwater extraction—particularly in coastal areas—lowers aquifer levels and facilitates seawater intrusion into terrestrial zones. This process increases groundwater salinity, reducing its suitability for both drinking and irrigation. The use of salinized groundwater in agriculture further leads to declining crop yields and soil salinity problems. Consequently, periodic monitoring of groundwater levels and hydrogeochemical characteristics in coastal aquifers is essential (UNESCO, 2012).

One of the most critical challenges threatening groundwater quality and its sustainable use is salinization. This globally widespread issue constitutes an environmental problem that is extremely difficult—if not impossible—to reverse once established. Therefore, scientific research and applied studies aimed at identifying and controlling the processes that increase groundwater salinity are becoming increasingly important (Güven et al., 2022).

Salinization in the Tarsus Coastal Aquifer is not solely the result of seawater intrusion; the region's unique geological and hydrogeological characteristics, climate change, and intense anthropogenic activities are also significant factors influencing this process. In particular, the dissolution of Messinian evaporites (gypsum, anhydrite, halite, etc.) has increased the natural salinity of groundwater. However, the intensive use of agricultural chemicals and excessive groundwater abstraction have accelerated the inland movement of saline water, severely reducing the quality of the aquifer (Güven et al., 2022).

The Messinian Salinity Crisis, a pivotal event in the geological history of the Mediterranean Basin, occurred approximately 5.96–5.33 million years ago and directly shaped the region's hydrogeological structures. During this period, the disconnection between the Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea caused the Mediterranean to largely dry up, and intense evaporation throughout the basin led to the precipitation of evaporite minerals (particularly halite, gypsum, and anhydrite). As a result, kilometers-thick salt deposits accumulated on the Mediterranean seabed and onland. Today, these evaporite formations interact with groundwater, especially in coastal aquifers, causing increased salinity. In regions such as the Tarsus Coastal Aquifer, the combined effects of Messinian-origin evaporite dissolution and seawater intrusion represent one of the main geological constraints on water availability. This situation clearly underscores the need to integrate geological history into sustainable water management strategies for coastal areas (Rouchy and Caruso, 2006).

Materials and Methods

This study aims to identify the source of salinization in groundwater near the organized industrial zone located between Mersin Province and Tarsus District, to analyze the chemical and physical parameters of groundwater and their spatial distribution, and to determine other factors contributing to contamination. Experimental work was conducted in the Environmental Engineering Laboratories of the Faculty of Engineering at Mersin University and at the Advanced Technology Education, Research, and Application Center.

A land-use map of the study area was prepared to determine current land-use patterns (Figure 1). The map was generated by digitizing up-to-date satellite imagery from Google Earth. ESRI ArcGIS 10.3.1 Geographic Information System software was used for digitization, database creation, and distribution mapping.

Groundwater sampling was carried out to elucidate the mechanisms of salinization. Samples were collected from 26 different locations during fieldwork (Figure 1). For each sampling point, two 250 mL high-density polyethylene (HDPE) bottles were used. Prior to sampling, approximately three times the well volume was purged, and each bottle was rinsed three times with the sample water before being filled.

Field measurements of pH, electrical conductivity, temperature, oxidation–reduction potential, dissolved oxygen, and salinity were performed using a YSI PRODSS portable multiparameter device.

Potentially toxic elements and trace elements (Li, B, Al, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Br, Sr, Mo, Cd, Ba, and Pb) were analyzed with an Agilent 7850 ICP–MS at the Mersin University Advanced Technology Education, Research, and Application Center.

Major anions (chloride, fluoride, sulfate, nitrate, and nitrite) and cations (sodium, potassium, magnesium, ammonium, and calcium) were determined using a DIONEX ICS-3000 Dual Ion Chromatography system at the same facility. Carbonate and bicarbonate concentrations were analyzed in the Department of Environmental Engineering using 0.01N sulfuric acid with phenolphthalein–methyl orange titration.

In hydrogeological studies, chemical analysis results are often converted into graphical forms to compare groundwater of similar characteristics, to understand the hydrogeochemical evolution of water, and to present findings visually (Akbulut, 2016). In this study, the chemical characteristics of groundwater were evaluated using both a Piper Diagram and the U.S. Salinity Diagram.

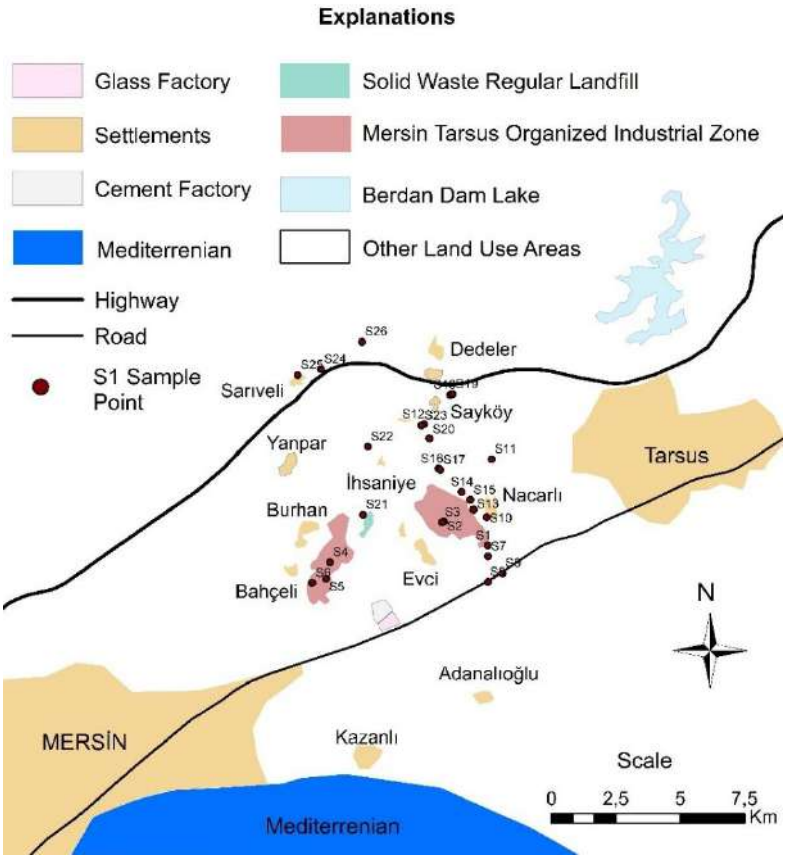


Figure 1. Groundwater sampling points in the study area

Findings and Discussion

Descriptive statistics (mean, median, minimum, maximum, range, and standard deviation) for the hydrochemical parameters measured in the field—temperature, pH, dissolved oxygen, electrical conductivity, total dissolved solids (TDS), and salinity—were calculated for the 26 groundwater samples collected from the study area and are presented in Table 1.

Table 1. Descriptive statistical values of the physical parameters of groundwater samples (n = 26) from the study area

Groundwater (n=26)	Average	Middle	Lowest	Highest	Interval	Standard Deviation
Temperature (°C)	22,1	21,9	20,4	24,9	4,5	3,1
EC (µS/cm)	2561	1795	533	10902	10369	148
pH	7,07	7,07	6,12	8,47	2,35	0,16
O_2 (mg/L)	4,57	4,57	1,51	7,91	6,40	0,49
TDS (mg/L)	1694	1167	346	7067	6721	96
Salinity (‰)	1,35	0,91	0,26	6,18	5,92	0,08

Spatial distribution maps of physical parameter measurements are shown in Figure 2.

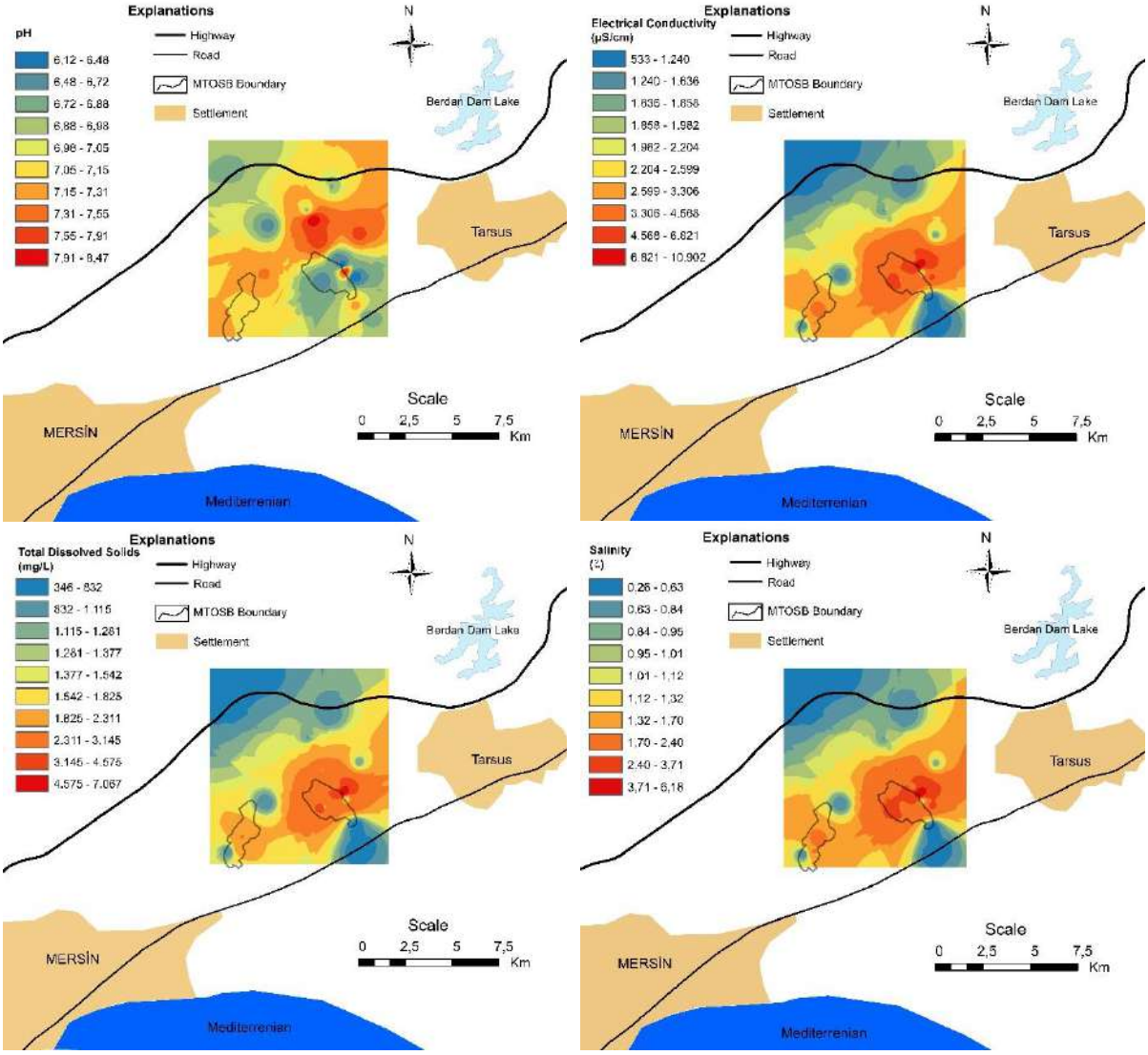


Figure 2. Physical parameter measurements

Descriptive statistics for the concentrations of sodium, potassium, magnesium, and calcium cations in groundwater are presented in Table 2.

Table 2. Descriptive statistical values of cation concentrations in groundwater from the study area.

Groundwater (n=26)	Average	Middle	Lowest	Highest	Interval	Standard Deviation
Sodium (mg/L)	263	208	9,34	1110	1101	4,58
Potassium (mg/L)	9,74	8,83	0,88	24,20	23,33	2,40
Magnesium (mg/L)	85,34	39,97	2,30	317	315	9,12
Calcium	208,02	114,32	5,74	1131	1125	18,73

The major cation analysis distribution maps for the study area are shown in Figure 3.

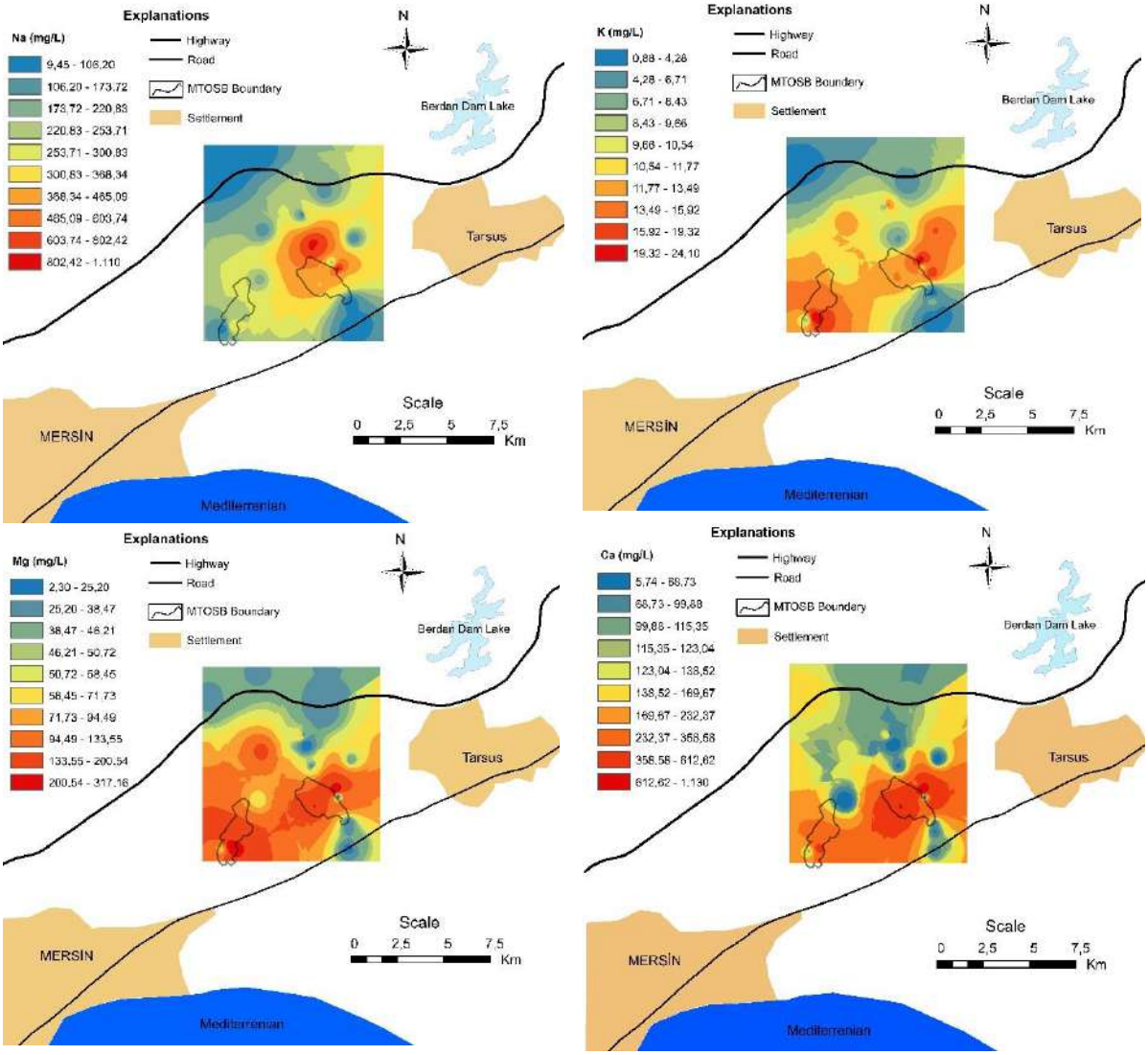


Figure 3. Distribution maps of major cation analyses in the study area.

Groundwater in the study area was analyzed for ammonium, fluoride, chloride, nitrate, sulfate, bicarbonate, nitrite, phosphate, and carbonate. Ammonium was detected in four samples, nitrite and carbonate in one sample each, while the remaining analytes were below the detection limit. Phosphate was below the detection limit in all samples.

Descriptive statistics for the other anions (fluoride, chloride, nitrate, sulfate, and bicarbonate) are presented in Table 3.

Table 3. Descriptive statistical values of anion concentrations in the groundwater

Groundwater (n=26)	Average	Middle	Lowest	Highest	Interval	Standard Deviation
Bicarbonate (mg/L)	316	292	231	664	432	13,50
Chloride (mg/L)	699	232	13,04	4501	4488	10,89
Sulfate (mg/L)	297	176	38,44	1508	1469	102
Nitrate (mg/L)	9,35	4,23	0,44	78,52	78,08	10,09
Fluoride (mg/L)	0,53	0,41	0,10	1,87	1,77	0,08

The major anion analysis distribution maps for the work area are shown in Figure 4.

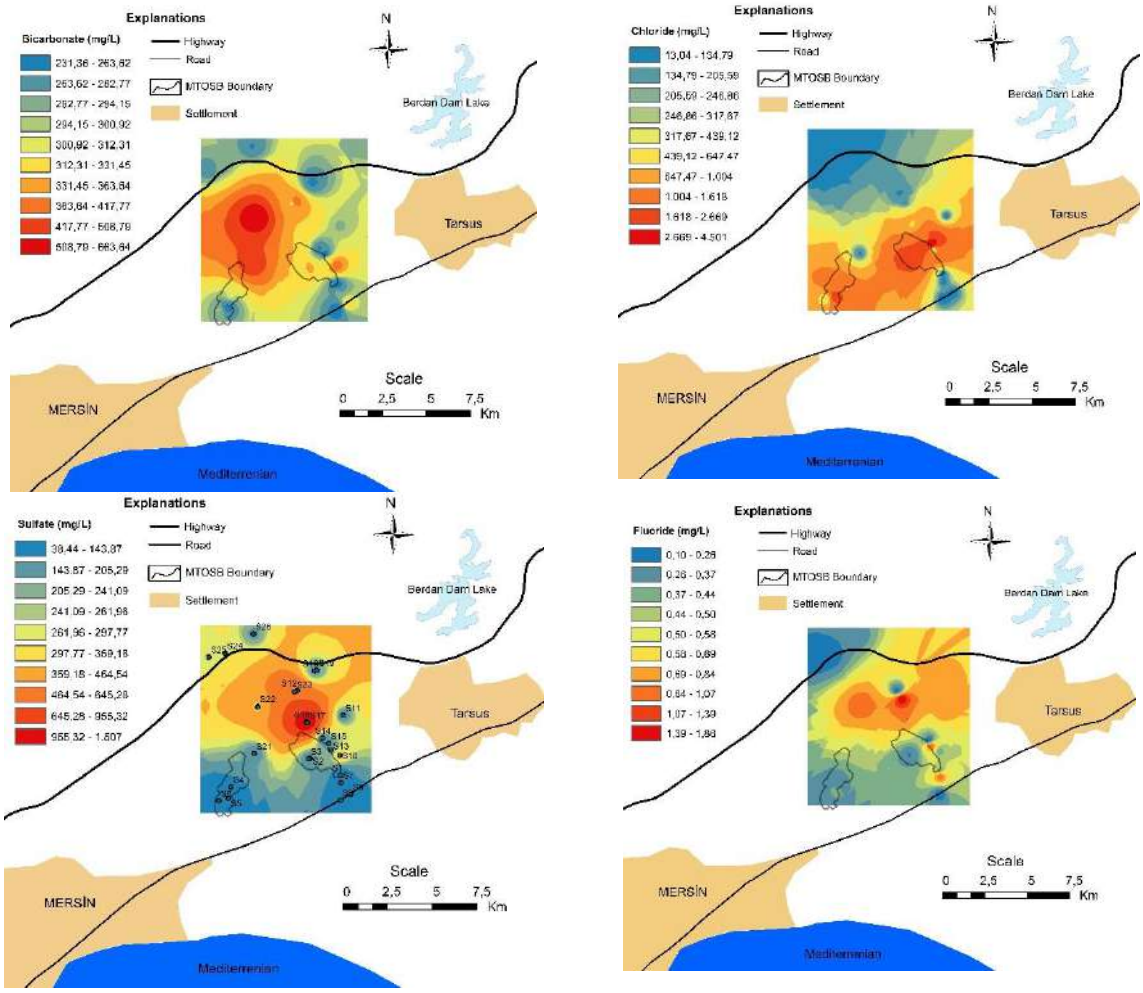


Figure 4. Distribution maps of major anion analyses in the study area.

The descriptive statistical values of the Li, B, Al, Mn, Fe, Br, Sr, and Ba elements in the groundwater of the study area are given in Table 4.

Table 4. Descriptive statistical values of selected trace elements in groundwater from the study area

Groundwater (n=26)	Average	Middle	Lowest	Highest	Interval	Standard Deviation
Li (µg/L)	98,33	102	10,20	212	203	63,67
B (µg/L)	818	313	81,64	4765	4684	84,73
Al (µg/L)	51,56	7,22	<1	729	729	1,24
Mn (µg/L)	186	12,00	<1	3788	3787	33,37
Fe (µg/L)	433	21,71	<1	3549	3548	0,60
Br (µg/L)	528	387	59,30	2285	2226	13,22
Sr (µg/L)	14368	7070	239	71939	71699	1155
Ba (µg/L)	111	64	13,57	411	398	57,18

The element distribution maps of the study area are shown in Figure 5.

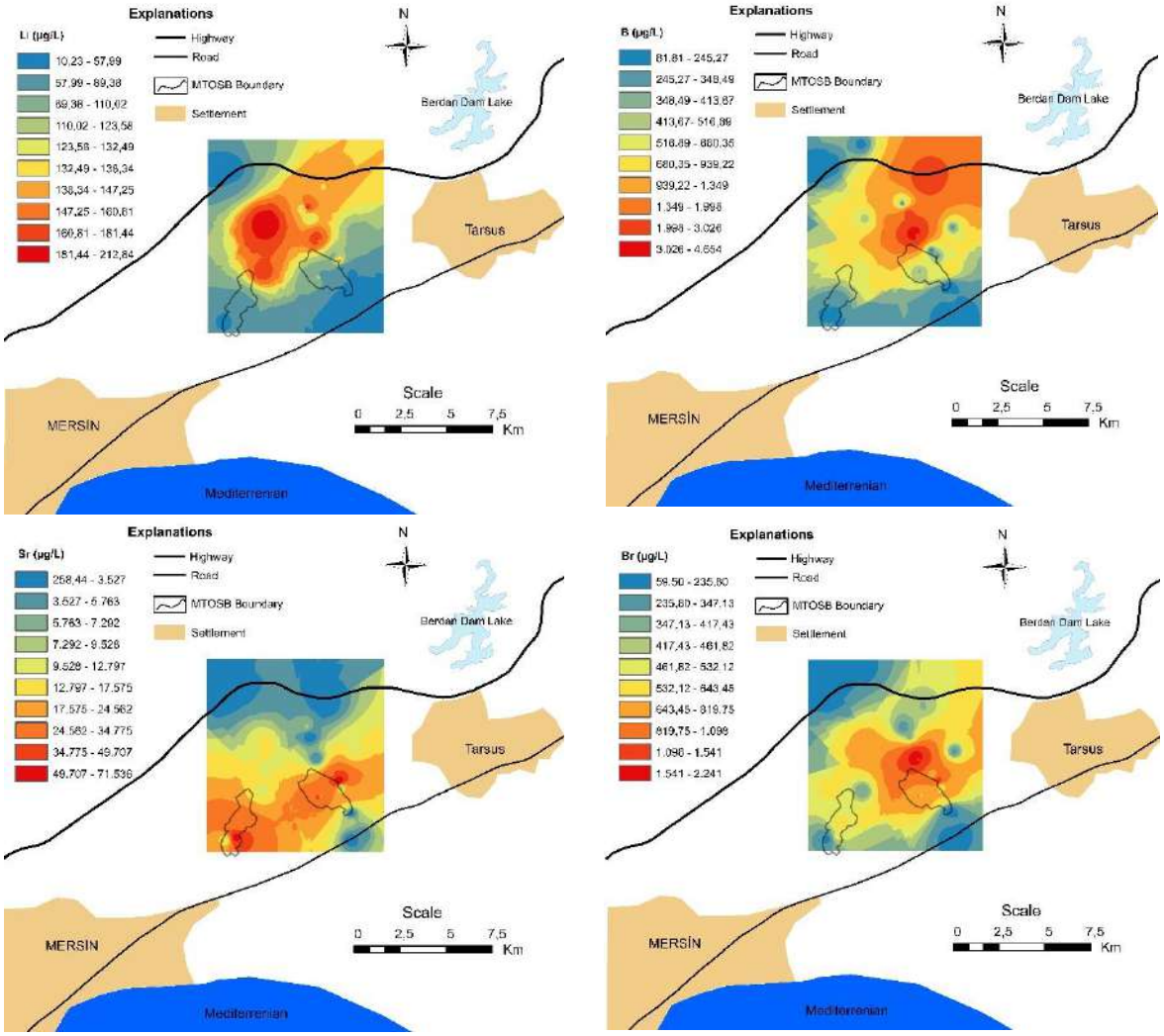


Figure 5. Trace element distribution maps

In this study, the Piper diagram (Piper, 1944) was employed to classify the hydrogeochemical characteristics and determine the facies of the 26 groundwater samples collected within the study area. The chemical characteristics of the samples were evaluated using cation and anion triangles, as well as a central diamond plot generated by combining these two parameters (Figure 6). Evaluation of the cation triangle shows that most samples plot within the calcium-type and mixed-type water fields.

In the anion triangle, the groundwater from the study area falls within the bicarbonate–carbonate, sulfate, mixed, and chloride water fields. Examination of the central diamond—formed by the combination of the cation and anion triangles—reveals that the majority of samples are classified as "calcium–magnesium–bicarbonate," "calcium–chloride," "sodium–chloride," and "mixed-type" waters. These hydrogeochemical characteristics indicate that the groundwater in the study area is influenced by the dissolution of various evaporite minerals (gypsum or anhydrite, halite, and celestite) in different parts of the region.

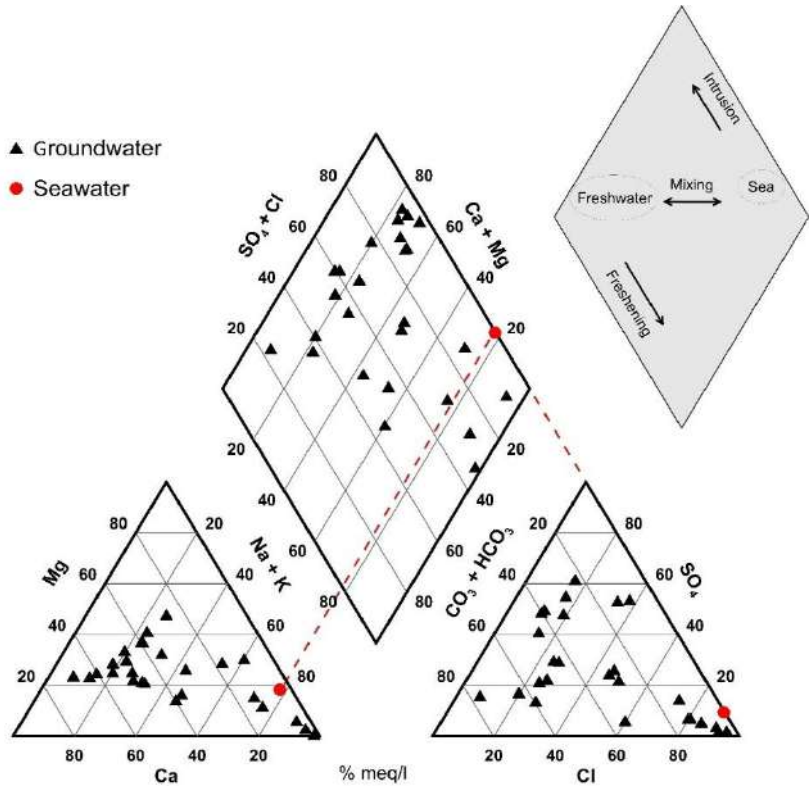


Figure 6. Plot of groundwater samples from the study area on the Piper diagram

In this study, the Cl^-/Br^- and Na^+/Br^- ratios in most groundwater samples were found to be well above the conservative limits of seawater. This finding indicates that salinization in the study area is not primarily seawater-derived but instead results mainly from the dissolution of evaporite minerals. In both the alluvial aquifer to the south of the study area and the sandstone aquifer of the Kuzgun Formation to the north, deviations in other ion ratios such as Mg/Ca and Na/Cl further suggest the occurrence of complex, low-level, multi-source salinization processes.

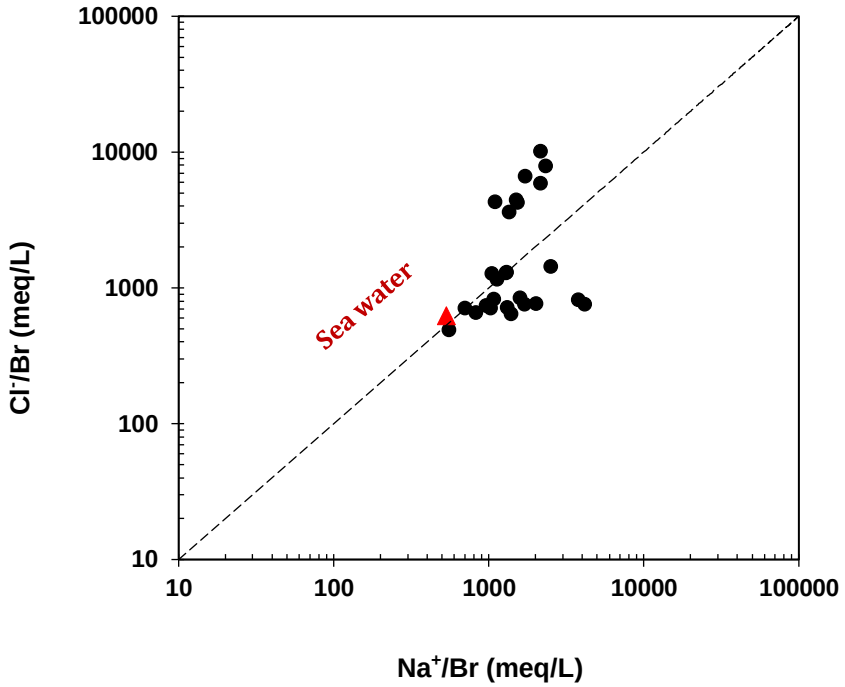


Figure 7. Cl^-/Br^- versus Na^+/Br^- plot of groundwater samples from the study area

Based on the Cl^-/HCO_3^- ratio, the 26 groundwater samples from the study area were classified as follows: 7 as fresh water, 6 as slightly saline, 5 as moderately saline, 3 as highly saline, and 5 as extremely saline. These results indicate that salinity in the study area exhibits a heterogeneous spatial distribution.

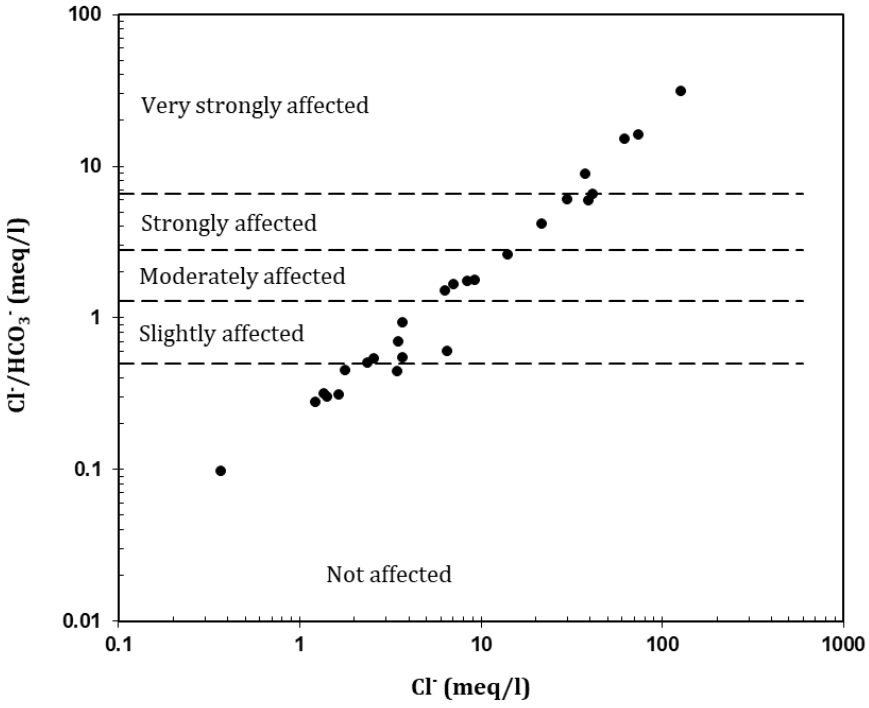


Figure 8. A plot of Cl^-/HCO_3^- versus Cl^- for groundwater samples from the study area

Groundwater salinity in the study area is illustrated on the U.S. Salinity Diagram in Figure 9. This diagram is an important tool for assessing water quality and, consequently, its suitability for use. Two of the 26 samples (S15 and S20) plot outside the diagram because they exceed the highest axis values and are classified as "very poor quality" water. Two samples fall within the C2–S1 class and are considered "good-quality" water. Eleven samples plot in the C3–S1 class and are considered "medium-quality" water. The remaining eleven samples plot mainly within the C3 and C4 classes, which correspond to "poor-quality" and "very poor-quality" water, respectively.

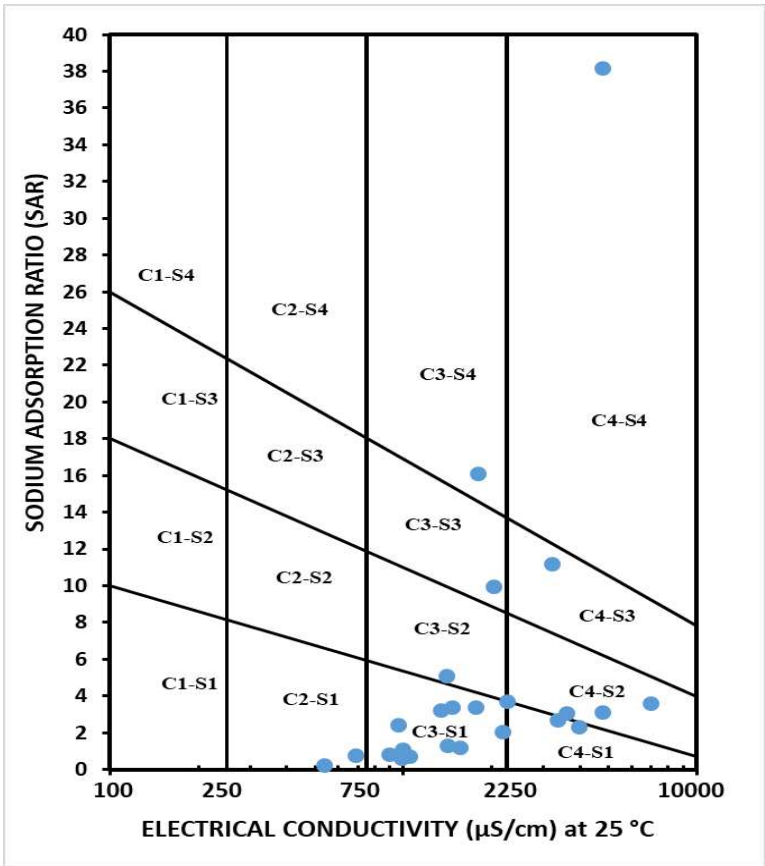


Figure 9. Classification of groundwater samples from the study area using the U.S. Salinity Diagram.

Conclusion and Recommendations

This study determined that the physical and chemical properties of groundwater in aquifers belonging to different geological units within the study area vary considerably. This variation stems from the mineralogical composition of the aquifers. In particular, the chemical properties of groundwater within the Handere Formation are controlled by the dissolution of evaporites deposited during the Messinian Salinity Crisis. Analyses revealed that the salts within these evaporites are not composed of a single compound but instead consist of various salts, including sodium chloride, potassium chloride, calcium chloride, magnesium chloride, and sodium sulfate. Other evaporite minerals identified in the formation include gypsum/anhydrite and celestite.

The distributions of salinity, electrical conductivity (EC), total dissolved solids (TDS), and chloride (parameters that serve as indicators of aquifer salinization) were found to be similar and strongly aligned with the spatial distribution of the Handere Formation. Furthermore, the comparable distribution patterns of chloride and the cations calcium, magnesium, potassium, and strontium in wells within the Handere Formation indicate that the evaporite deposits contain not only sodium chloride but also significant amounts of salts of these other elements.

By contrast, the contribution of evaporites to groundwater within the Kuzgun Formation appears limited or absent. However, elevated arsenic concentrations detected in some wells are noteworthy and are likely associated with the presence of volcanic tuff unit found within this formation. The study also concluded that, although the alluvial aquifer is not influenced by underlying evaporites, it remains vulnerable to anthropogenic inputs from agricultural, industrial, and urban activities.

Based on these findings, measures to mitigate the potential for groundwater salinization in the study area should be addressed through a comprehensive approach. To this end, the construction of a three-dimensional model of the evaporite deposits responsible for salinization is planned. Such a model would help ensure that new groundwater wells are located in areas less susceptible to salinization, thereby reducing economic losses.

Thanks and Information Note

This work is based on a Master's thesis prepared by the first author (S. Belen) at the Department of Environmental Engineering, Institute of Natural Sciences, Mersin University.

We would like to thank Environmental Engineer Eda ALABAŞ, who works at the Mersin-Tarsus Organized Industrial Zone, for her contribution to the collection of groundwater samples in the field and for facilitating the process with her cooperation and support.

This study was supported by Mersin University Scientific Research Projects Coordination Unit project no. 2024-TP2-5024, and we are grateful for their support.

REFERENCES

Akbulut, C. (2016). *Aşağı Seyhan Ovası (Adana) yeraltı ve yüzey suyu kaynaklarının hidrojeolojisi ve hidrojeokimyası* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Mersin Üniversitesi.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ). (2025). DSİ 2024 yılı faaliyet raporu ve projeleri. *Su Dünyası Dergisi*, (193), Mart 2025. DSİ Yayını.

Güven, O., Güler, C., Kurt, M. A., & Yıldırım, Ü. (2022). Tarsus Kıyı Akiferi'nde (Mersin) meydana gelen tuzlanmanın nedenlerinin araştırılması. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, *46*(2), 121–138.

Piper, A. M. (1944). A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses. *Transactions American Geophysical Union, 25*(6), 914–923. https://doi.org/10.1029/TR025i006p00914

Rouchy, J. M., & Caruso, A. (2006). The Messinian salinity crisis in the Mediterranean basin: A reassessment of the data and an integrated scenario. *Sedimentary Geology*, 188–189, 35–67. https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2006.03.020

UNESCO. (2012). World's groundwater resources are suffering from poor governance. *UNESCO Natural Sciences Sector News.* https://www.unitracc.de/e-journal/news-and-articles/world2019s-groundwater-resources-are-suffering-from-poor-governance-experts-say

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE ROLE OF R PROGRAMMING IN ENVIRONMENTAL SCIENCE: A REVIEW OF APPLICATIONS, METHODS, AND FUTURE DIRECTIONS

Assoc. Prof. Dr. Gülden Gök
Aksaray University, The Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Aksaray, Turkey
ORCID ID/0000-0002-1692-8722

Asst. Prof. Orhan Atakan Gürbüz
Nigde Omer Halisdemir University Nigde Vocational School of Social Sciences, Nigde, Turkey
ORCID ID/ 0000-0001-7511-5628

ABSTRACT
The upcoming era for the environmental field of study largely depends on data science and advanced data manipulation. To perform data science practices towards multi-variable data, environmental researchers must perform advanced analytical techniques via software programming languages. R, which is an open-source programming language, widely covers data utilization and development of statistical software. The R language, along with the RStudio Integrated Development Environment (IDE), can meet this demand with its data visualization and statistical tools. R enables the statistical functionality for environmental science along with the possibilities of reuse and being transparent. To fully comprehend the use of R software and R packages in environmental sciences, the research articles from the journals under the Environmental Sciences category of the Web of Science (WoS). A query containing related R language terms was introduced to WoS to list the articles. For the bibliometric analysis, a total of 1,150 articles from 2016 to 2025 were analyzed using the bibliometrix package in R, which supports the recommended workflow scheme of collection, analysis, visualization, and interpretation of data for literature review. Furthermore, a manual screening of the literature was also implemented for identifying the R packages that were created or used by the researchers and highlighting the environmental science theme of the studies. The bibliometric analysis revealed that the R language was applied in diverse study methods, from spatial analysis to pollution monitoring. The availability of specialized packages, machine learning, and big data integrations in R is expected to advance environmental research and decision-making.
Keywords: R programming, R packages, Bibliometric, Environmental sciences.

R PROGRAMLAMANIN ÇEVRE BİLİMİNDEKİ ROLÜ: UYGULAMALAR, YÖNTEMLER VE GELECEKTEKİ YÖNELİMLER ÜZERİNE BİR İNCELEME

ÖZET
Çevre çalışma alanı için önümüzdeki dönem büyük ölçüde veri bilimine ve gelişmiş veri manipülasyonuna bağlıdır. Çevre araştırmacıları, çok değişkenli verilere yönelik veri bilimi uygulamalarını gerçekleştirmek için yazılım programlama dilleri aracılığıyla ileri analitik teknikler kullanmalıdır. Açık kaynaklı bir programlama dili olan R, veri kullanımını ve istatistiksel yazılımların geliştirilmesini geniş ölçüde kapsamaktadır. R dili, RStudio Entegre Geliştirme Ortamı (IDE) ile birlikte, veri görselleştirme ve istatistiksel araçlarıyla bu talebi karşılayabilir. R, çevre bilimi için istatistiksel işlevselliğin yanı sıra yeniden kullanım ve şeffaf olma olanaklarını da sağlar. R yazılımının ve R paketlerinin çevre bilimlerindeki kullanımını tam olarak anlayabilmek için Web of Science (WoS)'ın Çevre Bilimleri kategorisi altındaki dergilerde yer alan araştırma makaleleri taranmıştır. Makaleleri listelemek için WoS'a ilgili R dili terimlerini içeren bir sorgu eklenmiştir. Bibliyometrik analiz için, literatür taraması için verilerin toplanması, analizi, görselleştirilmesi ve yorumlanması için önerilen iş akışı şemasını destekleyen R'deki bibliometrix paketi kullanılarak 2016'dan 2025'e kadar toplam 1.150 makale analiz edilmiştir.

Ayrıca, araştırmacılar tarafından oluşturulan veya kullanılan R paketlerini belirlemek ve çalışmaların çevre bilimi temasını vurgulamak için manuel bir literatür taraması da uygulanmıştır. Bibliyometrik analiz, R dilinin mekânsal analizden kirlilik izlemeye kadar çeşitli çalışma yöntemlerinde uygulandığını ortaya koymuştur. R dilinde özel paketlerin, makine öğreniminin ve büyük veri entegrasyonlarının bulunmasının çevre araştırmalarını ve karar alma süreçlerini ilerletmesi beklenmektedir.
Anahtar kelimeler: R programlama, R paketleri, Bibliyometrik, Çevre bilimleri.

1. Introduction

Today, the available sources of data are enlarging exponentially. Open-source programming enables developing new methods and addressing data problems with the mathematical perspective of data science. Environmental researchers can extract meaningful information from their respective environmental data using R software. The history of R software initiates with a commercial package known as S-PLUS written in the S language. In 1991, R was first developed by Ross Ihaka and Robert Gentleman. The public license was provided in 1995, and R 1.0.0 was released in 2000. The R language has providing applications for data handling and manipulation along with the user-defined functions for complex calculations of data types (Alkarkhi & Alqaraghuli, 2020). Another advantage of R is that it can be used for any operating system that is available for computers. Rstudio is an Integrated Development Environment (IDE) for the utilization of the R programming language developed by Posit. Rstudio provides a graphical user interface for simplifying coding through a code editor, debugger, and compiler (Posit, n.d.)

The concept of *reproducibility* can be defined as the process of obtaining the same results by using the same language codes. Reproducibility becomes an integral part of scientific research methodology due to its transparency (Peikert et al., 2021). The R programming language, along with Rstudio, presents a reproducible environment for environmental science research topics with proper tools, such as Quarto (Allaire et al., 2022) and Rmarkdown (Xie et al., 2020). Rstudio, with its tools provides data analysis, data visualization, and reporting within a singular IDE, which brings about an ideal platform for reproducible research (Gao et al., 2024).

The bibliometric analysis with the bibliometrix R package is an increasingly popular method for quantitatively and qualitatively analyzing academic literature to understand research trends and structures (Bose et al., 2023). Bibliometric data analysis can be defined as a planned process for published literature for summarizing, science mapping, and productivity analysis of sources, authors, and citations (Bose et al., 2023; Zhang et al., 2025). For example, Pu & Raja (2019) had used bibliometric analysis with the bibliometrix package for e-waste management publications in India from WoS. Another study used the bibliometrix package for the science mapping of raw materials for bioethanol and other biofuels from food waste (Bender et al., 2022). Wu et al. (2022) conducted a bibliometric analysis of carbon footprints to compare the processes of China with those of other countries. Bibliometrix, specifically the Biblioshiny tool within RStudio, was used to systematically evaluate the literature on the publication focus for floating treatment wetlands (Batista et al., 2025).

The research questions for this study were: (i) Is there evidence that R could be a scientific instrument for environmental science and research? (ii) What is the trend of R usage in environmental sciences research? (iii) What is the thematic evolution of R usage in environmental sciences?

2. Materials and Methods

Web of Science (WoS) Core Collection database(https://www.webofscience.com/wos/ , accessed on 31 July 2025) that covers environmental sciences research topics comprehensively and globally (Zhang et al., 2025). For obtaining consistency, the advanced search query was created as follows:

TS = ("R programming" OR "R language" OR "R Package" OR "R script" OR "Rstudio" OR "R software") AND WC= ("Environmental Sciences") AND LA=(English)

where, TS is the topic field tag presented by WoS and covers titles, abstracts, author keywords, and keywords generated by WoS based on titles of citations. WC is the WoS category, DT is the type of document, and LA stands for language. AND, the Boolean operator, means both terms must be included in the search. OR is also a Boolean operator that means terms must be included in the search.

The article data set was screened and downloaded with cited references and available full records as BibTeX format. A total of 1168 sources were downloaded. During manual screening, the sources that consisted of books and book sections (n=8) and irrelevant sources (such as Matlab® software and ArcGIS® software, n=10) were discarded. Finally, a total of 1150 articles were used in bibliographical analysis. According to the WoS results with the query, the research articles that use R programming were below 20 since 2016, so in the bibliometric analysis, the articles in the category of *Environmental Sciences* between the years 2016 and 2025 were analyzed. And a total of 1150 articles were used in the bibliometric analysis. The executions of estimations and plots were created by the R language. The bibliometric analysis was performed via the bibliometrix package and the biblioshiny() function for HTML-based user interface. Bibliometrics is an analysis method that can map knowledge through bibliographic sources and abstracts utilizing quantitative statistical analysis. Bibliometrics can reveal research themes, enlighten the gaps, and inform about future trends of a specific area of interest. The results of the analysis can also offer experimental background for the subsequent studies. In this study, the bibliometrix package was used for bibliometric analysis of the R usage in environmental sciences. The built-in functions in this package enable network creation, productivity metrics, and citation analysis (Aria & Cuccurullo, 2017). For data handling and visualizations, the tidyverse package was used (Wickham, n.d.). For table presentations the flextable package was also implemented (Gohel & Skintzos, n.d.).

3. Results and Discussion

3.1 Overview of the data

Table 1 shows the summary of the bibliometric analysis. According to the summary results, the time span of the articles covers the 10-year period. In this decade, there were 167 distinct journals that built up the data set, and this time frame was a good indicator of R usage under environmental sciences categories within diverse journals. The average document age indicated a relatively young literature generation with an age of 3 years. The average citations per article was 15.38, which showed a low-intermediate level (Abafe et al., 2022). The single-authored articles were only 29 out of 1150, and the international co-authorship was 40,17% were good indicators of global interaction and advanced visibility (Glänzel, 2001).

Table 1. Summary of the bibliographic data

Description	Results
Timespan	2016:2025
Journals	167
Articles	1150
Annual Growth Rate %	21.84
Document Average Age	3.06
Average citations per doc	15.38
References	70161
Keywords Plus (ID)	3772
Author's Keywords (DE)	4966
Authors	6664
Authors of single-authored docs	29
Co-Authors per Doc	6.55
International co-authorships %	40.17

Fig. 1 shows the annual distribution of articles and the mean citations per year, and according to the figure, it could be said that the ascension period of the scientific production started between the years of 2016 and 2018. The highest citations were in 2017, which depicted the period of the fundamental reference points. The rapid growth period was initiated in 2019, and the maximum number of articles was published in 2024.

A similar study was done by Zhang et al. (2025) for R usage in environmental design, and the development period of the data set was in 2010-2020, so it can be concluded that the articles from WoS that use R in environmental sciences categories could be from the era between the development and adjustment period (Zhang et al., 2025).

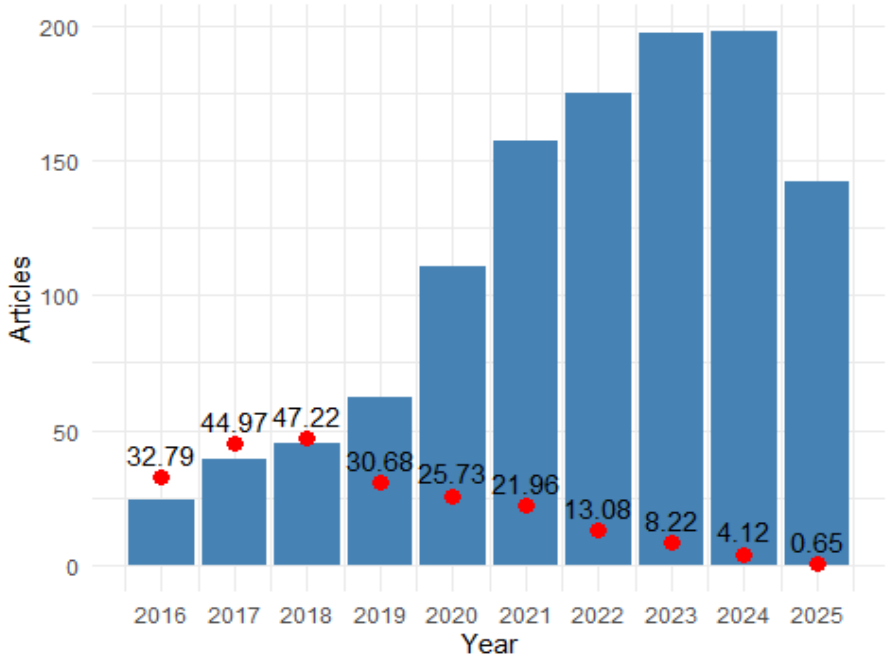


Fig. 1. Annual Articles and Mean Citations per Article

Fig. 2 shows the three fields plot, which included cited references, authors, and descriptors (author keywords), respectively. The main sources that had been cited were R packages. Based on the authors, it could be said that the researchers originated from China. And finally, based on the keywords, there were two distinct factors; the first factor was methodological concepts, and the second factor was environmental science theme concepts such as climate change and biodiversity.

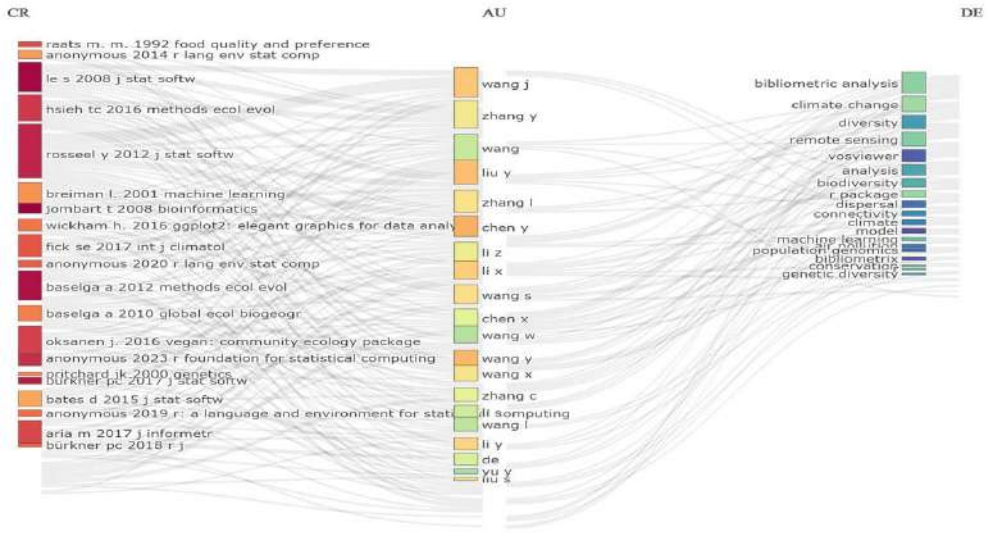


Fig. 2. Three fields plot

3.2 Distribution of the sources

The bibliometric analysis showed that the most productive journal is *Environmental Modeling & Software,* with 83 articles. The other most published articles were *Sustainability* with 82 articles and *Science of Total Environment* with 67 articles. Fig. 3 shows the top 15 journals, and it could be said that the research was not confined to a single journal, and there was a balance between environmental journals and topic-specific publications.

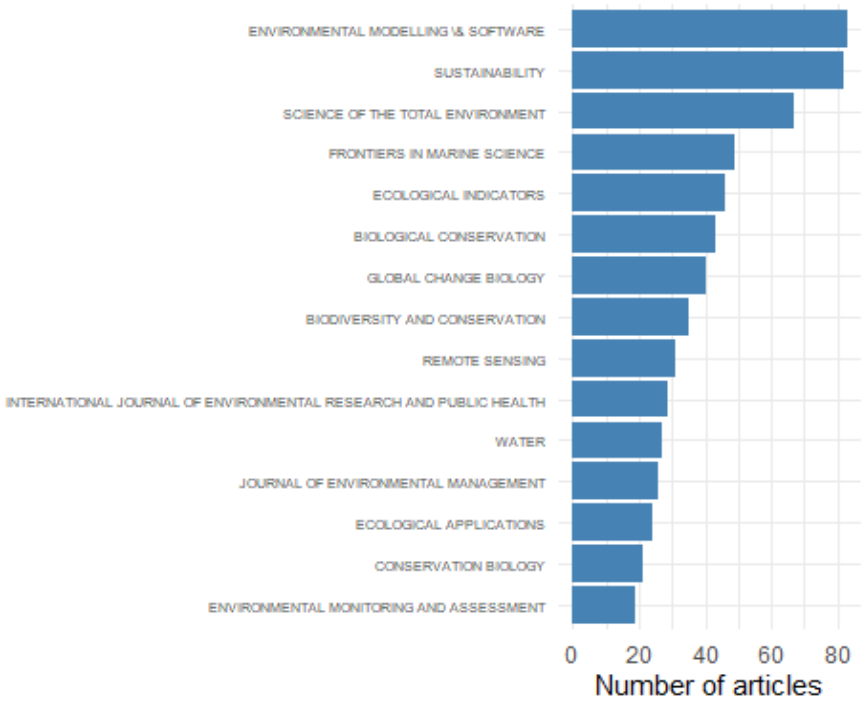


Fig. 3. Top 15 most relevant journals

Fig. 4 shows the productivity of journals for the decade. There was a linear growth for *Environmental Modelling & Software,* increasing from 5 articles to 83 for 2025. For *Sustainability*, there was an exponential growth in the number of publications in 2020, and the growth continued towards 2025. There was a linear growth for *Science of the Total Environment* between the years of 2022 and 2024. The increase in multiple journals after 2020 could indicate the need for R programming capabilities, especially in the environmental management and ecosystem management fields.

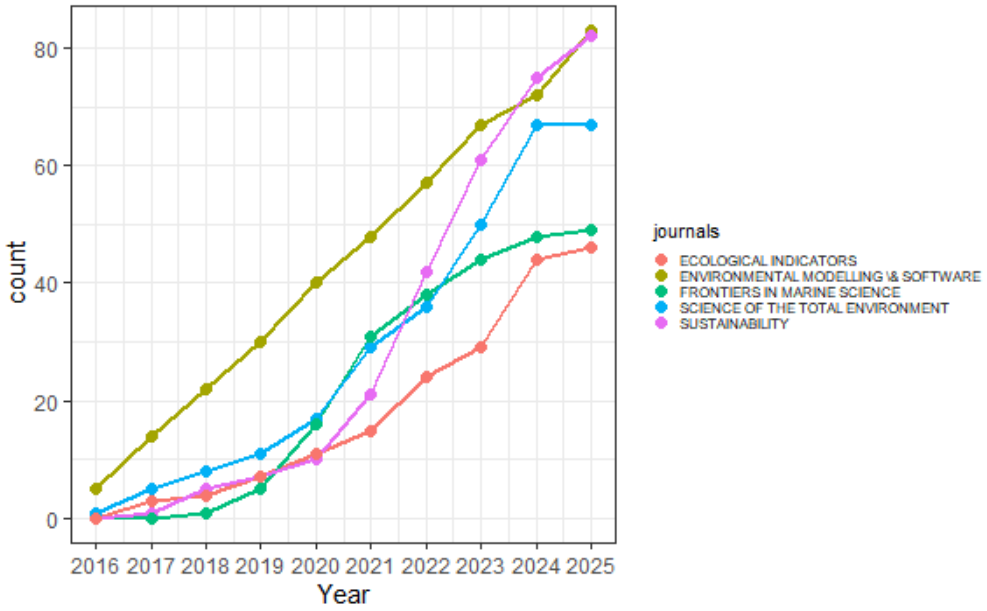


Fig. 4. The productivity of journals over time

3.3 Distribution of authorship

The most relevant authors are shown in Fig. 5. The most productive researchers are Chen Y. and Wang Y., each with 14 articles, followed closely by Liu Y. with 13 and Wang J. with 12. However, the highest fractionalized authorship was approximately 2.6, which indicated that there was a high collaboration among researchers.

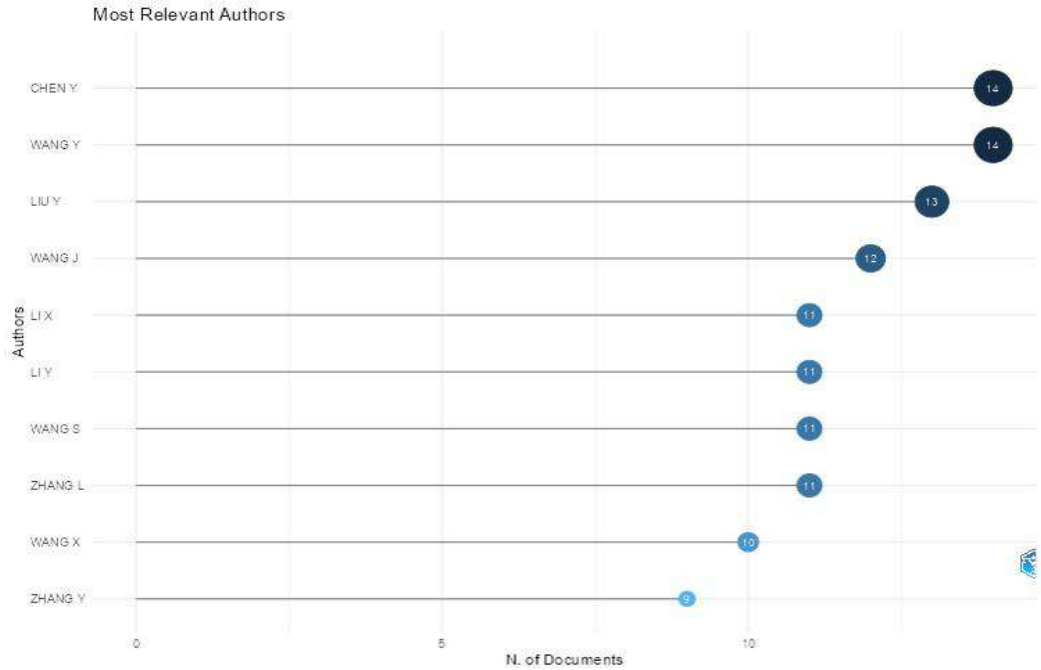


Fig. 5. The most relevant authors

The results of the bibliometric analysis of scientific production by countries in Fig. 6 and in Table 2 and show that the most productive country based on authorship was the USA. with 1085 articles, and it was followed by China with 892 articles. The other leading countries were from Europe rather than Brazil.

Nevertheless, most of the production was conducted by two countries; a broad range of others actively contributed to the usage of R packages and R programming.

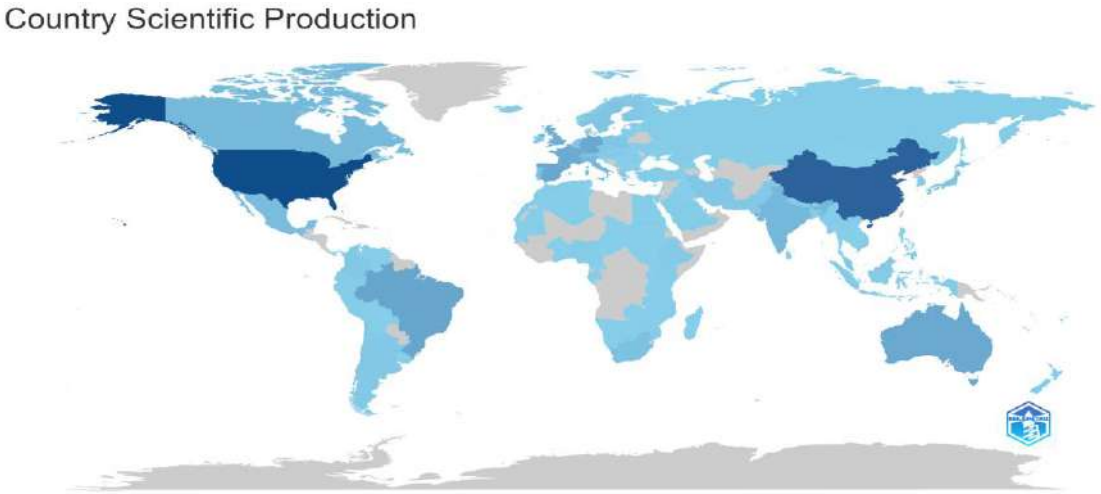


Fig. 6. The scientific production of countries

Table 2. The scientific production of countries (N>75)

country	frequency
USA	1,085
CHINA	892
BRAZIL	322
SPAIN	306
GERMANY	304
AUSTRALIA	295
FRANCE	271
UK	255
INDIA	168
ITALY	167
CANADA	163
MEXICO	132
PORTUGAL	113
SOUTH AFRICA	97
SWITZERLAND	92
JAPAN	91
NETHERLANDS	79
SWEDEN	75

3.4 Distribution of citations and keywords

Table 3 shows the top ten cited articles. The normalized total citations indicated the number of corrected citations of a publication, considering the year of publication (Bornmann & Wohlrabe, 2019). As a result, the R was used by researchers for health and environmental risk analysis based on the journals with high impact factors and interdisciplinary nature. Bobb et al. (2018) produced an R package called bkmr, which was an implementation of Bayesian kernel machine regression (BKMR) for calculating the health effects of multi-pollutant mixtures in environmental epidemiology. Another environmental epidemiology theme was the second highest cited research, investigating human exposure to microplastics (Mohamed Nor et al., 2021). The third highest cited research developed an R package called PrimerMiner for freshwater ecosystem assessment and biomonitoring (Elbrecht & Leese, 2017). Chen et al. (2022) utilized a bibliometric analysis via the bibliometrix package and assessed the literature

for wastewater treatment and emerging contaminants from 1998 to 2021. Riedo et al. (2021) utilized R for statistical analysis and machine learning for agricultural soil quality based on pesticide residues. Coron et al. (2017) developed an R package called airGR for the transformation of precipitation into river discharge at various time steps. Thorson et al. (2017) also distributed an R package called FishLife for multivariate modelling for sustainable harvest rates for fishes. Another model-based package (streamMetabolizer) was utilized for stream metabolism from time series analysis of dissolved oxygen for metabolism estimate (Appling et al. 2018). Andrade et al. (2020) produced another R package (ENMTML) for integrating various complex methodological steps for building ecological niche models into a single R function. Finally, for spatial analysis, Kaya et al. (2019) were highlighted for the R usage for spatial data handling and data manipulation. This study also wrapped up the packages, which were necessary for different types of spatial data.

Table 3. The top ten cited articles

Paper	DOI	Total Citations (TC)	TC per Year	Normalized TC
BOBB JF, 2018, ENVIRON HEALTH	10.1186/s12940-018-0413-y	765	95.62	16.20
NOR NHM, 2021, ENVIRON SCI TECHNOL	10.1021/acs.est.0c07384	381	76.20	17.35
ELBRECHT V, 2017, FRONT ENVIRON SCI	10.3389/fenvs.2017.00011	271	30.11	6.03
CHEN Y, 2022, CHEMOSPHERE	10.1016/j.chemosphere.2022.133932	199	49.75	15.21
RIEDO J, 2021, ENVIRON SCI TECHNOL	10.1021/acs.est.0c06405	176	35.20	8.01
CORON L, 2017, ENVIRON MODELL SOFTW	10.1016/j.envsoft.2017.05.002	174	19.33	3.87
THORSON JT, 2017, ECOL APPL	10.1002/eap.1606	169	18.78	3.76
APPLING AP, 2018, J GEOPHYS RES-BIOGEOSCI	10.1002/2017JG004140	158	19.75	3.35
ALVES DE ANDRADE AF, 2020, ENVIRON MODELL SOFTW	10.1016/j.envsoft.2019.104615	152	25.33	5.91
KAYA E, 2019, HUM ECOL RISK ASSESS	10.1080/10807039.2018.1470896	150	21.43	4.89

According to the bibliographical analysis, the most frequently encountered keyword was climate change. The other most relevant words were “R package” and “R” and these words emphasized using or developing packages in the R environment. The other most frequent keyword was “bibliometric analysis” thanks to the bibliometrix package in R (Aria & Cuccurullo, n.d.). Remote sensing and conservation were the next most frequent terms since the R’s multifaceted spatial data applications (Fig. 7). It can be said that the distinctiveness of terms depicted that the R usage in environmental sciences was in a multidisciplinary perspective.

Fig. 7. The word cloud

The thematic mapping of the results of bibliometric analysis (2016-2022) is shown in Fig. 8. Based on the findings, there was a high centralization and high intensity for ecological themes, and they were in the motor themes. In the basic theme of climate change, remote sensing, and machine learning, terms were connected to the other research fields due to their location at the relevance degree. Also, the use of R in Covid-19-oriented research could be a temporary trend.

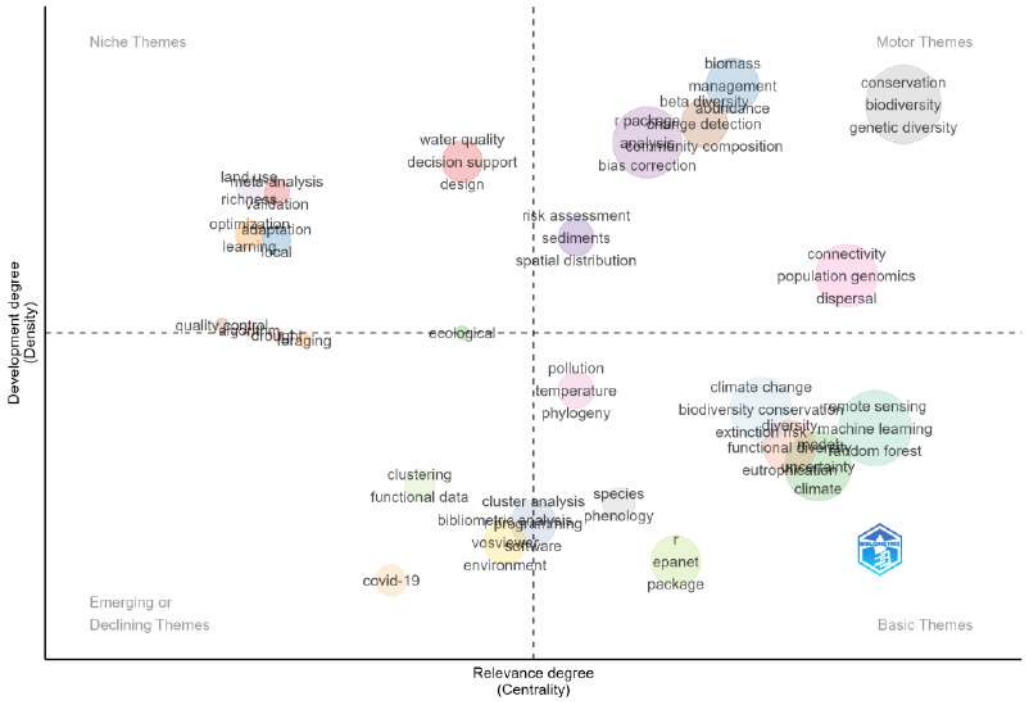


Fig. 8. The thematic map of 2016-2022

Fig. 9 shows the distribution of keywords based on density versus centrality for the period of 2023-2025. According to the results, there was a shift for motor themes, as using the machine learning method with R in environmental sciences research and ecological terms was going downward towards the basic themes. The niche themes consisted of endangered species and ecotoxicology. It could be said that the emerging topics for R usage in environmental sciences could be health-environment integration, micro ecosystems, and ecotoxicology. From a methodological perspective, R usage for machine learning and remote sensing was connecting other new themes to areas of interest in the environmental sciences.

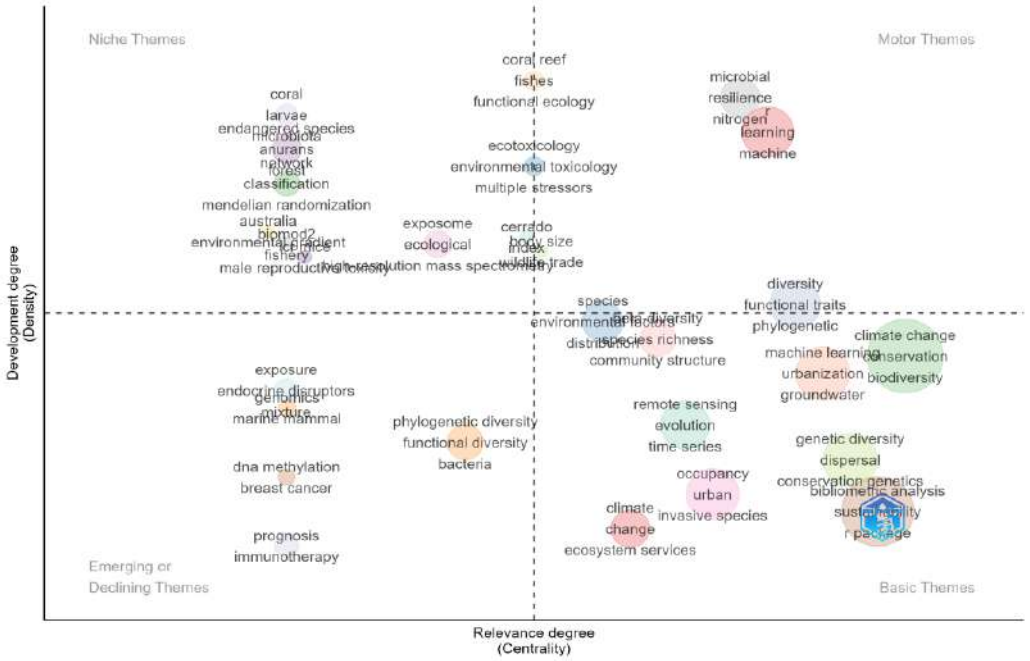


Fig. 9. The thematic map of 2023-2025

3.5 The usage of R packages

For a total of 1150 papers, there were 1033 R packages used or developed between the years of 2016 and 2025. Fig. 10 shows the proportion of used and developed R packages, and many of the researchers used R packages that were available and developed by other researchers or software designers.

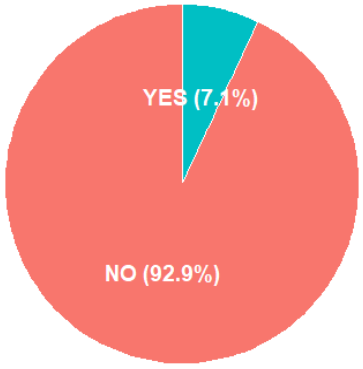


Fig. 10. The ratio of producing their own R package

Table 4 shows the number of total and unique packages used in environmental sciences research. The differences between total and unique packages depicted that there was low repetition among packages. And adaptation of new packages was growing annually. Finally, the highest package usage was in 2022 with 271 unique packages.

Table 4. The number of total and unique packages

Year	Total Usages	Unique Packages
2016	71	64
2017	77	65
2018	114	103
2019	167	127
2020	333	226
2021	351	228
2022	468	271
2023	413	239
2024	386	203
2025	283	184

The results of manual screening of bibliographical data are shown in Fig. 11. According to the results, the vegan package had the highest frequency, and it can be used for community ecology and diversity analysis and is one of the essential tools for species-environment relationships (Oksanen et al., n.d.). Another ecology-oriented package was iNext, which focuses on interpolation of species diversity (Hsieh et al., n.d.). The betapart package can be utilized for beta diversity analysis (Baselga et al., n.d.). The adegenet package presents tools for exploratory analysis of genetic data, such as hierarchical population analysis (Jombart & Kamvar, n.d.). ggplot2 is a must-have tool for R to visualize data from distinct plot selections, themes, and color schemes. Most of the environmental data sets build upon numeric multivariate data sets; ggplot2 brings about the grammar of data visualization for summarizing (Wickham et al., n.d.). The structural equation modelling and latent growth curve models can be implemented by the lavaan package (Rosseel et al., n.d.), and this package was used in environmental science themes such as water quality, sustainability, and soil sciences (Anelković et al., 2022; Ryberg, 2017; Wang et al., 2022). Another useful package for multivariate data analysis is FactoMineR, developed by Lê et al. (2008) and used for principal component analysis and clustering practices. The brms package is utilized for multilevel models using Stan for Bayesian Regression Models developed by Bürkner (n.d.). The raster package is one of the important packages for spatial data analysis and modeling for handling and manipulating spatial data (Hijmans, n.d.).

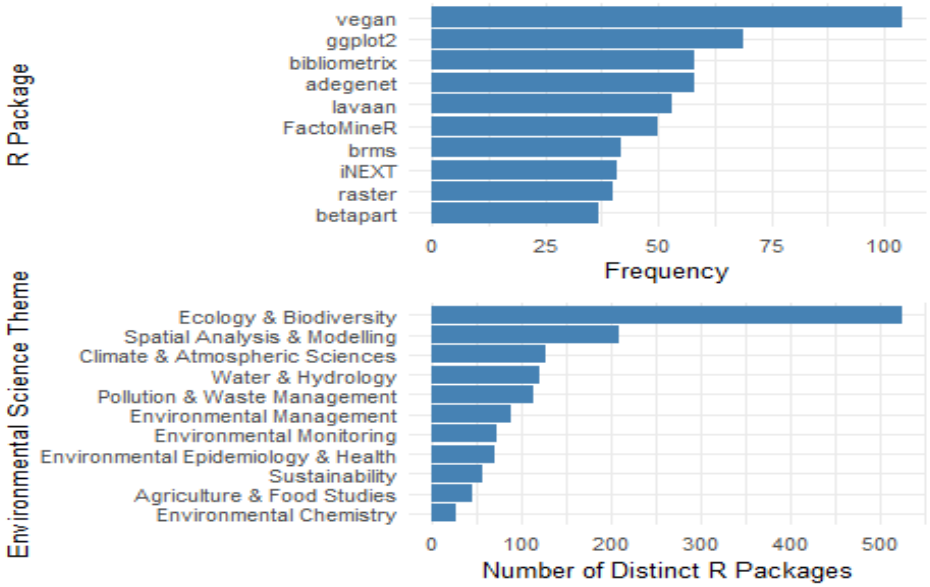


Fig. 11. The most frequent R packages

CONCLUSION

This study presents a comprehensive overview of the important role of R programming in environmental sciences by analyzing 1150 published journal articles. First, there was significant evidence that R programming has become an inevitable tool for data analysis for environmental research. The results indicated that there had been a rapid growth of publications that used R in 2019 and 2020. The strong contributions to the science originated from China and the USA. The bibliometric analysis concluded that the research interests are moving towards machine learning, remote sensing, and ecotoxicology, while the interests were focused on climate change and biodiversity for early years. The usage of R presented methodological innovation and diversity for the environmental field of research via providing new packages and tools. The most used packages were vegan, ggplot2, and raster for all the fields. On the other hand, most cited papers were distributed as new R packages to be used in interests. Overall, the findings showed that due to the flexibility of usage of R and its packages and platforms, R is expected to foster the solutions and management processes for the most environmental scientific themes.

REFERENCES

Abafe, E. A., Bahta, Y. T., & Jordaan, H. (2022). Exploring biblioshiny for historical assessment of global research on sustainable use of water in agriculture. *Sustainability*, *14*(17). https://doi.org/10.3390/su141710651

Alkarkhi, A. F. M., & Alqaraghuli, W. A. A. (2020). *Applied statistics for environmental science with r*. Elsevier.

Allaire, J. J., Teague, C., Xie, Y., & Dervieux, C. (2022). *Quarto*. Zenodo. https://doi.org/10.5281/ZENODO.5960048DOI: 10.5281/ZENODO.5960048

Andrade, A. F. A. D., Velazco, S. J. E., & De Marco Júnior, P. (2020). ENMTML: An R package for a straightforward construction of complex ecological niche models. *Environmental Modelling & Software*, *125*, 104615. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.104615

Anelković, Ž., Kovačić, S., Bratić, M., Vujičić, M. D., Stankov, U., Pavluković, V., Dragin, A., Pivac, T., Ivkov Džigurski, A., Ivanović Bibić, L., Zadel, Z., & ukičin Vučković, S. (2022). Museum Tour Guide Performance: A Visitor Perspective. *Sustainability*, *14*(16), 10269. https://doi.org/10.3390/su141610269

Appling, A. P., Hall, R. O., Yackulic, C. B., & Arroita, M. (2018). Overcoming Equifinality: Leveraging Long Time Series for Stream Metabolism Estimation. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, *123*(2), 624–645. https://doi.org/10.1002/2017JG004140

Aria, M., & Cuccurullo, C. (n.d.). *bibliometrix: Comprehensive Science Mapping Analysis*. https://doi.org/10.32614/CRAN.package.bibliometrix

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix : An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, *11*(4), 959–975. https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007

Baselga, A., Orme, D., Villeger, S., De Bortoli, J., Leprieur, F., Logez, M., Martinez-Santalla, S., Martin-Devasa, R., Gomez-Rodriguez, C., & Crujeiras, R. M. (n.d.). *betapart: Partitioning Beta Diversity into Turnover and Nestedness Components*. https://doi.org/10.32614/CRAN.package.betapart

Batista, G. D. S., Rocha, E. G., De Lacerda, M. C., Macêdo Barros Filho, M. N., & Calheiros, C. S. C. (2025). Applications of floating treatment wetlands for remediation of rainwater and polluted waters: a systematic review and bibliometric analysis. *Wetlands Ecology and Management*, *33*(2), 27. https://doi.org/10.1007/s11273-025-10042-7

Bender, L. E., Lopes, S. T., Gomes, K. S., Devos, R. J. B., & Colla, L. M. (2022). Challenges in bioethanol production from food residues. *Bioresource Technology Reports*, *19*, 101171. https://doi.org/10.1016/j.biteb.2022.101171

Bobb, J. F., Claus Henn, B., Valeri, L., & Coull, B. A. (2018). Statistical software for analyzing the health effects of multiple concurrent exposures via Bayesian kernel machine regression. *Environmental Health*, *17*(1), 67. https://doi.org/10.1186/s12940-018-0413-y

Bornmann, L., & Wohlrabe, K. (2019). Normalisation of citation impact in economics. *Scientometrics*, *120*(2), 841–884. https://doi.org/10.1007/s11192-019-03140-w

Bose, S., Mazumdar, A., & Basu, S. (2023). Evolution of groundwater quality assessment on urban area-a bibliometric analysis. *Groundwater for Sustainable Development*, *20*. https://doi.org/10.1016/j.gsd.2022.100894Section: 100894

Bürkner, P.-C. (n.d.). *brms: Bayesian Regression Models using 'Stan'*. https://doi.org/10.32614/CRAN.package.brms

Chen, Y., Lin, M., & Zhuang, D. (2022). Wastewater treatment and emerging contaminants: Bibliometric analysis. *Chemosphere*, *297*, 133932. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.133932

Coron, L., Thirel, G., Delaigue, O., Perrin, C., & Andréassian, V. (2017). The suite of lumped GR hydrological models in an R package. *Environmental Modelling & Software*, *94*, 166–171. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.05.002

Elbrecht, V., & Leese, F. (2017). Validation and development of COI metabarcoding primers for freshwater macroinvertebrate bioassessment. *Frontiers in Environmental Science*, *5*. https://doi.org/10.3389/fenvs.2017.00011

Gao, Z., Do, K., Li, Z., Jiang, X., Maji, K. J., Ivey, C. E., & Russell, A. G. (2024). Predicting PM2.5 levels and exceedance days using machine learning methods. *Atmospheric Environment*, *323*. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2024.120396Section: 120396

Glänzel, W. (2001). National characteristics in international scientific co-authorship relations. *Scientometrics*, *51*(1), 69–115. https://doi.org/10.1023/A:1010512628145

Gohel, D., & Skintzos, P. (n.d.). *flextable: Functions for Tabular Reporting*. https://doi.org/10.32614/CRAN.package.flextable

Hijmans, R. J. (n.d.). *raster: Geographic Data Analysis and Modeling*. https://doi.org/10.32614/CRAN.package.raster

Hsieh, T. C., Ma, K. H., & Chao, A. (n.d.). *iNEXT: Interpolation and Extrapolation for Species Diversity*. https://doi.org/10.32614/CRAN.package.iNEXT

Jombart, T., & Kamvar, Z. N. (n.d.). *adegenet: Exploratory Analysis of Genetic and Genomic Data*. https://doi.org/10.32614/CRAN.package.adegenet

Kaya, E., Agca, M., Adiguzel, F., & Cetin, M. (2019). Spatial data analysis with r programming for environment. *Human and Ecological Risk Assessment*, *25*(6), 1521 1530. https://doi.org/10.1080/10807039.2018.1470896Publisher: Taylor and Francis Inc. Type: Article

Lê, S., Josse, J., & Husson, F. (2008). FactoMineR: An r package for multivariate analysis. *Journal of Statistical Software*, *25*(1), 1–18. https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01Section: Articles

Mohamed Nor, N. H., Kooi, M., Diepens, N. J., & Koelmans, A. A. (2021). Lifetime Accumulation of Microplastic in Children and Adults. *Environmental Science & Technology*, *55*(8), 5084–5096. https://doi.org/10.1021/acs.est.0c07384

Oksanen, J., Simpson, G. L., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Szoecs, E., Wagner, H., Barbour, M., Bedward, M., Bolker, B., Borcard, D., Borman, T., Carvalho, G., Chirico, M., De Caceres, M., … Weedon, J. (n.d.). *vegan: Community Ecology Package*. https://doi.org/10.32614/CRAN.package.vegan

Peikert, A., Van Lissa, C. J., & Brandmaier, A. M. (2021). Reproducible Research in R: A Tutorial on How to Do the Same Thing More Than Once. *Psych*, *3*(4), 836–867. https://doi.org/10.3390/psych3040053

Posit. (n.d.). *Posit Benefit Corporation*. https://posit.co/wp-content/uploads/2025/05/Posit-PBCReport2025.pdf

PU, M., & Raja, S. (2019). Using r-programming for analysis of e-waste management publication in India. *International Journal of Information Library & Society*, *8*(1).

Riedo, J., Wettstein, F. E., Rösch, A., Herzog, C., Banerjee, S., Büchi, L., Charles, R., Wächter, D., Martin-Laurent, F., Bucheli, T. D., Walder, F., & Van Der Heijden, M. G. A. (2021). Widespread Occurrence of Pesticides in Organically Managed Agricultural Soilsthe Ghost of a Conventional Agricultural Past? *Environmental Science & Technology*, *55*(5), 2919–2928. https://doi.org/10.1021/acs.est.0c06405

Rosseel, Y., Jorgensen, T. D., & De Wilde, L. (n.d.). *lavaan: Latent Variable Analysis*. https://doi.org/10.32614/CRAN.package.lavaan

Ryberg, K. R. (2017). Structural Equation Model of Total Phosphorus Loads in the Red River of the North Basin, USA and Canada. *Journal of Environmental Quality*, *46*(5), 1072–1080. https://doi.org/10.2134/jeq2017.04.0131

Thorson, J. T., Munch, S. B., Cope, J. M., & Gao, J. (2017). Predicting life history parameters for all fishes worldwide. *Ecological Applications*, *27*(8), 2262–2276. https://doi.org/10.1002/eap.1606

Wang, J., Teng, D., He, X., Li, Z., Chen, Y., Ma, W., Li, W., Wang, S., Liu, F., & Lv, G. (2022). Spatial variation in the direct and indirect effects of plant diversity on soil respiration in an arid region. *Ecological Indicators*, *142*, 109288. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109288

Wickham, H. (n.d.). *tidyverse: Easily Install and Load the 'Tidyverse'*. https://doi.org/10.32614/CRAN.package.tidyverse

Wickham, H., Chang, W., Henry, L., Pedersen, T. L., Takahashi, K., Wilke, C., Woo, K., Yutani, H., Dunnington, D., & Van Den Brand, T. (n.d.). *ggplot2: Create Elegant Data Visualisations Using the Grammar of Graphics*. https://doi.org/10.32614/CRAN.package.ggplot2

Wu, R., Xie, Y., Wang, Y., Li, Z., & Hou, L. (2022). The comparative landscape of Chinese and foreign articles on the carbon footprint using bibliometric analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, *29*(23), 35471–35483. https://doi.org/10.1007/s11356-022-18493-8

Xie, Y., Dervieux, C., & Riederer, E. (2020). *R markdown cookbook* (1st ed.). Taylor; Francis, CRC Press.

Zhang, J., Dai, S., Guo, C., Shen, M., Liu, Y., & Cenci, J. (2025). R language for environmental design academic research analysis. *Land*, *14*(5). https://doi.org/10.3390/land14051084Section: 1084

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

ANALYSIS OF CARBON FOOTPRINT APPLICATIONS FOR ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

Doç. Dr. Gülden GÖK
Aksaray University, The Faculty Of Engineering, Department Of Environmental Engineering, Aksaray, Türkiye
ORCID: ID/0000-0002-1692-8722

Öğr. Gör. Oya ÖZEL GÜRBÜZ
Niğde Ömer Halisdemir University, Ulukısla Vocational School, Environmental Cleaning Services Program, Nigde, Türkiye
ORCID: ID/0000-0002-7590-2696

ABSTRACT
Although industrialization is the cornerstone of economic growth, it also brings with it significant environmental problems. In developing countries, environmental impacts are often neglected during the economic development process, leading to long-term depletion of natural resources and biodiversity, as well as harm to public health. In this context, there is a strong relationship between economic development and environmental sustainability. Carbon footprints play an important role in achieving sustainability goals by measuring the amount of greenhouse gases emitted into the atmosphere as a result of the daily activities of individuals and institutions. In this regard, carbon footprints are a key indicator in the fight against climate change. Increasing environmental and socio-economic problems such as global warming, climate change, drought, desertification, loss of biodiversity, acid rain, and air and water pollution are largely the result of greenhouse gas emissions caused by the reckless consumption of fossil fuels. Therefore, the accurate and systematic calculation of the carbon footprint is of critical importance in understanding the extent of environmental damage and developing preventive strategies. Carbon footprint calculations are particularly important for businesses operating in the manufacturing and service sectors within the framework of corporate responsibility. Determining emission levels enables companies to analyze their environmental impact using concrete data.
Keywords: Carbon Footprint, Environmental Sustainability, Greenhouse Gas, Climate Change.

ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İÇİN KARBON AYAK İZİ UYGULAMALARININ ANALİZİ

ÖZET
Sanayileşme, ekonomik büyümenin temel taşı olsa da, beraberinde önemli çevresel sorunlarını getirmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde, ekonomik kalkınma sürecinde çevresel etkiler ihmal edilmekte ve bu durum sonucu uzun vadede doğal kaynaklar ile biyolojik çeşitliliğin azalmasına ve toplum sağlığının zarar görmesine neden olmaktadır. Bu bağlamda, ekonomik gelişme ile çevresel sürdürülebilirlik arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Karbon ayak izi, bireylerin ve kurumların günlük faaliyetleri sonucunda atmosfere bıraktıkları sera gazı miktarını ölçerek, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada önemli rol oynamaktadır. Karbon ayak izi, bu bakımdan iklim değişikliği ile mücadele edilmesi açısından temel bir gösterge olarak ön plana çıkmaktadır. Küresel ısınma, iklim değişikliği, kuraklık, çölleşme, biyolojik çeşitlilik kaybı, asit yağmurları, hava ve su kirliliği gibi giderek artan çevresel ve sosyoekonomik sorunlar, büyük ölçüde fosil yakıtların bilinçsizce tüketilmesi sonucu olarak sera gazı emisyonları ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden karbon ayak izinin doğru ve sistematik bir şekilde hesaplanması, çevresel zararların boyutunun anlaşılması ve önleyici stratejilerin geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Özellikle üretim ve hizmet sektörlerinde faaliyet gösteren işletmeler için karbon ayak izi hesaplamaları, kurumsal sorumluluk anlayışı çerçevesinde büyük önem taşımaktadır. Emisyon miktarlarının belirlenmesi, firmaların çevreye olan etkilerini somut verilerle analiz edebilmesini, ayrıca çevreye verilen zararların bir maliyet olarak kabul edilmesini ve çevresel risklerin finansal raporlara yansıtılmasını sağlamaktadır.

Genel yöntemlere göre faaliyet verilerinin emisyon faktörleriyle çarpılmasıyla yapılan bu hesaplamalar, karbon muhasebesi sürecinin temelini oluşturmaktadır. Böylece büyük ve küçük firmalarca sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak, doğa dostu kanunlar geliştirmek ve imaj değerlerini artırmak adına daha bilinçli adımlar atabileceklerdir. Bu çalışma, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında karbon ayak izi uygulamalarının etkisini analiz etmeyi amaçlamaktadır.
Anahtar kelimeler: Karbon Ayak İzi, Çevresel Sürdürülebilirlik, Sera Gazı, İklim Değişikliği.

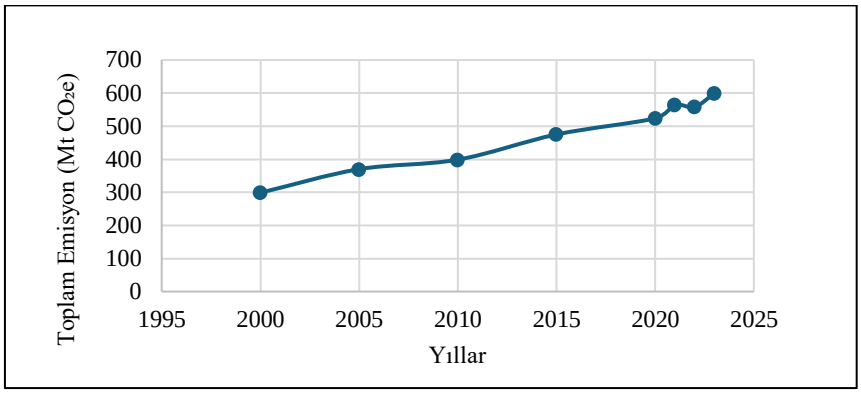
GİRİŞ

Karbon ayak izi, bir ürünün ya da faaliyetin doğrudan ya da dolaylı olarak sebep olduğu toplam karbondioksit (CO_2) salımını ifade eder. Genellikle fosil yakıt kullanımına bağlı olarak artar ve günlük yaşamdaki enerji tüketimiyle yakından ilişkilidir. Bu nedenle enerji verimliliğini artırmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak karbon salımını azaltabilir. Sanayileşmiş ülkeler ve yüksek gelirli bireyler, tarihsel olarak karbon emisyonlarına en fazla katkıda bulunan gruplardır. Bu da ekonomik gelişmişlik ile karbon salımı arasında doğrudan bir ilişki olduğunu gösterir. Karbon ayak izi, hem bireylerin hem de kurumların çevresel etkilerini anlamalarına ve bu konuda sorumluluk almalarına yardımcı olabilir. Bu sorumluluklar; çevre dostu ürün ve hizmet üretmek, kaynakları bilinçli kullanmak, çevreye verilen zararı azaltmak ve toplumda örnek teşkil edecek uygulamalar geliştirmek şeklinde özetlenebilir(Durmuş ve Gücüyeter, 2024). Sürdürülebilirlik ise doğal kaynakların gelecek kuşaklar için korunmasını amaçlayan, çevresel koruma ile ekonomik büyümenin sürekliliğini sağlamaya yönelik kapsamlı bir yaklaşımdır(Çayalan ve Rodoplu, 2025). İklim değişikliğiyle ilgili artmakta olan endişeler, ürün ve hizmetlerin çevreye verdiği zararın ölçülmesini yani karbon ayak izinin hesaplanmasını önemli kılmıştır. Birçok şirketin faaliyetleri, özellikle enerji, çimento ve petrokimya gibi sektörlerde, yüksek karbon salınımına neden olurken, bu durum çevre dostu yani yeşil organizasyon anlayışını zorunlu hale getirmiştir. Kurumsal karbon ayak izi, şirketlerin elektrik, fosil yakıt kullanımı ve ulaşım gibi faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı salımlarını ölçmektedir. Şirketler, çevreci üretim yöntemleri benimseyerek hem karbon salınımını azaltmakta hem de toplumda olumlu bir imaj kazanmaktadır. Bu da karbon ayak izi ile yeşil organizasyonlar arasında doğrudan bir ilişki olduğunu göstermektedir. Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü (OECD) ülkelerinde yaşanan ekonomik durgunlukların, şirketlerin yeşil ve sürdürülebilir teknoloji yatırımlarını olumsuz etkilediği ve dolaylı olarak karbondioksit salımını artırdığı belirtilmektedir. Artan dünya nüfusu ile enerjiye olan talep de yükselmiş, bu durum daha fazla teknoloji kullanımı ve kaynak tüketimini beraberinde getirmiştir. Teknolojik gelişmeler çevresel sorunları artırarak iklim değişikliğini hızlandırmakta ve kuraklık, yangın, sel gibi doğal afet risklerini artırmaktadır. Bu bağlamda, organizasyonların faaliyetleri sonucu ortaya çıkan karbon salımları önemli hale gelmiştir(Durmuş ve Gücüyeter, 2024).

BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne göre sera gazları, hem doğal hem de insan kaynaklı olup, atmosferde kızılötesi ışınları emip tekrar yayan gazlardır. Bazıları doğal olarak, örneğin su buharı, karbondioksit (CO_2), nitröz oksit (N_2O) ve ozon (O_3) oluşurken, bazıları insan faaliyetleri sonucu atmosfere salınmaktadır; bunlar hidroflorokarbonlar (HFCs), perflorokarbonlar (PFCs) ve kükürt heksaflorür (SF_6) gibi florlu gazlardır. Kyoto Protokolü, altı temel sera gazını tanımlar: karbondioksit, metan, nitröz oksit, hidroflorokarbonlar, perflorokarbonlar ve sülfür heksaflorür. Bu gazlar arasında en tehlikelisi sülfür heksaflorür iken, en yaygını karbondioksittir. Sera gazlarının doğaya verdiği zararın ölçümünde ise "karbon ayak izi" kavramı kullanılır; bu, ürün, hizmet veya işletmelerin yaşam döngüsü boyunca çevreye bıraktığı zararların karbondioksit cinsinden ölçüsüdür ve küresel ısınmadaki paylarını gösterir. Küresel Isınma Potansiyeli (GWP), her sera gazının karbondioksite kıyasla ne kadar ısı tutucu etkisi olduğunu gösterir. Örneğin, metan CO_2'nin 28 katı kadar etkilidir, yani atmosferdeki metan gazı CO_2'ye göre 28 kat daha fazla ısınmaya yol açar. Ayrıca gazların atmosferde ne kadar süre kaldığı, etkilerinin süresini belirler. Perfloro karbonlar ve sülfür heksaflorit gibi bazı gazlar, yüzyıllar hatta binlerce yıl atmosferde kalabilir ve çok güçlü sera gazlarıdır. Karbondioksit (CO_2), en yaygın sera gazı olup, referans gaz kabul edilir ve atmosferde yüzyıllarca kalabilir. Metan (CH_4), CO_2'ye göre 28 kat daha güçlüdür ancak yaklaşık 12 yıl atmosferde kalır. Dinitrojen oksit (N_2O), 265 kat daha etkilidir ve 121 yıl boyunca atmosferde kalabilir. Hidroflorokarbonlar (HFCs) ortalama 1.760 GWP'ye sahiptir ve 242 yıla kadar kalabilir.

Perflorokarbonlar (PFCs), 6.500–9.200 GWP ile çok güçlüdür ve atmosferde 50.000 yıla kadar kalabilir. Sülfür heksaflorür (SF_6) ise en güçlü sera gazıdır; 23.500 GWP'ye sahip olup 3.200 yıl atmosferde kalabilir(Durak, 2025).

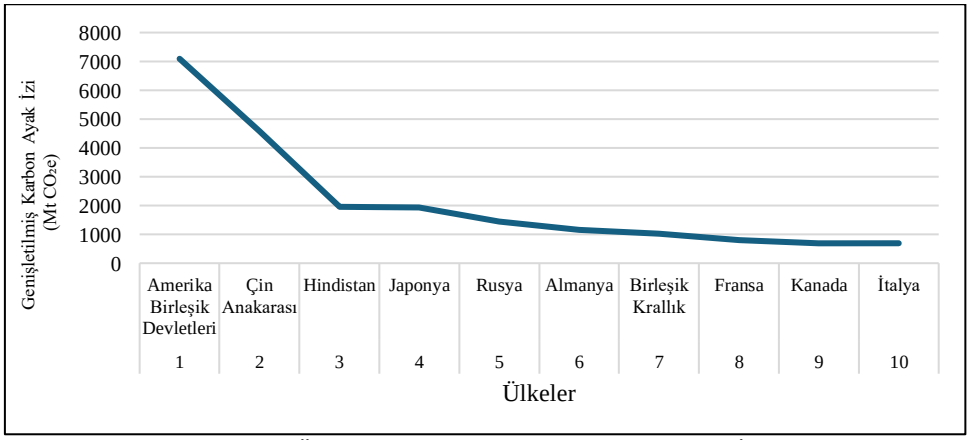
Türkiye'nin ulusal sera gazı envanteri, karbon dioksit (CO_2), metan (CH_4), azot oksit (N_2O) ve çeşitli florlu gazlar gibi doğrudan sera gazlarını kapsamaktadır. Bu envanter; enerji kullanımı, endüstriyel süreçler, tarım, atık yönetimi ve arazi kullanımı gibi farklı kaynaklardan ortaya çıkan emisyonları içermektedir. Ayrıca arazi kullanım değişikliği ve ormancılık faaliyetleriyle sağlanan emisyon azaltımları da hesaba katılmaktadır. Her yıl hazırlanan sera gazı envanter raporları, ülkemizin karbon salınımına ilişkin önemli veriler sunmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) yayımladığı son verilerine göre, 2020 yılında ülkemizde toplam sera gazı emisyonu 523.9 Mt CO_2e olarak hesaplanmıştır(Yavuz ve ark., 2023). 1990'lı yıllardan bu yana özellikle 2000 sonrası dönemde emisyon miktarlarında görünen bir artış sergilemektedir. 2053 Uzun Dönemli İklim Değişikliği Stratejisi Raporu'na göre, Türkiye'nin 2022 yılı sera gazı emisyonları bir önceki yıla göre %2.4 azalarak toplamda 558,3 milyon ton CO_2 eşdeğeri seviyesine düşmüştür.Türkiye'nin yıllara göre oluşturduğu toplam emisyon Şekil 1.'de verilmiştir(TÜİK, 2023).



Şekil 1.Türkiye'nin Yıllara Göre Oluşturduğu Toplam Emisyon.

Buna göre 2000 yılı sonrası emisyon miktarında hızlı bir yükseliş görülmesi enerji ve sanayi sektörlerinin gelişmesi olarak açıklanmaktadır. 2020 ile 2021 yılları arasında emisyon miktarı %7.7 oranında bir artış, 2022 yılında %2.4 oranında azalma, 2023 yılında tekrar artış görülmektedir.

Genişletilmiş karbon ayak izi, doğrudan emisyonlar ile dolaylı emisyonları da kapsamakta olan bir ölçüttür. Şekil 2.'de Amerika Birleşik Devletleri 7.091,79 milyon ton CO_2e emisyon ile ilk sırada yer aldığı görülmektedir(Wu ve ark., 2021).



Şekil 2. Ülkelerin Genişletilmiş Karbon Ayak İzi.

BM İklim değişikliği çerçevesinde hazırlanmış olan Paris İklim Anlaşması ülkelerin küresel olarak sıcaklık artışını 1.5°C olarak sınırlandırmak istemektedir. Böylelikle karbon emisyon salınımının azaltılması hedeflenmektedir.Ülkemiz bu anlaşmayı onaylayarak ve 2053 yılına dek net sıfır karbon emisyonunu hedef olarak belirlemiştir. Buna göre ülkemiz 2030 yılına kadar enerji verimliliği bakımından gerekli planlamalarda bulunmaktadır(Yavuz ve ark., 2023).
CO_2 emisyonları, küresel ölçekte çevresel, ekonomik ve insan faaliyetlerini etkileyen çok karmaşık bir sorundur. Karbondioksitin vermiş olduğu zararlı etkileri azaltmak için sürdürülebilir ve kapsamlı çözümler gereklidir. Yapılan bir çalışmada çevresel etki bazında ülkeler arasında önemli farklılıklar olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin ABD ve Avustralya, kişi başına yüksek karbon ayak izine sahip iken, İsveç yenilenebilir enerji kullanımı ve sürdürülebilir politikaları sayesinde daha düşük çevresel etkide bulunmaktadır. Bu bakımdan yenilenebilir enerjiye geçişin çevresel etkiyi azaltmada önemli rol oynamaktadır. Sürdürülebilir kalkınma hedefleri için meydana gelen çevresel sorunların ulusal ve uluslararası düzeyde sistematik bir şekilde ele alınması gerekmektedir. Temiz teknolojilerin kullanımıyla, doğal kaynakların tüketiminin azaltılması amaçlanmaktadır. Küresel boyutta üretilen CO_2 emisyonları 1990'dan 2022'ye kadar %60'tan fazla artmış 37,15 milyar tona ulaşmıştır. En fazla sera gazı salımı yapan ülkeler ABD ve Çin'dir. 2020 yılında meydana gelen COVID-19 pandemisi sebebiyle CO_2 emisyonu seviyesinde %5.5'lik geçici bir düşüş gözlemlenmiştir(Yakymchuk, 2024). Bu çalışma da karbon ayak izi, çevresel sürdürülebilirlik ve iklim değişikliğiyle mücadele açısından önemli bir yere sahip olduğunu göstermek amacıyla karbon ayak izi uygulamalarının etkisini analiz etmeyi amaçlamaktadır.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Karbon ayak izi hesaplamaları, insan faaliyetlerinin çevreye verdiği zararı ölçmek ve sera gazı emisyonlarını azaltmak için kritik bir araçtır(Umutlu ve Bilmez, 2025). Karbon ayak izinin birimi "kg.CO2-eşdeğer" veya "ton.CO_2-eşdeğer" olarak ifade edilmektedir(Sancaklı, 2024),(Şahin ve Avcıoğlu, 2016).
Karbon ayak izi hesaplaması genellikle faaliyet verisinin (birim) emisyon faktörü (CO_2 eşdeğeri /birim) ile çarpılmasıyla gerçekleştirilir. Bu hesaplamalar, ilgili sera gazı emisyonlarının belirlenmesi ve finansal raporlara yansıtılması karbon muhasebesi kapsamına girmektedir(Durak, 2025). Literatürde karbon ayak izini hesaplamak için çeşitli yöntemler ve standartlar bulunmaktadır.

IPCC (Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli) Metodolojisi

IPCC kılavuzunda yer alan Net Kalorifik Değer (NKD) ve Emisyon Faktörü (EF) kullanılarak faaliyet verilerinin çarpılmasıyla emisyon miktarları elde edilmektedir(Durak, 2025). Bu, ulusal envanterlerin çıkarılması için verilerin nasıl toplanacağı, değerlendirileceği ve raporlanacağı konularında rehberlik sağlamaktadır(Alagöz ve ark., 2022).

Tier Yaklaşımları

IPCC kılavuzu, sera gazı emisyonlarından kaynaklanan karbon ayak izinin hesaplanmasında üç farklı Tier yaklaşımı önermektedir(Civelekoğlu ve Bıyık, 2020; Kılıç ve ark., 2021).

✓ **Tier 1 (Basit Yöntem):** Genellikle yeterli verinin olmadığı durumlarda kullanılır(Binboğa ve Ünal, 2018; Civelekoğlu ve Bıyık, 2020). Yakıt tüketim verileri esas alınır ve yakıt türlerinin belirli emisyon faktörleriyle hesaplamaları yapılmaktadır(Kılıç ve ark., 2021; Toröz, 2015). Yanma teknolojisi önemsenmemektedir (Kılıç ve ark., 2021). Karbondioksit (CO_2) emisyonlarının hesaplanması için adımlar Tablo 1.'de gösterilmiştir(IPCC, 2006).

Tablo 1. Karbondioksit (CO_2) Emisyonlarının Hesaplanması İçin Adımlar.

Adım No	İşlem	Açıklama / Formül
1	Yakıt Tüketiminin Belirlenmesi	Tüketilen yakıt miktarı tespit edilir (ton, m^3, kWh vs.)
2	Enerji İçeriğinin Hesaplanması	Enerji (TJ)=Yakıt (t)×NKV (TJ/Gg)
3	Karbon İçeriğinin Hesaplanması	Karbon (t C)=Enerji (TJ)×Emisyon Faktörü (t C/TJ)
4	Oksitlenmiş Karbonun Hesaplanması	Karbon Emisyonu (Gg C)=Karbon (Gg C)×Oksitlenme Oranı
5	CO_2 Emisyonuna Dönüştürme	CO_2 (Gg)=Karbon Emisyonu (Gg C)×(44/12)

✓ **Tier 2 (Daha Detaylı Yöntem):** Akaryakıt tüketimi yerine taşıtın yaptığı yol miktarı hesaplanmaktadır. Ülkeye özgü emisyon faktörleri kullanılır ve yanma teknolojisi hakkında daha ayrıntılı bilgi ile birlikte daha doğru sonuçlar sağlamaktadır(Civelekoğlu ve Bıyık, 2020; Kılıç ve ark., 2021).
✓ **Tier 3 (Tesis Bazlı Ülkeye Özel Yöntemler):** En karmaşık yöntemdir, yanma koşulları, teknoloji boyutu ve tipi, bakım, işletme koşulları, emisyon kontrol teknolojisi ve yakıt karakterizasyonu gibi çok detaylı tesise özel veriler gerektirmektedir(Binboğa ve Ünal, 2018),(Toröz, 2015).

GHG (Sera Gazı) Protokolü ve ISO 14064 Standardı
Dünya Kaynakları Enstitüsü (WRI) ve Sürdürülebilir Gelişme için Dünya İş Konseyi (WBCSD) tarafından oluşturulan Sera Gazı Protokolü'nde, kurumsal karbon ayak izi sınıflandırması Kapsam 1, Kapsam 2 ve Kapsam 3 olarak yapılır. ISO 14064 standardı, GHG Protokolü temelinde oluşturulmuş olup Kyoto Protokolü'ndeki altı sera gazını (CO_2, CH_4, N_2O, SF_6, HFC'ler ve PFC'ler) içerir(Durak, 2025).

✓ **Kapsam 1 (Doğrudan Emisyonlar):** İşletmelerin sahip olduğu veya kontrol ettiği kaynaklardan (örneğin, şirket araçlarında yakıt tüketimi, tesislerdeki sabit yanma, iklimlendirme ve yangın tesisatı sistemlerindeki gaz kaçakları, ürün ve atıksu kaynaklı emisyonlar) kaynaklanan emisyonlardır(Çolak ve Türkmen, 2023).
✓ **Kapsam 2 (Dolaylı Emisyonlar):** İşletmelerin faaliyetlerinde kullanmak üzere dışarıdan satın aldıkları enerji (örneğin, elektrik, ısı veya buhar tüketimi) sonucunda ortaya çıkan emisyonlardır. Bu ayak izinin ölçümü doğrudan karbon ayak izinin ölçümüne göre daha zordur(Durak, 2025).
✓ **Kapsam 3 (Diğer Dolaylı Emisyonlar):** İşletmelerin kendi bünyesinde mevcut olmayıp, faaliyetleri sonucunda oluşan ancak üçüncü tarafların sahip olduğu veya kontrol ettiği kaynaklardan meydana gelen tüm diğer dolaylı emisyonları ifade etmektedir. Bu, tedarik zincirindeki tüm girdileri ve çıktıları, hammaddenin üretiminden lojistiğine, müşteriler tarafından ürünlerin kullanımına ve doğada yok olmasına kadar olan süreci kapsamaktadır. Kapsam 3 verilerine ulaşım, tedarikçilerden bilgi eksikliği nedeniyle zor olabilir(Çolak ve Türkmen, 2023; Yüksel ve ark., 2024).
✓ **DEFRA (İngiltere Çevre, Gıda ve Köy İşleri Bakanlığı) Metodolojisi:** DEFRA, küresel ısınma ve sera gazı emisyonları kapsamında sürdürülebilirlik çalışmaları ve karbon ayak izi hesaplamaları için her yıl düzenli olarak emisyon katsayıları yayınlamaktadır(Yavuz, 2020).
✓ **ISO 14064 Standardı:** Kurumsal karbon ayak izi hesaplaması, ISO 14064 standardına dayalı olarak dört temel adımdan oluşmaktadır. İlk olarak, işletmenin üretim, tedarik, ihracat gibi hangi faaliyetlerinin

hesaplamaya dâhil edileceği belirlenir ve doğrudan ile dolaylı emisyonlar (Scope 1, 2, 3) sınıflandırılmaktadır. İkinci adımda, bu faaliyetlere ilişkin veriler toplanarak sera gazı envanteri oluşturulmaktadır. Üçüncü adımda, toplanan veriler ve uygun emisyon faktörleri kullanılarak karbon ayak izi hesaplanarak, hesaplama sonuçları değerlendirilir ve sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik iyileştirme fırsatları belirlenerek kurumun sürdürülebilirlik stratejileri geliştirilmektedir(Çolak ve Türkmen, 2023).

Dünyada ikinci büyük ülke ekonomisine sahip Çin'de yapılan bir çalışmada 42 adet sektörün 2007 yılından 2017 yılına kadar oluşturduğu enerji ve karbon ayak izinin büyüme hızı yavaşlamış, fakat toplam izinin arttığı gözlemlenmiştir. Çin'in sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirmesi için enerji ve karbon azaltım hedefleri planlanmakta olup, 2030 yılına kadar karbon emisyon miktarı 2005 yılı seviyesine göre %60-65 oranında azaltmayı amaçlamışlardır(Yu ve ark., 2021). Günümüzde sera gazı emisyonlarını azaltma gerekliliği doğrultusunda, kurumlar karbon ayak izlerini hesaplamaya yönelik çabaları artmaktadır. Fakat üniversite kurumları sera gazı hesaplamaları hakkında yeterince bilgi bulunmamaktadır. Kuzey Avrupa'daki Oulu Üniversitesi'nde yapılan bir çalışmada, Çevresel Genişletilmiş Girdi-Çıktı Analizi (EEIO) ve Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) yöntemlerinin birleştirildiği hibrit bir model kullanılarak üniversitenin karbon ayak izi hesaplanmıştır. Burada işe gidiş-geliş, araştırma ve laboratuvar ekipmanlarının temini gibi dolaylı emisyon kaynaklarını oluşturmuştur. Üniversitenin karbon ayak izinin sürdürülebilirlik hedeflerinin belirlenmesi açısından toplam sera gazı emisyonu 2019 yılından itibaren 19.072 ton CO_2 eşdeğeri olarak hesaplanmış, en büyük emisyon kaynağı ise kampüste kullanılan ısıtma sisteminden kaynaklanmaktadır(Kiehle ve ark., 2023). Tarım sektörü, metan (CH_4) ve azot oksit (N_2O) gibi küresel sera gazlarının oluşmasında önemli bir paya sahiptir. Hayvancılıkta fermantasyon ve gübre oluşumu metan kaynağını oluştururken zeytin yetiştiriciliği gibi bitkisel üretim, gübre kullanımı, yakıt ve enerji tüketimiyle emisyonların artmasına sebep olmaktadır. Sürdürülebilir tarım uygulamalarında çevresel etkilerin azaltılması gerekmektedir. Brezilya'da yapılan bir çalışmada zeytin ve koyun yetiştiriciliğinin entegrasyonunun karbon ayak izini yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA) yöntemi ile araştırmışlardır. Zeytinlik alanların koyun otlatmada kullanılması, yem ihtiyacını azaltarak sistemin verimliliğini artırarak, koyun gübresinin tarımda yeniden kullanılması, toprak verimliliğini korumakta kimyasal gübre kullanımını azaltmakta ve entegre sistemi oluşturmaktadır. Enerji verimliliği ve atık geri dönüşümüyle karbon ayak izini düşürmekte ve çevresel sürdürülebilirliğe katkı sunabilmektedir. Bu çalışmada geleneksel ve entegre sistemler karşılaştırıldığında, entegre sistemin küresel sera gazı emisyonlarında %27.7 oranında azalma sağladığı görülmüştür(Silva ve ark., 2024). Küresel turizm, toplam sera gazı emisyonlarının yaklaşık %8'ini oluşturmakta ve bu emisyonların büyük çoğunluğu (yaklaşık %75'i) ulaşım kaynaklıdır. Avrupa Birliği ülkeleri turizminde tatil amaçlı seyahatler karbon ayak izini arttırmaktadır. Akraba ziyareti, doğa turizmi ve deniz-güneş-kum turizmi gibi bu aktiviteler karbon ayak izlerine sahipken, deniz-güneş-kum turizmi seyahat başına daha yüksek karbon üretmekte olup, AB ülkeler arası olan dış seyahatler, iç seyahatlere göre üç kat daha fazla karbon üretimine sahiptir. Turist tercihlerine göre sürdürülebilir turizm stratejileri sağlanmalıdır(Laroche ve ark., 2023). Yapılan bir araştırmada Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Karacaoğlan kampüsünde 2019,2020 ve 2021 yıllarındaki tüketim verileri ele alınarak, 14064-1 standardı ve Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) Ulusal Sera Gazı Envanteri Yönergelerinde kullanılan emisyon faktör yöntemi kullanarak yaklaşık yedi bin ton emisyon atmosfere salındığı belirlenmiştir. Uzaktan eğitim sürecinde bu emisyon miktarının azaldığını gözlemlemişlerdir. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Karacaoğlan Yerleşkesi'nde yapılan araştırmada 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait karbon ayak izi, ISO 14064-1 standardı ve IPCC emisyon faktörleri doğrultusunda hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalara göre, toplam emisyonlar 2019'da 2955,30 ton CO_2e, 2020'de 1913,96 ton CO_2e ve 2021'de 2659,14 ton CO_2e olarak bulunmuştur. Özellikle 2020 yılında COVID-19 tedbirleri kapsamında uzaktan eğitime geçilmesi, fosil yakıt kaynaklı emisyonlarda belirgin bir düşüşe neden olmuştur.(Yavuz ve ark., 2023). Dünyada en çok CO_2 üreten sektörler arasında lojistik ve taşımacılık sektörü yer almaktadır.

Ulaşım sektöründeki toplam CO_2 emisyonlarının %74.5'inden karayolu taşımacılığı, %13.2'sinden hava taşımacılığı, %11.7'sinden deniz taşımacılığı ve %0.4'ünden demiryolu taşımacılığından kaynaklanmaktadır. Diğer ulaşım çeşitleri ise %0.2'lik kadar bir yer kaplamaktadır(Turgut ve Budak, 2022).

SONUÇ

Karbon ayak izi hesaplamalarında birçok alan dikkate alınmaktadır. Enerji tüketimi (fosil yakıtlar, elektrik, ısınma) en önemli etkenlerden biridir ve enerji verimliliği, emisyonların azaltılmasında kritik bir rol oynamaktadır(Binboğa ve Ünal, 2018). Ulaşım sektörü, özellikle karayolu taşımacılığıyla, CO_2 emisyonlarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Sanayi faaliyetleri, üretim ve yakıt kullanımı yoluyla emisyon üretirken; tarım sektörü, hayvansal üretim ve gübre kullanımı nedeniyle metan (CH_4) ve azot protoksit (N_2O) salınımına yol açmaktadır. Ayrıca atık yönetimi, su tüketimi, bina ve yapılaşma, ürün ve hizmetlerin yaşam döngüsü, sağlık hizmetleri, dijitalleşme ve hibrit çalışma modelleri gibi pek çok alan da karbon ayak izine katkı sağlamaktadır. Sürdürülebilir bir çevre için küresel ısınma gibi çevre sorunlarını önlemek amacıyla karbon ayak izini azaltacak çeşitli tedbirler alınarak, çevre ve iklim değişikliği konularında farkındalık oluşturmak amacıyla eğitim seminerleri düzenlenmeli ve projeler geliştirilmelidir. Ayrıca, su, doğalgaz, elektrik, ısınma ve ulaşım gibi alanlarda tasarrufa gidilmeli; yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı teşvik edilmeli ve kamu kurumlarının kendi enerjilerini üretebilecek duruma gelmeleri için araştırma yapılmalıdır. Bu önlemler hem bireysel hem de kurumsal düzeyde karbon ayak izini azaltarak iklim değişikliğiyle mücadelede önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Alagöz İ., Coşkun E., Babaoğlu S., Kaykaç R., Cidacı A., 2022. EÜAŞ merkez kampüs 2021 yılı karbon ayak izinin hesaplanması. Çevre İklim ve Sürdürülebilirlik, 23, 2, 161-166.

Binboğa G., Ünal A., 2018. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK EKSENİNDE MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ'NİN KARBON AYAK İZİNİN HESAPLANMASINA YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi 21, 187-202.

Civelekoğlu G., Bıyık Y., 2020. Isparta ilinde karayolu kaynaklı karbon ayak izinin hesaplanması. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4, 2, 78-87.

Çayalan N., Rodoplu H., 2025. Sürdürülebilir Havaalanı Uygulamaları: Enerji Verimliliği ve Karbon Ayak İzi Azaltma Stratejileri. Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 38, 102-117.

Çolak G., Türkmen B. A., 2023. Kurumsal karbon ayak izi analizi: Bir kimya fabrikası için örnek hesaplama. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 9, 1, 191-201.

Durak G., 2025. KARBON AYAK İZİ VE RAPORLAMASINA GENEL BİR BAKIŞ. Financial Analysis/Mali Cozum Dergisi, 35, 187.

Durmuş İ., Gücüyeter İ., 2024. Karbon ayak izi ve yeşil organizasyon kavramlarına yönelik bibliyometrik araştırmalar. Journal of Agriculture Faculty of Ege University, 61, 1, 113-124.

IPCC. (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Retrieved from https://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/.

Kiehle J., Kopsakangas-Savolainen M., Hilli M., Pongrácz E., 2023. Carbon footprint at institutions of higher education: The case of the University of Oulu. Journal of environmental management, 329, 117056.

Kılıç M. Y., Dönmez T., Adalı S., 2021. Karayolu ulaşımında yakıt tüketimine bağlı karbon ayak izi değişimi: Çanakkale örneği. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11, 3, 943-955.

Laroche P. C., Schulp C. J., Kastner T., Verburg P. H., 2023. The role of holiday styles in shaping the carbon footprint of leisure travel within the European Union. Tourism Management, 94, 104630.

Sancaklı E., 2024. Türkiye'de karbon ayak izi konulu lisansüstü tezlerinin incelenmesi. Peyzaj, 6, 1, 50-60.

Silva M. G., Soares L. R., Marques G. R., da Costa T. P., 2024. Integration between olive cultivation and sheep farming in Brazil: Carbon footprint mitigation potential. Journal of Cleaner Production, 450, 141776.

Şahin G., Avcıoğlu A. O., 2016. Tarımsal üretimde sera gazları ve karbon ayak izi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 12, 3, 157-162.

Toröz A. S., 2015. Gemi kaynaklı atıkları alan bir atık kabul tesisinde karbon ayak izinin belirlenmesi.

Turgut A., Budak T., 2022. Lojistik ve taşımacılığın karbon ayak izi: Sistematik bir literatür incelemesi. Kent Akademisi, 15, 2, 916-930.

TÜİK. (2023). *T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Türkiye Sera Gazı Envanter Raporu*. Retrieved from https://enerji.gov.tr/evcedcevre-ve-iklim-ulusal-sera-gazi-emisyon-envanteri/.

Umutlu H., Bilmez Z. N., 2025. TÜRKİYE'DE SANAYİ ÜRETİM ENDEKSİ, KENTLEŞME, BİRİNCİL ENERJİ ARZI, KARBON AYAK İZİ VE DIŞ TİCARET AÇIĞI ARASINDAKİ İLİŞKİ. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 27, 48, 32-49.

Wu X., Li C., Guo J., Wu X., Meng J., Chen G., 2021. Extended carbon footprint and emission transfer of world regions: With both primary and intermediate inputs into account. Science of The Total Environment, 775, 145578.

Yakymchuk A., 2024. The Carbon Dioxide Emissions' World Footprint: Diagnosis of Perspectives; Scientific Papers of Silesian University of Technology; Organization & Management. Zeszyty Naukowe Politechniki Slaskiej. Seria Organizacji i Zarzadzanie, 195.

Yavuz A. B., 2020. Turizmde karbon ayak izi Beş yıldızlı otel örneği, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yavuz A. B., Kara O., Yanıktepe B., 2023. Karbon ayak izi tespiti: Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi örneği. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 12, 4, 1523-1530.

Yu J., Yang T., Ding T., Zhou K., 2021. "New normal" characteristics show in China's energy footprints and carbon footprints. Science of the total environment, 785, 147210.

Yüksel S., Dinçer H., Özduman B., 2024. Sürdürülebilir Kalkınmanın Sağlanabilmesi İçin İşletmelerin Karbon Ayak İzini Azaltıcı Stratejilerinin Belirlenmesi. Maruf İktisat İslâm İktisadı Araştırmaları Dergisi, 4, 1, 4-15.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

METAPHORICAL PERCEPTIONS OF SUSTAINABILITY IN THE CONTEXT OF SUSTAINABILITY AWARENESS

Assoc. Prof. Ayşe Ülkü KAN
Firat University, Faculty of Education, Department of Education Sciences, Elazig, Türkiye
ORCID: ID/0000-0002-1524-3326

Lecturer Esra YEL
Gaziantep University, Araban Vocational School, Department of Child Development, Gaziantep, Türkiye
ORCID: ID/0000-0002-8262-9974

ABSTRACT
The aim of this study is to determine university students' metaphorical perceptions of sustainability within the context of sustainability awareness. With the advancement of technology and the transition to an industrial society, environmental pollution has increased, and the balance of nature has begun to deteriorate. The resulting environmental problems have expanded beyond local areas, becoming global issues that affect the entire world. During periods when industrialization was prioritized, the environment was largely neglected, a situation that has continued from the 1970s to the present. Humanity's dependence on nature and the search for solutions for future generations have made addressing these problems crucial for a sustainable world. In this context, transforming knowledge into action emerges as the most significant determinant. Knowledge stands as the driving force behind environmental actions. Being aware of the potential consequences of actions and possessing the necessary knowledge to prevent harmful environmental practices are both essential. In terms of behavior, defined as acting in relation to sustainability, individuals also consider the future impacts of their actions. Efforts such as ensuring equality and justice among people, combating poverty, and taking preventive measures against climate change and other environmental threats fall within this behavioral dimension. To achieve sustainability, supportive and positive behaviors are required. This research was conducted using the phenomenological design, one of the qualitative research methods. The study group consisted of students from the Faculty of Education at a university during the 2024–2025 academic year. The participants were students who voluntarily agreed to take part in the study. Data were collected through a personal information form and a metaphor form developed by the researchers to identify university students' thoughts on sustainability and the concepts they associate with it. The data obtained were analyzed using content analysis. The findings revealed that students produced a wide variety of metaphors, which were categorized into specific themes. According to the results, the majority of students were found to hold positive perceptions of sustainability
Keywords: Sustainability, Awareness, Metaphor, Perception

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK FARKINDALIĞI BAĞLAMINDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞE İLİŞKİN METAFORİK ALGILAR

ÖZET
Bu araştırmanın amacı üniversite öğrencilerinin sürdürülebilirlik farkındalığı bağlamında sürdürülebilirliğe ilişkin metaforik algılarını belirlemektir. Teknolojinin gelişerek sanayi toplumu olunmasıyla çevre kirliliği artmış ve doğanın dengesi bozulmaya başlamıştır. Bu bozulma ile ortaya çıkan çevre sorunları artarak sadece bulunduğu alanları değil, küreselleşerek tüm dünyayı etkilemektedir. Sanayileşmenin önemli olduğu zamanlarda çevre ihmal edilmiştir. Bu durum 1970'li yıllardan günümüze kadar devam etmektedir. İnsanın doğaya muhtaç olması, yarının nesilleri için çözüm arayışı bu soruna çözüm üretilmesi sürdürülebilir bir dünya için önemli hale gelmiştir. Bu bağlamda, bireylerin sahip olduğu bilgi ile davranışa geçmesi ise bu konudaki en önemli belirleyici unsur olacaktır. Çevresel konular hakkındaki eylemlerin arkasında itici bir güç olarak bilgi durmaktadır.

Hem eylemlerin sonuçlarının neler olacağını bilmek hem de olumsuz çevresel eylemlerin önlenmesi için konu hakkında bilgi sahibi olmak önemlidir. Davranış, sürdürülebilirlik ile ilgili harekete geçme olarak tanımlanan davranış boyutunda insanlar tüm eylemlerinin gelecekteki etkilerini de düşünmektedirler. İnsanlar arasında eşitliği ve adaleti sağlamak, yoksulluğu ortadan kaldırmak için çaba harcamak, iklim değişikliği ve çevre ile ilgili diğer tehdit oluşturan konularda önlem almak gibi hususlar davranış boyutu içinde yer almaktadır. Sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için ise pozitif yönde destekleyici davranışlar gereklidir. Nitel araştırma desenlerinden fenomenoloji deseninin kullanıldığı araştırmanın çalışma grubu, 2024-2025 eğitim-öğretim yılında bir üniversitenin Eğitim Fakültesi öğrencileri olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda araştırmaya katılmaya gönüllü olan öğrenciler araştırmanın çalışma grubunu oluşturmuştur. Araştırmanın verileri kişisel bilgi formu ve üniversite öğrencilerinin sürdürülebilirliğe ilişkin düşüncelerini belirlemek, bu kavramları ne ile ilişkilendirdiklerini tespit etmek amacıyla araştırmacılar tarafından oluşturulan metafor formu ile elde edilmiştir. Elde edilen veriler içerik analiziyle çözümlenmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin birçok farklı metafor ürettikleri görülmüştür. Üretilen bu metaforlar, belirli kategorilerde temalandırılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre öğrencilerin çoğunluğunun sürdürülebilirliğe ilişkin olumlu algılara sahip olduğu belirlenmiştir.
Anahtar kelimeler: Sürdürülebilirlik, Farkındalık, Metafor, Algı

PRELIMINARY CYCLOSTRATIGRAPHIC ASSESSMENT OF THE VAN FORMATION (MIOCENE) IN EASTERN ANATOLIA/TURKIYE

Asst. Prof. Dr. Gül ŞEN
Van Yüzüncü Yıl University, Engineering Faculty, Department of Geological Engineering, Van, Turkiye
ORCID: ID/ 0000-0002-9729-242X

ABSTRACT
The Van Formation, extensively exposed around the Van province in Eastern Anatolia, represents a continuous Miocene sedimentary succession encompassing both marine and continental depositional environments without any observable unconformity. Its uninterrupted stratigraphy makes the unit a key formation with the potential to preserve signals of paleoclimate fluctuations, regional tectonism, and astronomical forcing. A stratigraphic section of the Van Formation was measured in Ayazpınar Village (Edremit District), where the lithological succession comprises conglomerate, sandstone, mudstone, marl, and limestone. The lower part of the section features a Bouma-type turbiditic sequence overlain by limestone, indicating deep-water depositional conditions. The middle section is dominated by alternating sandstone and mudstone, while the uppermost layers consist of recurring mudstone–limestone couplets.
The repeated Bouma sequences suggest periodic tectonic activity within the basin, whereas the rhythmic alternations of mudstone and limestone are interpreted as the result of lake-level changes likely driven by climatic variations.
In conclusion, cyclostratigraphic analysis reveals the presence of three primary Milankovitch-type depositional cycles, each exhibiting upward-shallowing trends from base to top. These observations point to the influence of astronomical forcing during the formation's deposition.
Keywords: Van Formation, Cyclostratigraphy, Miocene, Lake-level fluctuations, Bouma sequence

VAN FORMASYONU'NUN (MİYOSEN) DEVİRSEL STRATİGRAFİ KAPSAMINDA İLK DEĞERLENDİRMESİ DOĞU ANADOLU/TÜRKİYE

ÖZET
Doğu Anadolu'nun Van ili çevresinde geniş alanlarda yüzeylenen Van Formasyonu, Miyosen yaşlı olup hem denizel hem de karasal birimleri herhangi bir uyumsuzluk göstermeksizin içermektedir. Bu özelliğiyle Van Formasyonu, bölgenin paleotektonik, paleoklimatik ve astronomik döngüsel etkilerinin çökel kayıtlarını barındırabilecek potansiyele sahip anahtar bir stratigrafik birimdir. Bu bağlamda, Van İli Edremit ilçesi Ayazpınar köyü civarında Van Formasyonu'na ait bir istif ayrıntılı olarak ölçülmüş ve yorumlanmıştır. Stratigrafik istif, çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, marn ve kireçtaşı litofasiyeslerinden oluşmaktadır. Taban kısmında Bouma dizisini andıran çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı ardalanması üzerine gelen kireçtaşı düzeyleri yer almaktadır. Orta seviyelerde kumtaşı-çamurtaşı ardalanması görülmekte; üst seviyelerde ise çamurtaşı ve kireçtaşı ardalanması gözlemlenmiştir. Tektonik aktivite, Bouma ardalanmalarının tekrarlılığı ile desteklenirken, çamurtaşı ve kireçtaşı ardalanmaları göl seviyesi dalgalanmalarına bağlı iklimsel değişimlerin göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Yapılan devirsel analiz sonucunda, üç ana Milankovitch döngüsüne karşılık gelen çökeller tanımlanmış ve her bir döngünün tabandan tavana doğru sığlaşma trendi gösterdiği belirlenmiştir.
Sonuç olarak, Van Formasyonu'nun oluşum sürecinde sadece tektonik etkenler değil, aynı zamanda iklimsel ve astronomik döngüler de etkili olmuştur. Bu çalışma, formasyonun yüksek çözünürlüklü çevresel ve iklimsel kayıtlar sunduğunu ortaya koymaktadır.
Anahtar kelimeler: Van Formasyonu, Devirsel stratigrafi, Miyosen, Göl seviyesi değişimleri, Bouma istifi

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

DEEP LEARNING-BASED AUTOMATED QUALITY INSPECTION FOR CASTING PRODUCTS

Asst. Prof. Dr. Canan TASTIMUR
Erzincan Binali Yildirim University, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-3714-6826

ABSTRACT
In this study, a deep learning-based classification model was developed for automated quality control of casting products. Defects that occur during production in the casting industry (e.g., blowholes, pinholes, burrs, shrinkage, metal and mold-related defects, etc.) can negatively impact product quality. Traditional quality control processes are performed manually, making them time-consuming and prone to human errors. This increases production costs and can lead to order rejections. To address this problem, a binary classification model was designed using a dataset of top-down images of casting products, categorized into "defective" and "ok" classes. The dataset consists of a total of 7,348 images, each image having a grayscale size of 300×300 pixels. Furthermore, rescaled images of 128×128 pixels were used for model training. The model was designed with a simple CNN architecture, and data augmentation methods were applied during training. The performance of the model was evaluated using accuracy and binary cross-entropy loss. Additionally, features extracted from the model's intermediate layers were visualized using PCA and UMAP methods, and the accuracy of class distinctions was also visually analyzed. The proposed CNN model achieved an accuracy of 94.71%, precision of 94.24%, recall of 92.16%, and an F1-score of 93.04%, indicating strong classification performance. The results demonstrate that the proposed CNN model can detect casting defects with high accuracy. This study aims to increase speed and reliability in manufacturing processes by automating manual quality control processes. Furthermore, the model has the potential to detect manufacturing defects early and reduce costs in industrial applications. Future work plans to extend the model to different casting products and higher-resolution datasets, and to improve performance using transfer learning techniques.
Keywords: Casting product, Quality inspection, Defect detection, Industrial automation, Deep learning

INTRODUCTION
The casting industry is a fundamental manufacturing sector, frequently used in the aerospace, automotive, and heavy machinery sectors, providing critical components. Casting plays a critical role in the manufacturing industry, yet it is a process that can encounter errors during production for various reasons. Ensuring product quality in the casting industry is one of the most challenging challenges in modern production, as defects arising during production can significantly impact performance and durability. The rapid advancement of Industry 4.0 has increased the importance of automation and intelligent systems, including quality assurance, at all stages of the production process. Quality control plays a critical role in the casting industry, where even small defects can affect the mechanical properties and operational safety of products. The production process is highly susceptible to many defects, such as gas voids, pin holes, burrs, shrinkage voids, and mold-related irregularities, significantly impacting the durability and reliability of final products. Because manual inspection, often employed in quality control processes, is highly dependent on operator experience and error, some inconsistencies and oversights can occur. Furthermore, traditional inspection methods are both time-consuming and costly. Traditional methods are neither sufficient nor suitable for ensuring control in high-volume production lines. As production volumes increase and product requirements become more stringent, traditional methods can increase production costs and lead to order rejections. Therefore, the integration of automated and intelligent control systems has become an essential requirement to ensure efficiency and consistency in modern production environments. There has been a growing trend toward developing machine learning-based approaches to quality control in industrial casting processes. Studies in this regard have been reviewed in the literature.

Xue et al. [1] proposed a hybrid model consisting of EfficientNet and YOLOv3 to classify defects from X-ray images of cast parts. The dataset included 18311 labeled images. Habibpour et al. [2] proposed a deep learning based model that estimates uncertainty in cast products. After training on a small dataset with VGG16, ResNet50, DenseNet121 and InceptionResNetV2 transfer learning models, the extracted features were classified using support vector machines and multilayer perceptrons. The VGG16 based approach showed the best performance. Ferguson et al. [3] used the Mask R-CNN method for segmentation and detection of casting defects. By using transfer learning in the training phase, high accuracy was achieved on casting X-ray images from the GDXray database. Yagüe et al. [4] used an automotive parts dataset for detection and segmentation of defects in X-ray images of cast parts. Bolla et al. [5] used several pre-trained models for the classification of casting defect types. They highlighted the prominence of MobileNetV2 and NasNet models. Dong et al. [6] applied a CNN-based approach to a small-sized casting defect dataset. Although the model was trained on a limited and small dataset, it still produced successful results. Chigateri et al. [7] proposed the detection of casting defects using deep learning techniques on 8678 pump impeller images. They presented it as an AI (artificial intelligence)-supported approach for the quality control of cast products. Parlak & Emel [8] proposed a deep learning model for aluminum casting defect detection. Bharambe et al. [9] developed a deep learning model that classifies different defects for the analysis of defects in high-pressure die casting parts. Wu et al. [10] proposed a DenseNet-based architecture for defect classification from X-ray images of cast parts. Li et al. [11] addressed the automatic detection of casting defects by applying wavelet transform. Mery & Filbert [12] performed casting defect detection using radiographic image tracking of defects in aluminum castings. In [13], a residual attention network was proposed for casting defect diagnosis. More than 10,000 casting surface images were used for training, and the data were subjected to binary classification as "defective" and "good." The model achieved 96.8% accuracy and 95.2% F1-score. In another study [14], pre-trained ResNet50 and VGG16-based transfer learning methods were applied to detect casting defects. 97.1% accuracy, 96.5% sensitivity, and 95.8% F1-score performance were achieved on a dataset of 7,348 images. In [15], casting defect classification was achieved with 95.4% accuracy by combining CNN and SVM methods.

In this study, a deep learning-based framework is proposed for the automatic detection of casting defects. Manual inspection in quality control is time-consuming and prone to errors, especially in mass production lines. To address this, a binary classification model was developed to distinguish defective and non-defective castings. A dataset of 7,348 grayscale images (rescaled from 300×300 to 128×128 pixels) was used, and data augmentation techniques were applied to improve generalization. The proposed CNN architecture achieved strong results with 94.71% accuracy, 94.24% precision, 92.16% recall, and 93.04% F1-score. Additionally, learned feature representations were visualized with PCA and UMAP, providing interpretability of the model's decision-making process. The study highlights a practical solution for accelerating quality control, reducing costs, and minimizing human errors, with potential integration into industrial production lines.

MATERIAL AND METHOD

In this study, a deep learning-based classification model was developed for the automatic detection of defects occurring during production in the casting industry. Traditional quality control methods rely on manual inspection by expert personnel, and these processes can be both time-consuming and error-prone. Manual inspection, particularly in mass production lines, can lead to overlooked defective products, thus increasing costs. To overcome these problems, a binary classification approach was developed that separates castings into two classes: "defective" and "good." The dataset used in the study consists of a total of 7,348 grayscale images. The images were acquired at 300x300 pixels and rescaled to 128x128 pixels during the training process to increase computational efficiency. Data augmentation methods (e.g., rotation, translation, brightness variation) were applied to strengthen the model's generalization ability.

The proposed model is built on a simple yet effective CNN architecture, achieving high accuracy values while keeping computational costs low and aiming for suitability for real-time applications.

The model's performance was evaluated using key classification metrics such as accuracy, precision, recall, and F1-score. According to the results, the proposed CNN model demonstrated strong performance with 94.71% accuracy, 94.24% precision, 92.16% sensitivity, and 93.04% F1-score. These values demonstrate that the model achieved a balanced success in both correctly detecting defective products and avoiding misclassification of healthy products. Furthermore, the features learned in the model's intermediate layers were visualized in two- and three-dimensional spaces using PCA (Principal Component Analysis) and UMAP (Uniform Manifold Approximation and Projection) methods. These visualizations allowed for clearer analysis of distinctions between classes, providing a better understanding of the model's decision-making mechanism. In this respect, the study not only proposed a classification model that achieved high accuracy but also increased the interpretability of the learned representation features. Ultimately, this study aims to accelerate quality control processes for cast products, reduce production costs, and minimize human error. The proposed CNN-based framework offers a practical solution that can be integrated into industrial production lines and provides a suitable basis for further development on different cast products and higher-resolution datasets. Future work plans to utilize transfer learning methods and more advanced deep learning architectures to further enhance the model's generalization capacity and industrial applicability.

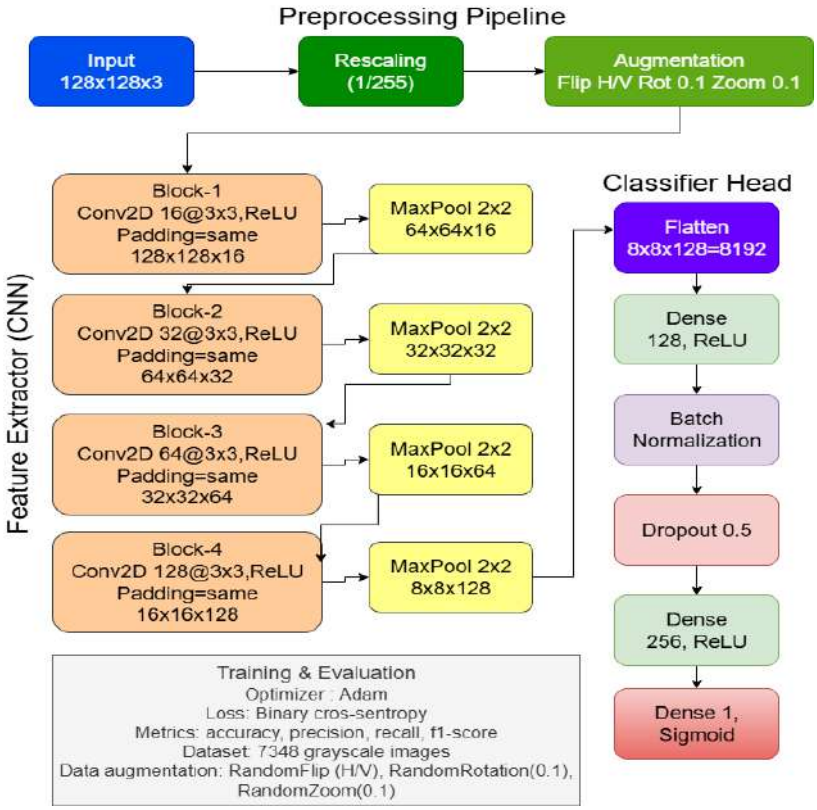


Figure 1. The overview of the proposed method.

Binary crossentropy loss function was used during model training, and the Adam algorithm was used for optimization. During the training process, the batch size, epoch number, and early stopping parameters were optimized to both increase the model's learning capacity and prevent overfitting. In terms of the experimental setup, all model training and testing were performed on an NVIDIA GPU-supported computer environment, and Python and TensorFlow libraries were used during the training process. This environment ensures fast and repeatable model performance. Furthermore, the obtained performance metrics and visualizations clearly demonstrate the effectiveness and generalizability of the model's attention mechanisms in metal surface defect detection.

This architecture provides a significant advantage over traditional CNN-based approaches in the literature in terms of both accuracy and class discrimination capacity.

EXPERIMENTAL RESULTS

In this study, a deep learning-based classification model was developed for the automatic detection of casting defects in submersible pump impellers. Traditional quality control methods rely on manual inspection, which is both time-consuming and prone to human error, especially in mass production. To address this, a binary classification model was designed to categorize images into two classes: "defective" and "ok." The dataset consists of 7,348 grayscale images of size 300×300 pixels, with additional 512×512 images available for validation. Images were rescaled to 128×128 pixels during training to improve computational efficiency, and data augmentation techniques such as rotation, flipping, and brightness adjustments were applied to enhance model generalization. The dataset was split into training and testing subsets, with 3,758 defective and 2,875 ok images for training, and 453 defective and 262 ok images for testing. The proposed model achieved strong performance, with an overall accuracy of 94.71%, precision of 94.24%, recall of 92.16%, and F1-score of 93.04%.

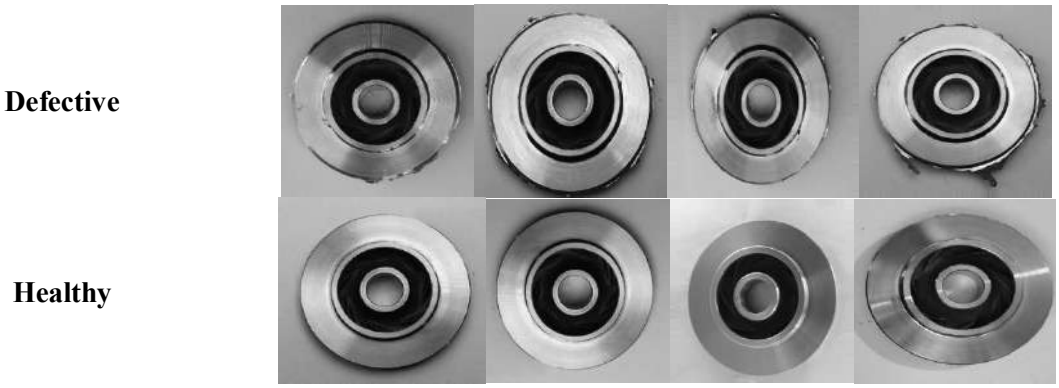


Figure 2. Examples from the casting dataset.

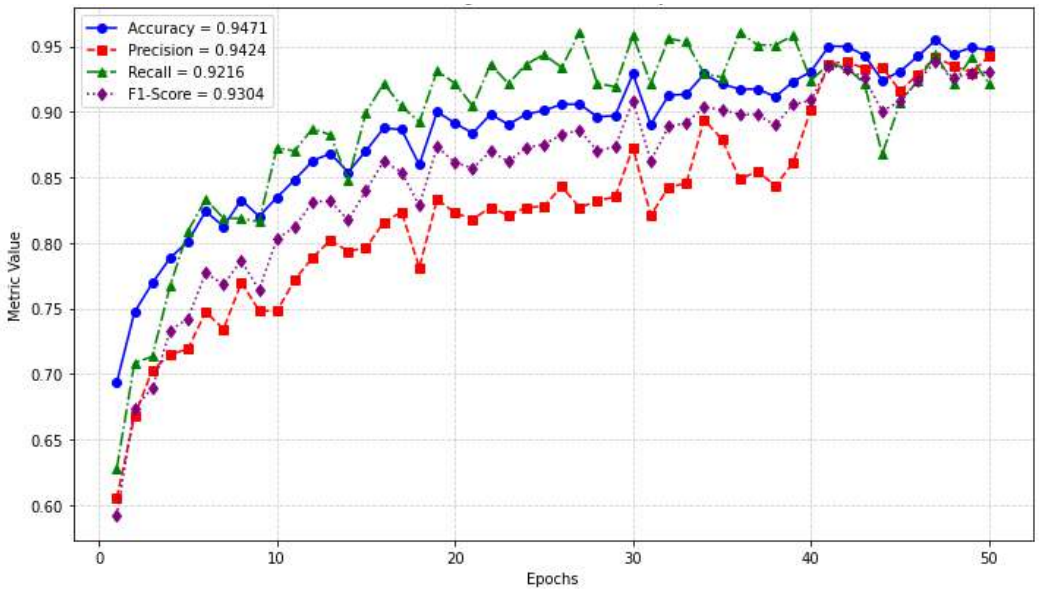


Figure 3. The performance metrics of the proposed method for the casting dataset.

Table 1. Performance evaluations of the proposed method for casting dataset.

Metrics	**Train**	**Validation**
Accuracy	0.9471	0.9311
Precision	0.9424	0.9310
Recall	0.9216	0.9016
F1-Score	0.9304	0.9100

The confusion matrix of the model shows that out of the defective images, 144 were correctly classified while 5 were misclassified as ok. Similarly, for the ok images, 92 were correctly classified and 19 were misclassified as defective. This indicates that the model is slightly more prone to misclassifying ok images as defective, but overall it demonstrates strong performance in distinguishing between defective and ok castings. Furthermore, ROC curves confirmed the model's strong discrimination ability with high AUC values in each class.

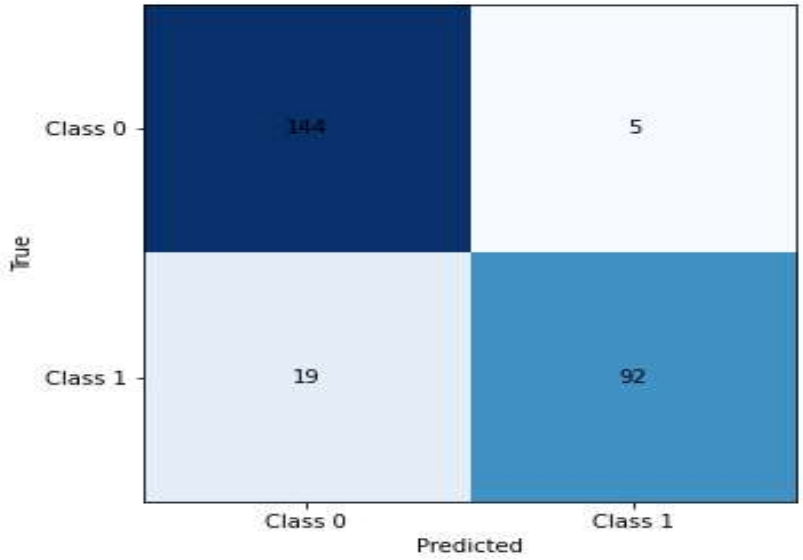


Figure 4. The confusion matrix of the proposed method for the casting dataset.

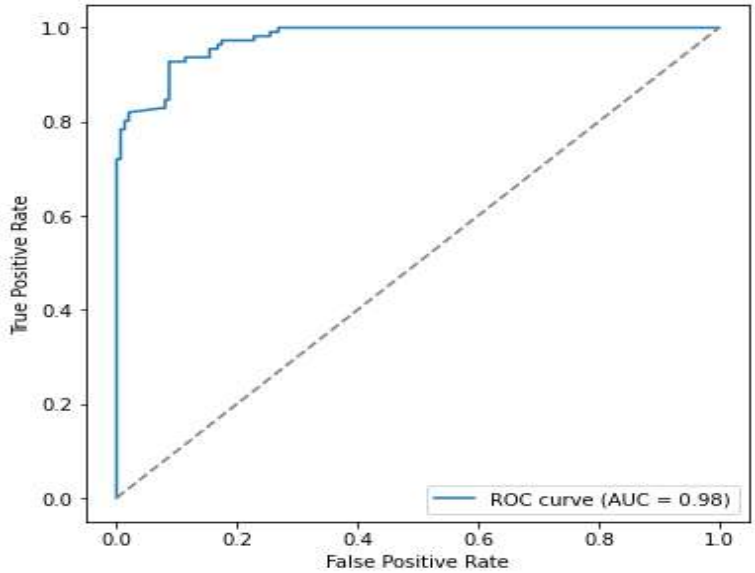


Figure 5. The ROC curve of the proposed method for the casting dataset.

The UMAP visualization of the extracted image features provides a clear representation of the model's ability to separate defective and ok castings in the feature space. In the 2D projection, defective and ok samples form largely distinct clusters, indicating that the learned features are highly discriminative. Some minor overlap between clusters corresponds to the few misclassified samples, highlighting challenging cases where the model may confuse subtle defects with ok castings. Overall, the UMAP plot confirms that the model effectively captures meaningful patterns in the data for accurate classification.

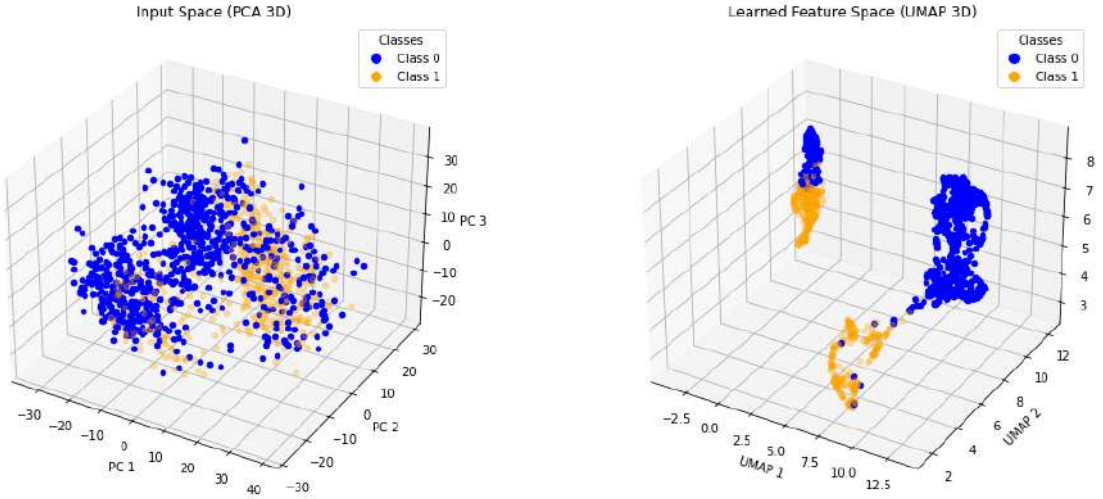


Figure 6. The UMAP visualization of the proposed method for the casting dataset.

CONCLUSIONS

This study presents a deep learning-based framework for the automatic detection of casting defects in submersible pump impellers. The proposed binary classification model achieved an accuracy of 94.71%, precision of 94.24%, recall of 92.16%, and F1-score of 93.04%, demonstrating its efficacy in distinguishing defective from ok samples. Confusion matrix analysis revealed minor misclassification of ok images as defective, while UMAP visualization confirmed the discriminative power of the learned features, with defective and ok samples forming largely distinct clusters. These findings suggest that the model can substantially enhance industrial quality control by reducing reliance on manual inspection and improving consistency. Future work may focus on incorporating additional imaging modalities, expanding dataset diversity, and employing advanced architectures such as attention mechanisms or multi-scale networks to further improve performance. Additionally, integrating the system into real-time production lines with adaptive learning could enable continuous improvement and more robust defect detection.

REFERENCES

Zhang, H., Li, Y., & Wang, J. (2019). Automatic detection of casting surface defects using convolutional neural networks. *Journal of Manufacturing Processes, 45*(3), 208–216. https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2019.07.012

Kumar, A., & Singh, P. (2020). Deep learning approach for casting defect classification using transfer learning. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 108*(5–6), 1457–1469. https://doi.org/10.1007/s00170-020-05436-2

Chen, L., Zhao, Q., & Wu, Z. (2021). Casting defect recognition using hybrid CNN-SVM model. *Materials Today: Proceedings, 47*(7), 3214–3221. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.238

Patel, R., & Mehta, D. (2018). A machine learning-based framework for automatic visual inspection in casting industries. *Procedia CIRP, 72*, 1111–1116. https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.210

Li, X., Hou, F., & Wang, S. (2022). Attention-based CNN model for defect detection in casting products. *IEEE Access, 10*, 21456–21468. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3145789

Singh, R., & Verma, K. (2019). A comparative study of machine learning algorithms for casting defect detection. *Procedia Computer Science, 152*, 525–532. https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.05.058

Gao, Y., Zhang, W., & Chen, H. (2021). Ensemble deep learning models for automated inspection of casting surfaces. *Journal of Intelligent Manufacturing, 32*(8), 2041–2055. https://doi.org/10.1007/s10845-020-01606-1

Kaur, G., & Sharma, P. (2020). Defect detection in die-casting products using lightweight CNN. *International Journal of Production Research, 58*(17), 5198–5209. https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1735668

Ahmed, M., & Ali, S. (2019). Quality inspection of casting surfaces using deep feature extraction. *Journal of Materials Processing Technology, 269*, 375–383. https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2019.01.025

Wu, C., & Zhang, J. (2021). Semi-supervised learning for defect detection in manufacturing. *IEEE Transactions on Industrial Informatics, 17*(12), 8264–8273. https://doi.org/10.1109/TII.2021.3087642

Das, S., & Mukherjee, A. (2020). Casting defect identification using generative adversarial networks. *Procedia Manufacturing, 49*, 145–152. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.06.097

Park, J., Kim, Y., & Lee, H. (2018). Real-time casting defect detection using YOLO-based deep learning framework. *Applied Sciences, 8*(11), 2230. https://doi.org/10.3390/app8112230

Luo, Y., & Deng, X. (2022). Residual attention networks for defect classification in casting surfaces. *Neural Computing and Applications, 34*(15), 12753–12766. https://doi.org/10.1007/s00521-021-06618-9

Hassan, M., & Farooq, U. (2021). Transfer learning-based casting defect recognition using ResNet and VGG architectures. *Materials Today Communications, 29*, 102962. https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2021.102962

Zhao, L., Wang, C., & Lin, D. (2019). Hybrid CNN-SVM approach for surface defect detection in casting products. *Engineering Applications of Artificial Intelligence, 85*, 659–669. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2019.07.002

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

SMART ROAD SURFACE MONITORING USING DEFORMABLE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

Asst. Prof. Dr. Canan TASTIMUR
Erzincan Binali Yildirim University, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-3714-6826

ABSTRACT
Road surface defects significantly affect transportation safety, driving comfort, and infrastructure maintenance costs. Early and accurate detection of these defects plays a vital role in smart city applications and intelligent transportation systems. In this study, we propose a deep learning-based framework for automatic road defect classification, focusing on three major categories: Clear (no defect), Shallow cracks, and Deep cracks. The dataset, named Veriseti_Road, was collected and annotated to represent various road surface conditions, ensuring diversity in lighting, perspective, and pavement texture. The proposed method integrates a convolutional neural network (CNN) with deformable convolutional layers, enabling the model to adapt its receptive fields dynamically and capture irregular patterns in road surfaces. The model achieved a training accuracy of 99.84% and a validation accuracy of 98.11%, demonstrating strong generalization capability. Additionally, Grad-CAM visualization was employed to interpret the decision-making process of the model by highlighting defect regions that most influence classification, and the generated heatmaps effectively emphasized faulty areas in the road images. This enhances model transparency and provides a deeper understanding of its reliability in real-world deployment. To evaluate the performance, standard classification metrics such as accuracy, precision, recall, and F1-score were used. The model achieved promising results across all defect categories, with high precision in distinguishing clear surfaces from shallow and deep cracks, and strong recall in correctly identifying defect regions under challenging conditions. Furthermore, ROC curves, confusion matrices, and UMAP visualization were applied to assess both classification robustness and feature separability. Overall, the proposed framework demonstrates the potential of combining deformable convolution and explainable AI techniques for reliable and interpretable road defect inspection. The results highlight the applicability of the approach in smart infrastructure monitoring, where efficient and accurate defect classification can significantly improve road maintenance strategies and traffic safety.
Keywords: Deformable convolution, Infrastructure monitoring, Road surface defect, Smart cities

INTRODUCTION
One of the most important components of the smart city concept is the reliable and sustainable management of transportation infrastructure. Road surface deterioration directly impacts transportation safety and driving comfort. It also negatively impacts infrastructure maintenance costs. Failure to detect cracks, potholes, and surface deterioration at an early stage not only increases the risk of traffic accidents but also leads to increased vehicle damage and increased maintenance and repair costs. On urban roads with high traffic volumes, early detection and classification of deterioration is critical for both safety and economic reasons. One of the most significant challenges in systems for automatically classifying road surface defects is achieving high accuracy under different environmental conditions. Various lighting conditions, camera angles, asphalt types, and ground textures make crack detection difficult. Traditional methods often rely on manual inspections and vehicle-based hardware, resulting in high costs in terms of both time and manpower. In contrast, deep learning-based image processing methods, thanks to their ability to learn on large-scale data, offer high-accuracy detection at a lower cost.
There are many studies in the literature on deep learning based highway surface fault detection and classification. Zou et al. [1] performed image-based segmentation of highway road surface cracks. The proposed model was trained on a single dataset and then tested on three different road datasets. The average F-measure value they obtained was around 87%. Yang et al. [2] performed automatic crack detection and classification on highway. They obtained precision of 90.20%, recall of 89.06% and F-measure of 89.62%.

Data augmentation techniques were applied in model training. Bang [3] performed pixel-level crack segmentation with a decoder-encoder based architecture. The model produced superior results compared to classical thresholding methods. Gao et al. [4] used a U-Net based architecture to detect fine details of cracks. The architecture was redesigned to use U-Net's skip connections more efficiently. The study performed evaluation on asphalt images with different textures collected from the real world. Wang et al. [5] proposed road segmentation using a transformer-based approach. They used three different public datasets during the model training phase. Xie et al. [6] compared CNN and transformer architectures in crack fault recognition. While speed is the priority in the CNN architecture, the transformer architecture is more effective in capturing crack patterns thanks to the attention mechanism. Akakin & Akgul [7] sharpened asphalt cracks on a pixel-by-pixel basis by collecting deep contextual features. Zeng & Zhong [8] presented a lightweight and fast road fault detection model with YOLOv8. They noted that the study performed well in real-time applications. [9] optimized YOLOv5s for asphalt crack detection by focusing on balancing speed and accuracy. With the proposed improvements, results of 95.5% precision and 94.3% recall were achieved. Zhang et al. [10] used the YOLOv8 architecture to classify road faults, achieving 91.6% precision, 90.0% recall, and 90.8% F1. Classification difficulties were experienced on small targets and shaded/sticky surfaces. Liu & Yao [11] proposed pixel-level segmentation using multi-scale fusion and cross-layer feature fusion. They conducted experimental studies on two different datasets. In [12], a robust segmentation model was proposed by combining four different road public datasets. Chen et al. [13] proposed a real-time model for road damage detection. They reduced the escape of small targets by training, light attention mechanisms, and heading optimizations. Zhang et al. [14] compared Aster R-CNN and Mask R-CNN on road cracks. They achieved an accuracy level of around 98%. Matarneh et al. [15] performed multi-road fault classification based on Faster R-CNN. They achieved an accuracy of 92.52 and an f1-score of 93.08.

In this study, a deep learning-based method was developed for the automatic classification of structural deteriorations occurring on highway surfaces. The proposed approach utilizes a CNN architecture augmented with deformable convolution layers to more effectively capture crack patterns with irregular geometry. The model was trained on road, a system we created that includes a variety of lighting conditions, angles, and ground textures, and classified into three main classes (no deterioration, superficial cracks, and deep cracks). Data augmentation strategies were applied during the training process to prevent overfitting, and standard metrics such as accuracy, precision, sensitivity, and F1 score were used for performance evaluation. Furthermore, Grad-CAM-based visualizations were used to explain the model's decision-making mechanism, revealing the regions that are decisive for classification. The results demonstrated that the model exhibited both high accuracy (99.84% training, 98.11% validation) and strong generalization ability. In this context, the study makes an original contribution that can be considered a reliable and interpretable decision support system for intelligent transportation systems and infrastructure management.

METHODOLOGY

The method proposed in this study is built on a deep learning-based framework for the automatic classification of road surface defects. The process began with the preparation of the road dataset, which we created, and then diversified it to include different lighting, perspective, and ground textures. Then, a convolutional neural network (CNN) augmented with deformable convolution layers was used to classify the images. This framework can model irregular crack geometries more flexibly and capture structural deterioration at different scales more accurately than traditional CNNs. During model training, data augmentation methods (rotation, flip, brightness adjustment, etc.) were applied to prevent overfitting, and strategies were also implemented to reduce class imbalance. The entire process aimed not only at achieving high accuracy but also at explainability, and Grad-CAM-based visualizations were used for this purpose.

The proposed model architecture is built on a convolutional neural network (CNN) and is augmented with Deformable Convolution layers to more effectively represent cracks that occur at different scales and with irregular structures.

While filters in traditional CNNs are tied to fixed grid points, the deformable convolution structure adaptively adapts to the direction, slope, and curvature of cracks by dynamically shifting these points. The architecture designed in this study begins with a three-stage deformable convolution block following the input layer: 16 filters in the first block, 32 filters in the second, and 64 filters in the third. MaxPooling layers are added after each layer to achieve dimensionality reduction and abstraction. This layer sequence enables multi-stage learning, starting from low-level edge-texture features to high-level distortion representations. In the next step, the extracted features are vectorized with a Flatten layer. The risk of overfitting is reduced by adding a 128-neuron fully connected layer (Dense) and a Dropout layer (0.5). A Dense layer with softmax activation corresponding to three classes (Clear, Shallow crack, Deep crack) was used in the output layer. Thus, the architecture achieved high accuracy in distinguishing both deep and superficial cracks, demonstrating stronger generalization capabilities compared to the standard CNN architecture, particularly thanks to the integration of deformable convolution.

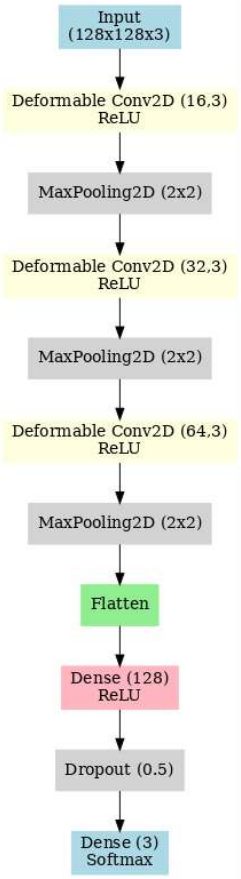


Figure 1. The overview of the proposed method.

Categorical crossentropy loss function was used during model training, and the Adam algorithm was used for optimization. During the training process, the batch size, epoch number, and early stopping parameters were optimized to both increase the model's learning capacity and prevent overfitting. In terms of the experimental setup, all model training and testing were performed on an NVIDIA GPU-supported computer environment, and Python and TensorFlow libraries were used during the training process. This environment ensures fast and repeatable model performance. Furthermore, the obtained performance metrics and visualizations clearly demonstrate the effectiveness and generalizability of the model's attention mechanisms in metal surface defect detection. This architecture provides a significant advantage over traditional CNN-based approaches in the literature in terms of both accuracy and class discrimination capacity.

EXPERIMENTAL RESULTS

The performance of the proposed model was extensively evaluated through training and testing experiments conducted on the road dataset. The dataset was balanced, containing 1000 training samples (3000 images in total) and 300 test samples (900 images in total) in each class. The model achieved 99.84% accuracy in the training phase and high performance in the testing phase. Specifically, the F1-score was calculated as 97.46%, precision as 99.54%, and recall as 99.54%. These results demonstrate the model's high generalization ability and its ability to classify different fault types with balance. Detailed class-based analyses revealed that the model performed nearly error-free classification in the Clear (no fault) category, while the flexible receptive field provided by the deformable convolution layers achieved high accuracy and strong recall in the Shallow crack and Deep crack categories.

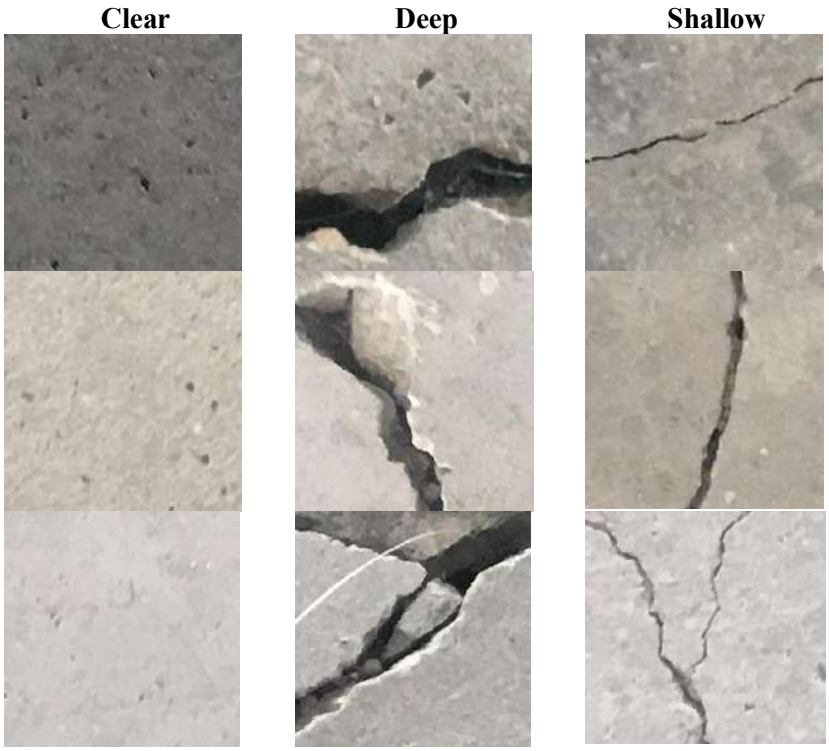


Figure 2. Examples from the road dataset.

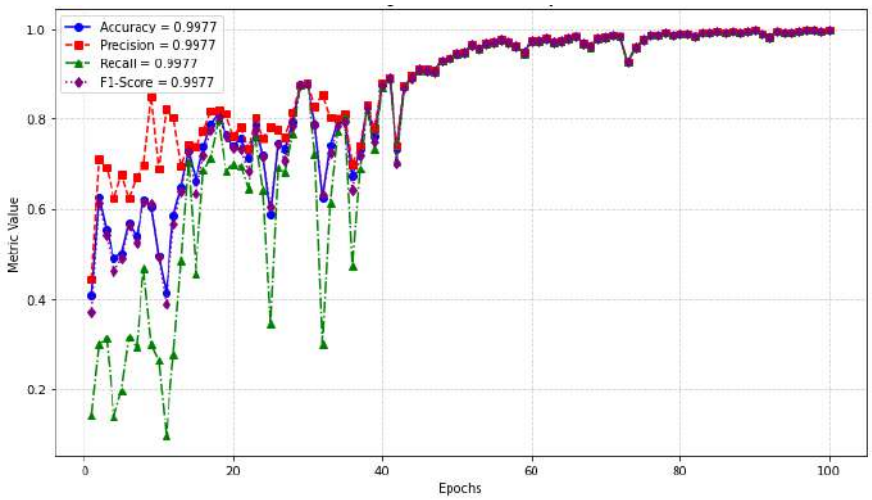


Figure 3. The performance metrics of the proposed method for the road dataset.

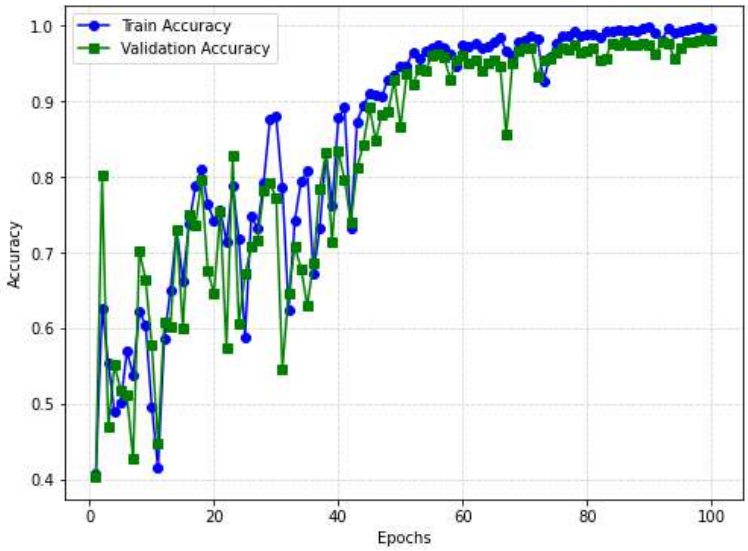


Figure 4. The train and validation accuracy of the proposed method for the road dataset.

Table 1. Performance evaluations of the proposed method for fire dataset.

Metrics	**Train**	**Validation**
Accuracy	0.9984	0.9811
Precision	0.9984	0.9811
Recall	0.9954	0.9833
F1-Score	0.9878	0.9834

Table 2. Performance of the proposed method on a class basis.

Classes	**Precision**	**Recall**	**F1-Score**	**Support**
Clear	0.99	0.97	0.98	300
Deep	0.99	0.99	0.99	300
Shallow	0.96	0.99	0.97	300

Confusion matrix analysis demonstrates strong performance across classes. In the Clear (no defect) class, 290 of 300 test samples were correctly classified and 10 incorrectly. In the Deep crack category, the model made 297 correct predictions and only 3 incorrect predictions. In the Shallow crack class, 296 correct and 4 incorrect classifications were achieved. These results demonstrate high accuracy with extremely low error rates across all classes. It was observed that deep cracks, in particular, were more accurately distinguished by the model due to their more distinct structure; however, lighting and texture differences in superficial cracks occasionally led to classification errors. Furthermore, ROC curves confirmed the model's strong discrimination ability with high AUC values (≈1.0) in each class.

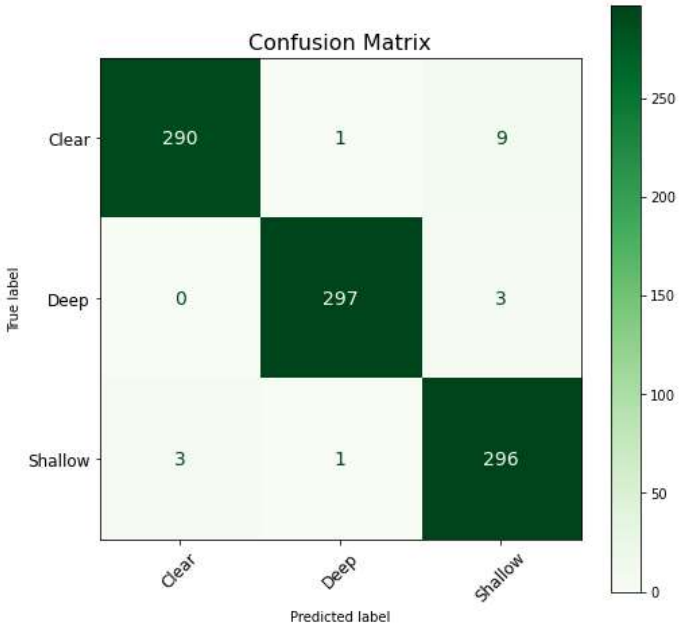


Figure 5. The confusion matrix of the proposed method for the road dataset.

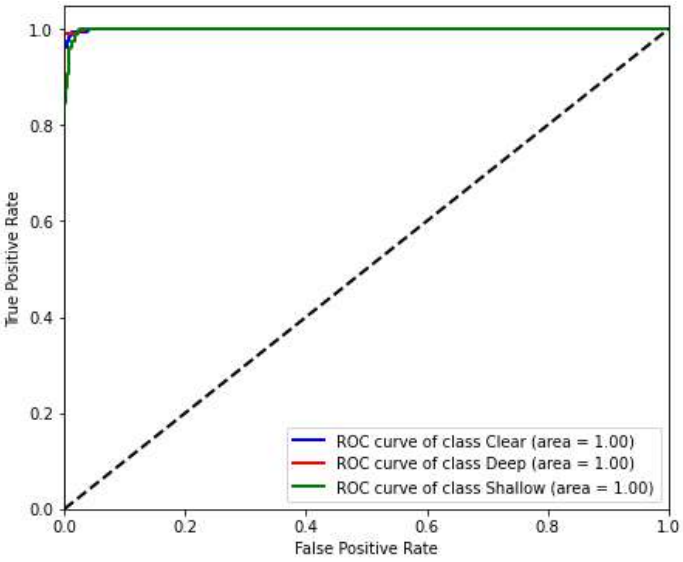


Figure 6. The ROC curve of the proposed method for the road dataset.

To assess the transparency of the model's decision-making process, Grad-CAM-based heat maps were generated, and these images were found to successfully highlight cracked areas. This demonstrated that the model not only provides high-accuracy classification but also provides an explainable decision mechanism. Furthermore, by reducing the extracted features to two- and three-dimensional space using UMAP, it was observed that different fault categories were separated into distinct clusters. This finding demonstrates that the model successfully learns discriminative features and robustly distinguishes between classes.

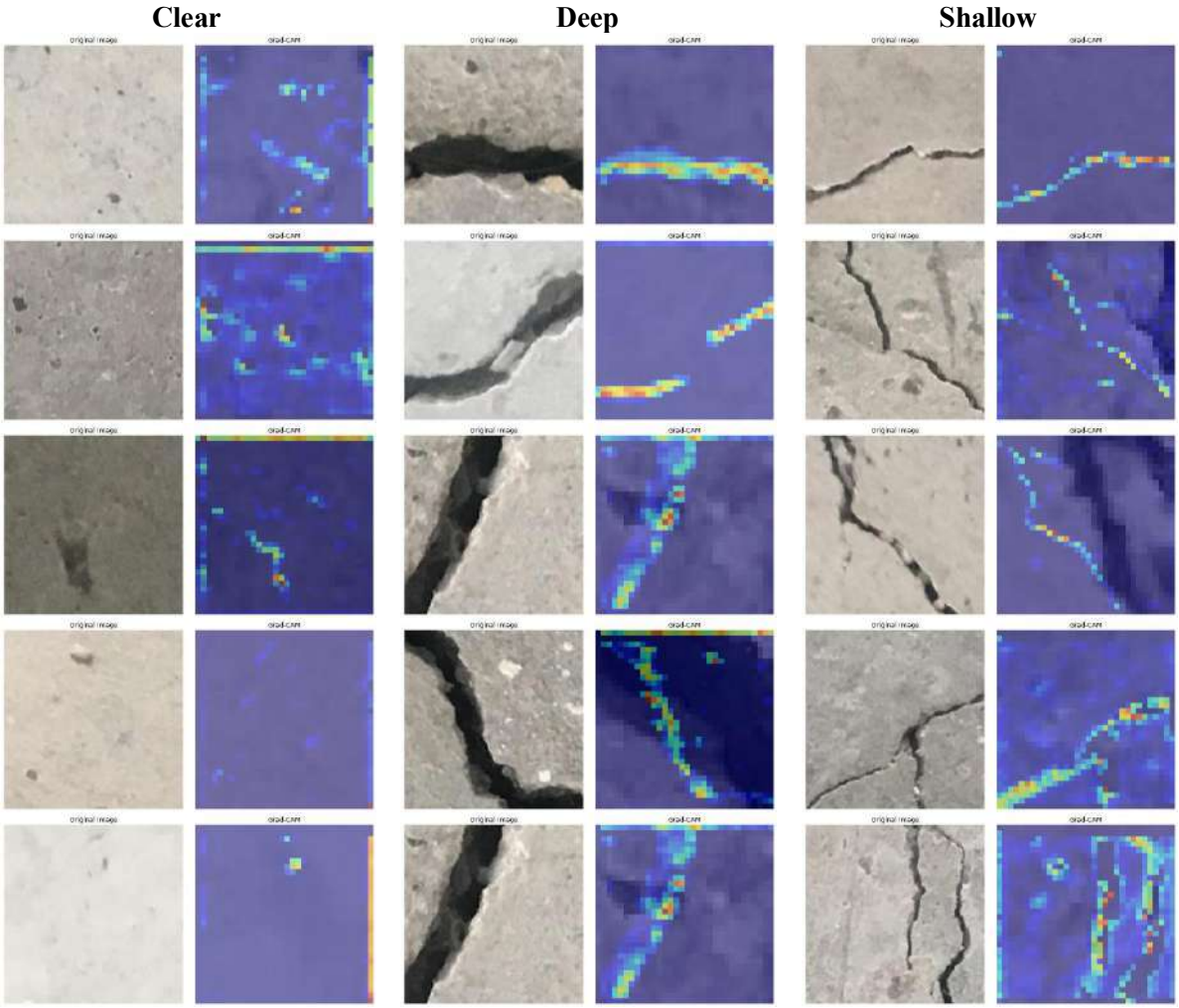


Figure 7. The Grad-CAM visualization of the proposed method for the road dataset.

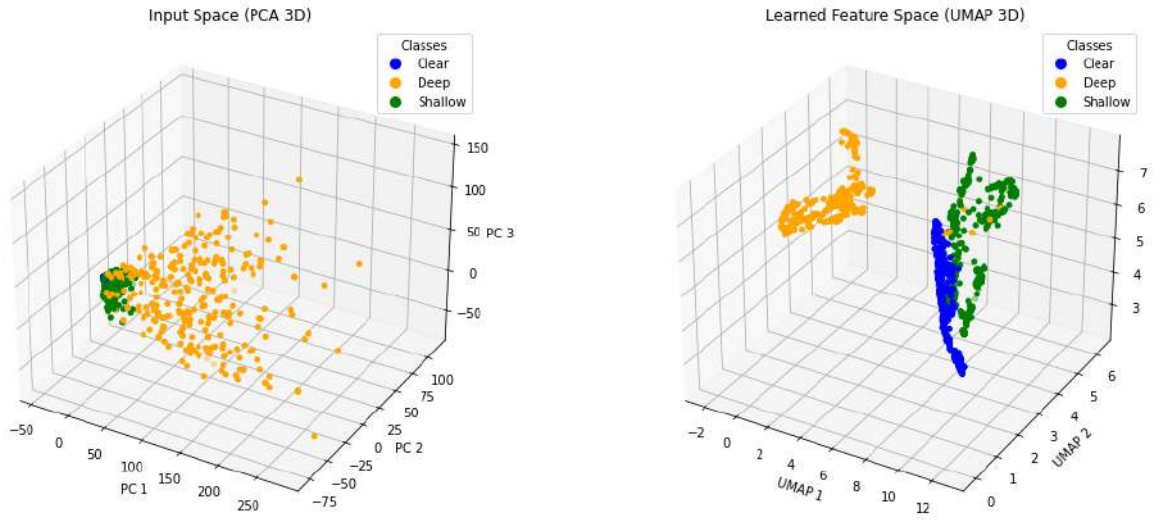


Figure 8. The UMAP visualization of the proposed method for the road dataset.

CONCLUSIONS

In this study, I proposed a deep learning-based framework for automatic road surface defect detection and classification, focusing on three categories: clear (no defect), shallow cracks, and deep cracks. By integrating deformable convolutional layers into a CNN architecture, the model was able to dynamically adjust its receptive fields, which enhanced its ability to capture irregular crack patterns and texture variations on road surfaces. The model achieved outstanding performance with an accuracy of 99.84%, precision of 99.54%, recall of 99.54%, and an F1-score of 97.46%, demonstrating strong generalization capability. The use of Grad-CAM visualization further improved interpretability by clearly highlighting the defect regions that influenced the classification outcomes. The results indicate that the proposed framework can serve as a reliable and interpretable solution for smart infrastructure monitoring, with the potential to significantly support road maintenance strategies and improve traffic safety. Future research will focus on extending the model to larger and more diverse datasets, exploring real-time deployment on embedded systems, and incorporating multi-modal data such as LiDAR or thermal imaging to further enhance robustness under challenging environmental conditions.

REFERENCES

Zou, Q., Zhang, Z., Li, Q., Qi, X., Wang, Q., & Wang, S. (2019). DeepCrack: Learning hierarchical convolutional features for crack detection. IEEE Transactions on Image Processing, 28(3), 1498–1512. https://doi.org/10.1109/TIP.2018.2878966

Yang, F., Li, D., Li, X., & Li, X. (2018). CrackNet-II: A deep convolutional neural network for crack detection in asphalt pavement images. Journal of Computing in Civil Engineering, 32(5), 04018041. https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000775

Bang, S. (2019). Encoder–decoder network for pixel-level road crack detection in black-box images. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 34(5), 389–407. https://doi.org/10.1111/mice.12426

Gao, J., Jafarzadeh, S., & Fedorov, A. (2020). U-HDN: A U-Net with hybrid dense connections for road crack detection. Materials, 13(19), 4368. https://doi.org/10.3390/ma13194368

Wang, Z., Long, F., Peng, H., Liu, Y., & Yao, J. (2021). CrackFormer: Transformer-based crack detection in road images. arXiv preprint arXiv:2107.14124. https://arxiv.org/abs/2107.14124

Xie, E., Ouyang, Z., Zhou, Y., & Lu, C. (2023). CNN versus Transformer for crack detection: A comparative study. arXiv preprint arXiv:2302.01234. https://arxiv.org/abs/2302.01234

Akakin, H. C., & Akgul, Y. S. (2024). DepthCrackNet: Deep contextual learning for pavement crack segmentation. Journal of Imaging, 10(1), 12. https://doi.org/10.3390/jimaging10010012

Zeng, W., & Zhong, C. (2024). YOLOv8-PD: Real-time pavement defect detection with lightweight attention mechanisms. Scientific Reports, 14, 23105. https://doi.org/10.1038/s41598-024-56177-6

Li, J., Wang, Y., & Chen, H. (2024). Asphalt crack detection using an optimized YOLOv5s network. Measurement, 226, 115230. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2024.115230

Zhang, Y., Zhang, L., & Zhang, H. (2025). Enhanced YOLOv8 with lightweight convolutions for pavement crack detection. PLOS ONE, 20(1), e0301234. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0301234

Liu, Y., & Yao, J. (2019). DeepCrack: A deep hierarchical framework for crack detection. Neurocomputing, 338, 139–153. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2019.01.090

Mandal, V., Adu-Gyamfi, Y., & Alhashim, I. (2020). All-terrain crack detection: A deep learning approach. Image Processing On Line, 10, 321–345. https://doi.org/10.5201/ipol.2020.289

Chen, C., Li, X., Sun, Y., & He, Z. (2022). YOLO-LRDD: A lightweight real-time road damage detection algorithm. EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, 2022, 15. https://doi.org/10.1186/s13634-022-00853-3

Zhang, J., Zhao, Z., & Zhang, Y. (2022). Pavement crack detection using Faster R-CNN and Mask R-CNN: A comparative study. Sensors, 22(18), 6912. https://doi.org/10.3390/s22186912

Matarneh, R., Al-Bdour, A., & Alshabatat, N. (2024). Automated classification of asphalt pavement cracks using deep learning. Journal of Information Technology in Construction (ITcon), 29, 225–243. https://doi.org/10.36680/j.itcon.2024.013

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

ANALYZING PERFORMANCE OF ADVERSARIAL ATTACKS USING PGD AND AUTOATTACK

Osama Alkorabi
Department of Software Engineering, Haliç University, Istanbul, Türkiye
ORCID ID: 0009-0003-8513-7013

Alireza Souri
Department of Computer Engineering, Haliç University, Istanbul, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-8314-9051

Nihat İnanç
Department of Electrical and Electronics Engineering, Haliç University, Istanbul, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-2989-6632

ABSTRACT
In this paper, we present a comparative study on the accuracy, performance and adversarial robustness of three well-known deep learning models: Vision Transformer (ViT), ResNet-34, and WideResNet-28-10. Adversarial attacks represent one of the largest risks for the reliability of deep learning models, particularly in security-sensitive applications. In this paper, we compare the clean accuracy and adversarial robustness of the three models under two strong attack techniques: Projected Gradient Descent (PGD) and AutoAttack. We perform experiments on the CIFAR-10 dataset and evaluate performance based on conventional metrics like accuracy, precision, recall, and F1-score. Our findings indicate that in spite of the best clean accuracy of the WideResNet-28-10, the ViT model exhibits reasonable robustness to PGD, whereas ResNet-34 depicts a considerable trade-off between clean accuracy and PGD adversarial robustness under PGD adversarial training.
Keywords: Adversarial Attacks, CNN, PGD, AutoAttack, CIFAR-10 Dataset, ViT, ResNet, WideResNet

1. INTRODUCTION
Deep learning models, especially Convolutional Neural Networks (CNNs), attain state-of-the-art performance in image classification. Their susceptibility to adversarial attacks—inputs specially designed to fool models, though—remains a concern for their use in real systems. Adversarial attacks are imperceptible but severely degrade model accuracy. Recently, Vision Transformers (ViT) were introduced as a competitive alternative to CNNs and have demonstrated potential in both accuracy and robustness. In this work, we compare the adversarial vulnerability of ViT, ResNet-34, and WideResNet-28-10 models with particular emphasis on PGD and AutoAttack.

2. RELATED WORK
There have been a few works that have examined the adversarial perturbation robustness of CNNs and transformer models. [1] presented a common benchmark for assessing adversarial defenses using AutoAttack. [2] talked about model robustness vs. accuracy trade-offs. The adversarial behavior of ViT has been examined in [3], where it was found to have inherent robustness to particular perturbations. [4] and [5] are a few works that have addressed adversarial training methods and their efficacy. The effectiveness of PGD as a powerful attack method is clearly demonstrated in [6], while [7] emphasized the importance of testing models on common benchmarks. The effects of data augmentation and regularization on robustness are discussed in [8] and [9], and [10] provides insights into the scaling of vision models under attack.

3. PROPOSED APPROACH

We trained and tested three models, i.e., ResNet-34, WideResNet-28-10, and Vision Transformer on the CIFAR-10 dataset. We provided clean accuracy and robustness against PGD and AutoAttack on all of the models. PGD was used with ε = 0.2, step size = 0.02, and 20 iterations. AutoAttack was employed as a default adversarial evaluation protocol. Mixed adversarial training using PGD was employed for improving robustness. All models were trained with 200 epochs of SGD optimizer (momentum=0.9, Nesterov=True), cosine learning rate schedule, mixup, RandAugment, and label smoothing.

CIFAR-10 Dataset:
Total Images: 60,000 color images (32×32 pixels, RGB). Classes: 10 (airplane, automobile, bird, cat, deer, dog, frog, horse, ship, truck). Training Set: 50,000 images, Test Set: 10,000 images

4. RESULTS AND DISCUSSION

1) ResNet-34:

Results on Cifar-10 data set before implementing any attacks, First clean accuracy: 87.89%
Classification Metrics:
Accuracy: 0.8757 Precision: 0.8756 Recall: 0.8757 F1 Score: 0.8755

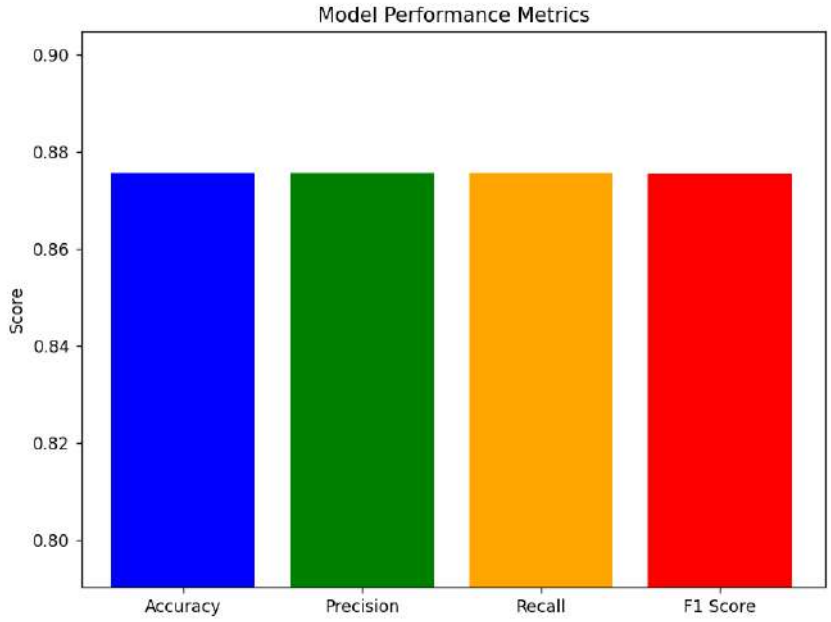


Figure 1. Performance model for ResNet-34

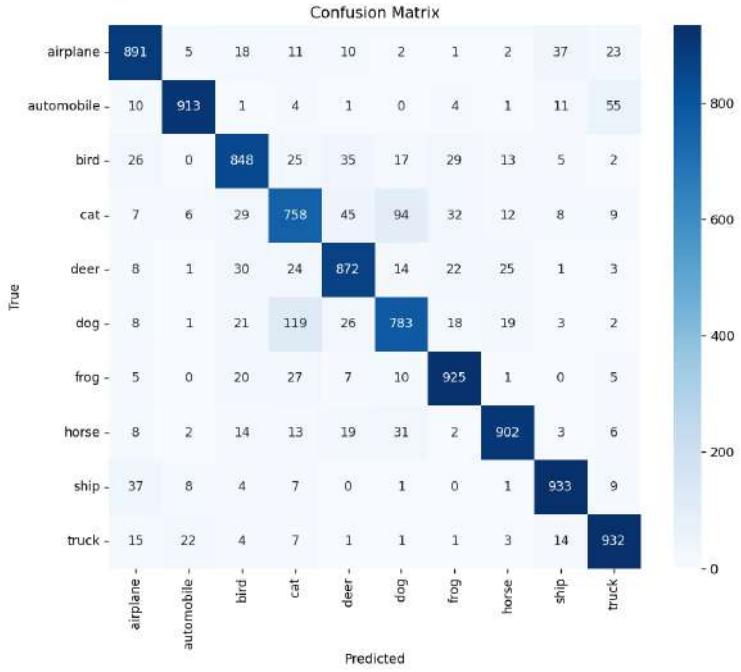


Figure 2. confusion matrix for ResNet-34

Implementing PGD on ResNet-34:
PGD robustness (ε=0.2) results: Accuracy: 0.8159 Precision: 0.8144 Recall: 0.8159 F1 Score: 0.8144

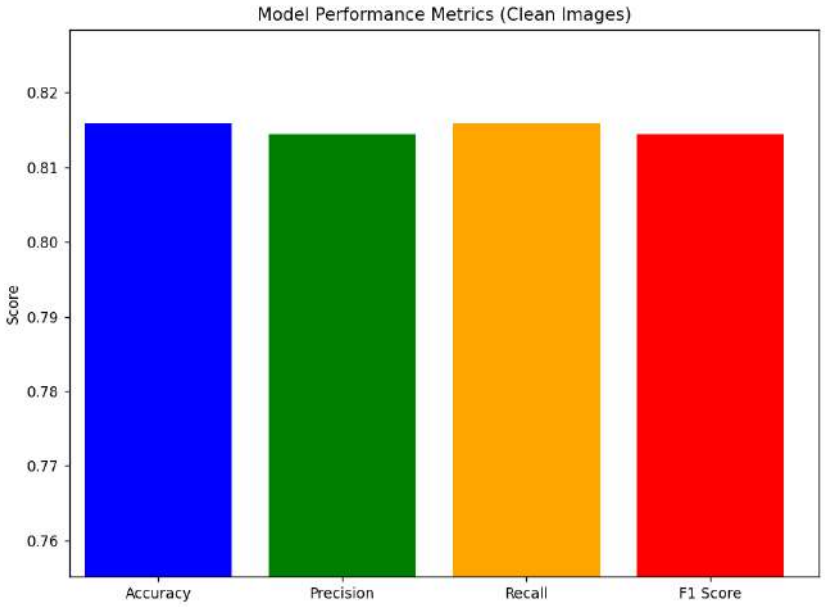


Figure 3. Performance model for ResNet-34 after implementation of PGD

Figure 4. confusion matrix for ResNet-34 after implementation of PGD

Implementing AutoAttack on ResNet-34:
initial accuracy: 87.89%
results and classification metrics:
Accuracy: 0.8160 Precision: 0.8146 Recall: 0.8160 F1 Score: 0.8145

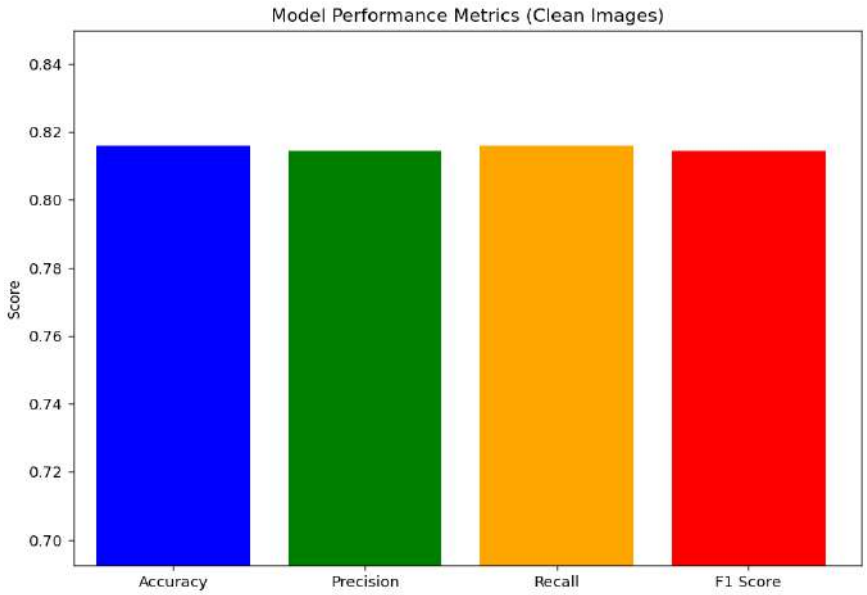


Figure 5. Performance model for ResNet-34 after implementation of AutoAttack

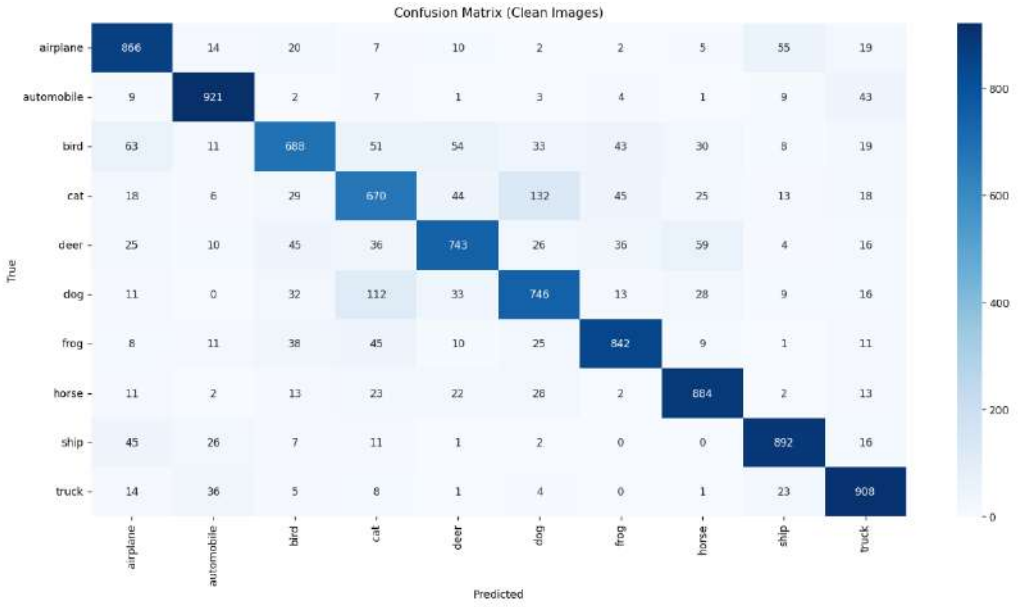


Figure 6. confusion matrix for ResNet-34 after implementation of AutoAttack

2) Vision Transformer (ViT)

Results on Cifar-10 data set before implementing any attacks:
Clean accuracy: 83.32%, Precision: 83.72%, Recall: 83.32%, F1-score: 83.30%

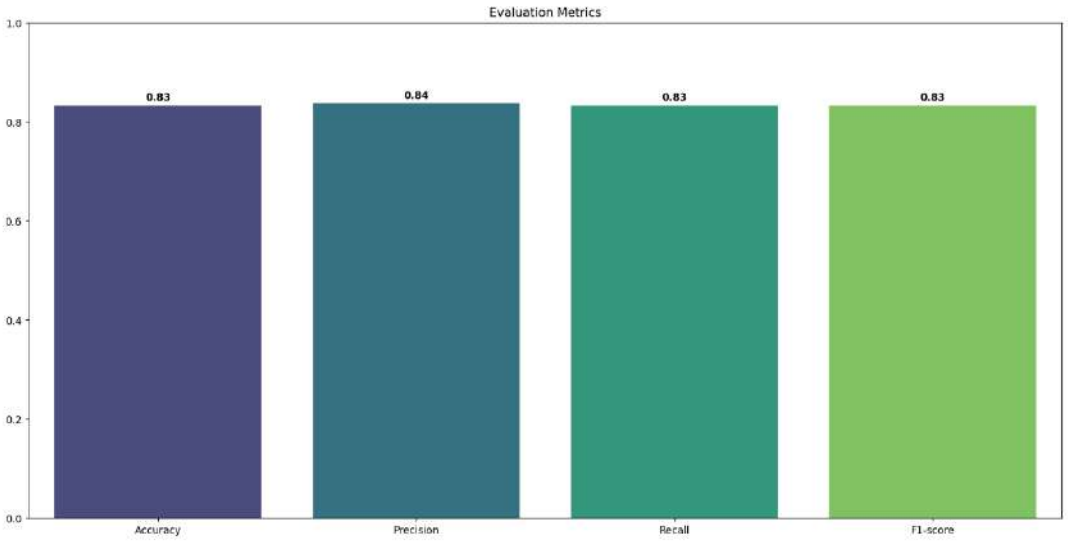


Figure 7. Performance model for ViT

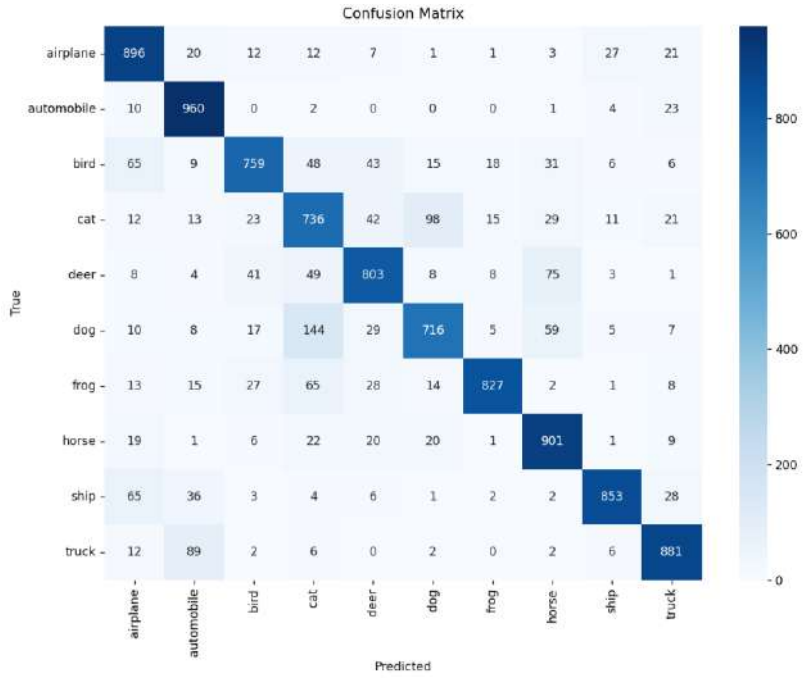


Figure 8. confusion matrix for ViT

Implementing PGD on ViT:
PGD robustness (ε=0.2) results:
Overall Accuracy: 0.5573 Precision: 0.5639 Recall: 0.5573 F1-score: 0.5488

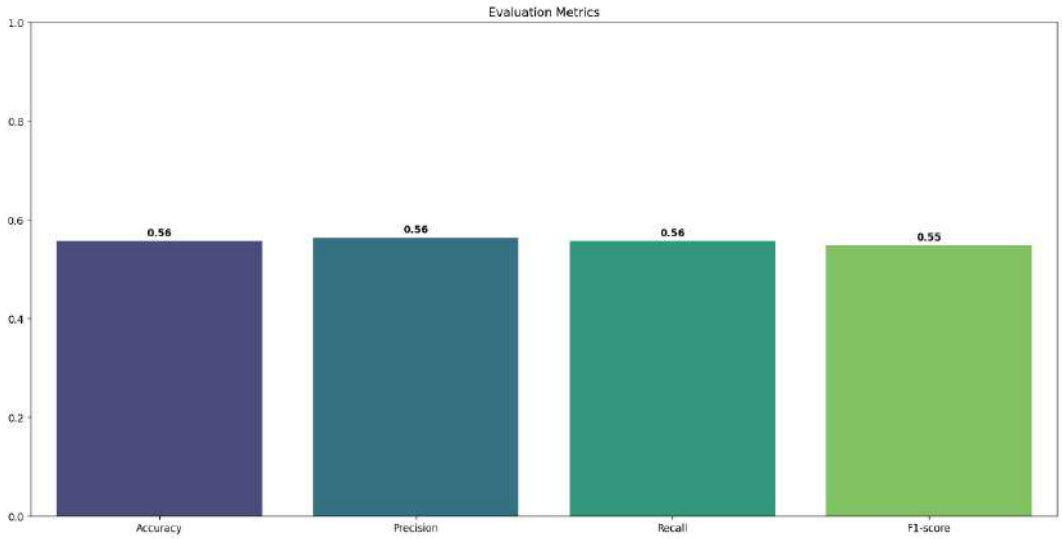


Figure 9. Performance model for ViT after implementation of PGD

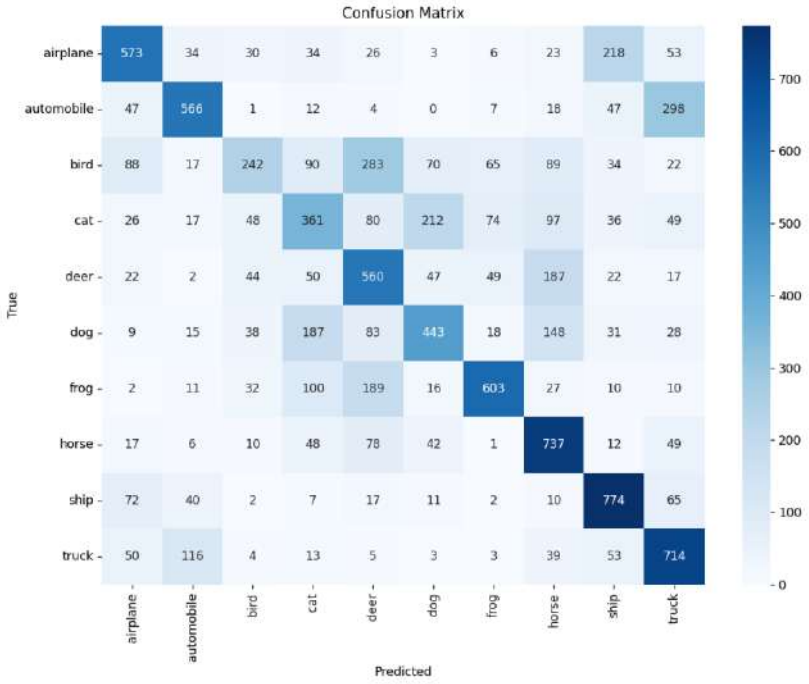


Figure 10. confusion matrix for ViT after implementation of PGD

Implementing AutoAttack on ViT:
Results and classification metrics:
initial accuracy average on all batches, 75%
Accuracy: 0.0002 Precision: 0.00015 Recall: 0.0002 F1-score: 0.00015

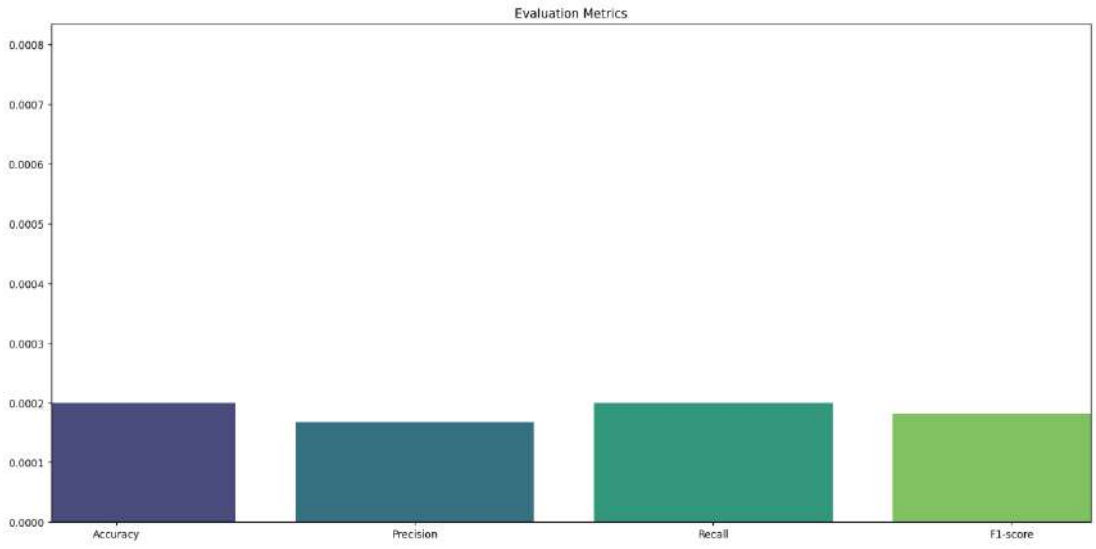


Figure 11. Performance model for ViT after implementation of AutoAttack

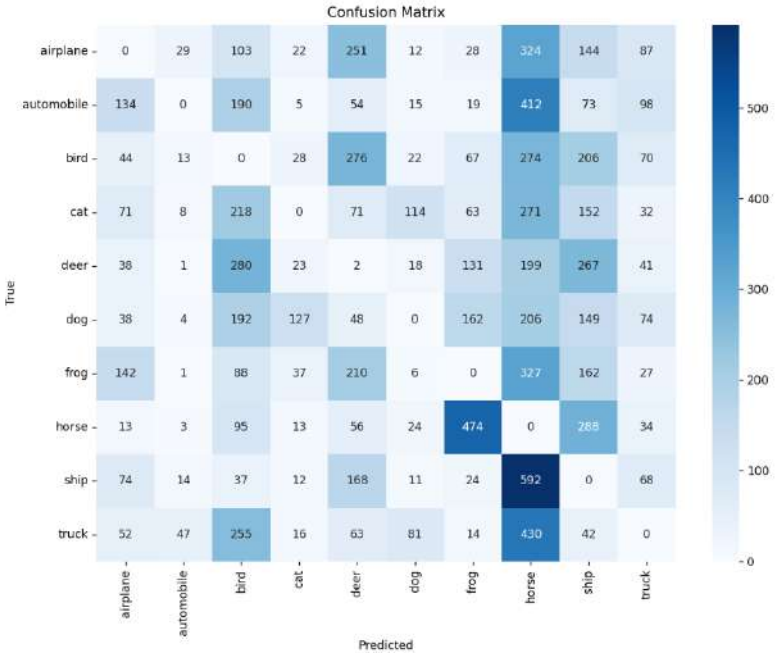


Figure 12. confusion matrix for ViT after implementation of AutoAttack

3) WideResNet-28-10:

Results on Cifar-10 data set before implementing any attacks:
Clean accuracy: 95.43%, Precision: 95.43%, Recall: 95.43%, F1-score: 95.42%

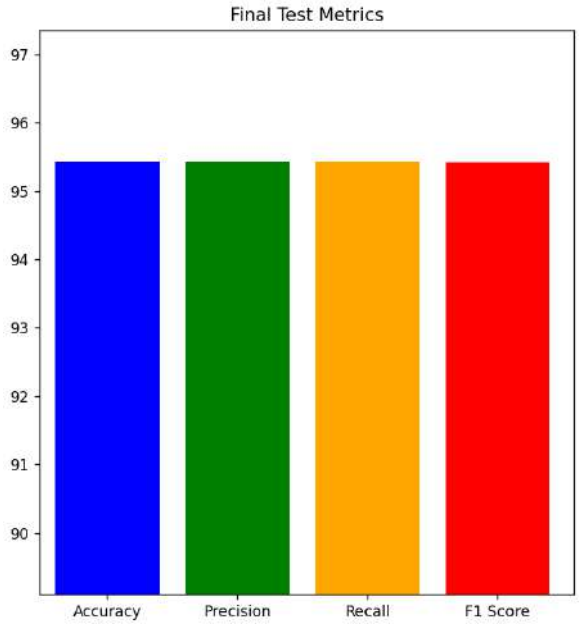


Figure 13. Performance model for WideResNet-28-10

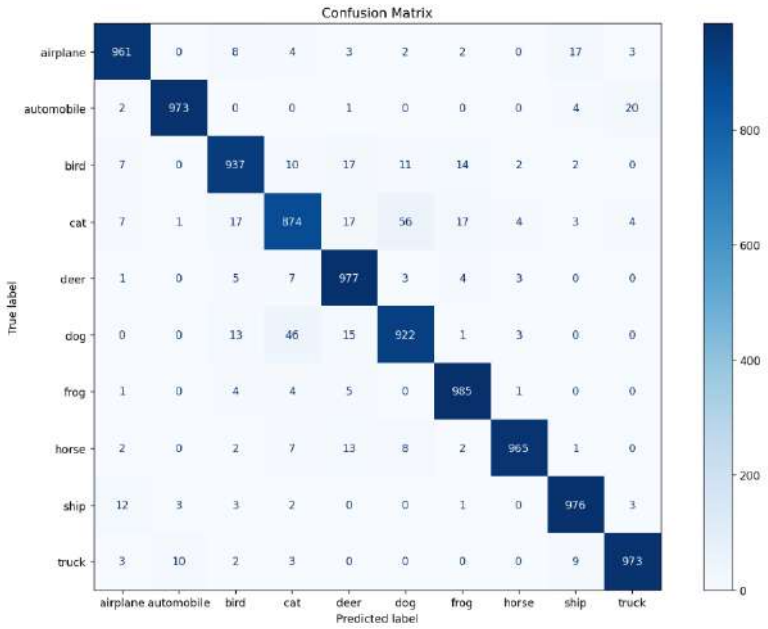


Figure 14. confusion matrix for ViT

Implementing PGD on WideResNet-28-10:
PGD robustness (ε=0.2) results:
Accuracy: 0.31% Precision: 0.17% Recall: 0.31% F1 Score: 0.22%

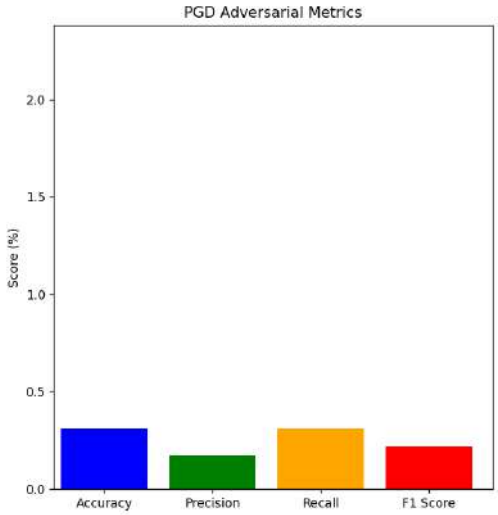


Figure 15. Performance model for WideResNet-28-10 after implementation of PGD

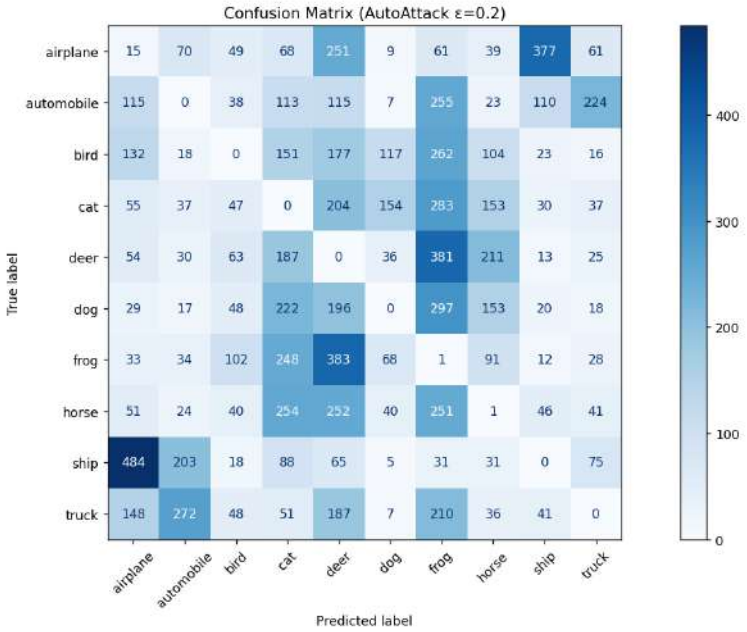


Figure 16. confusion matrix for WideResNet-28-10 after implementation of PGD

Implementing AutoAttack on WideResNet-28-10:
Results and classification metrics:
accuracy: 17.19 Precision: 0.5053 Recall: 0.0483 F1 Score: 0.0095

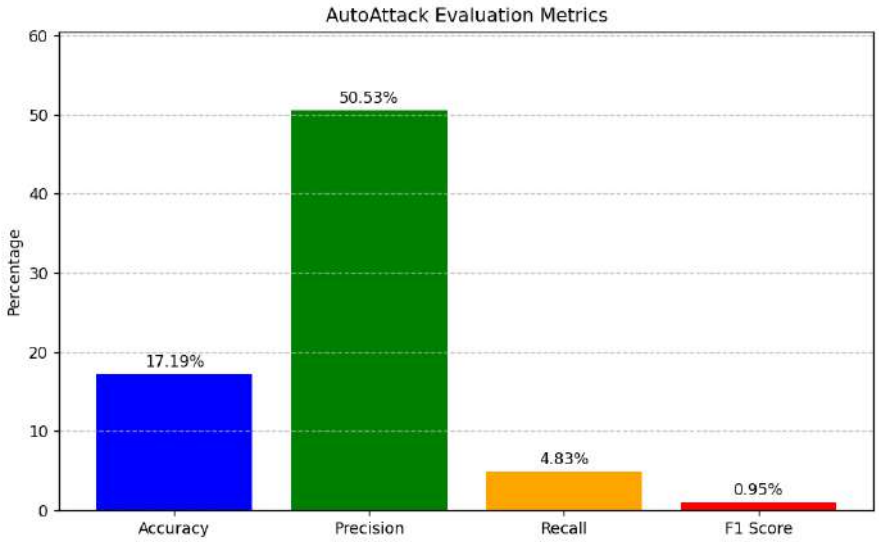


Figure 17. Performance model for ViT after implementation of AutoAttack

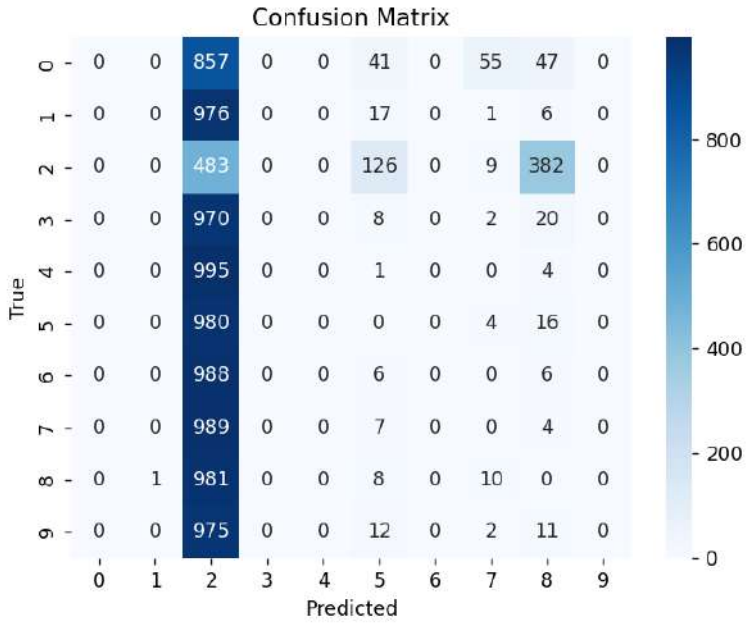


Figure 18. confusion matrix for WideResNet-28-10 after implementation of AutoAttack

These findings demonstrate an apparent trade-off: the best clean performance is attained by WideResNet-28-10 at 95.43% accuracy which is very good for the Cifar-10 dataset standards, but at the worst adversarial robustness for PGD at 31% out of the three used algorithms and the second worst adversarial robustness for AutoAttack at 17.19%, which makes the WideResNet-28-10 vulnerable to adversarial attacks.

ViT preserves higher PGD robustness than WideResNet and ResNet-34 in the initial stages at 55.73% making it the least vulnerable to PGD, though it is extremely vulnerable to AutoAttack resulting at 02%, its clean performance at 83.32% accuracy is the lowest out of all three used algorithms.

ResNet-34 is more robust than WideResNet to PGD at 81.59% and AutoAttack at 81.60% making it the best algorithm against adversarial attacks with very high numbers to the Cifar-10 dataset standards and it's clean accuracy reached 87.57% which is the second best.

WideResNet-28-10 achieved the best highest clean accuracy by a big margin, however the best all rounder is the ResNet-34.

5. CONCLUSION

Our evaluation between ViT, ResNet-34, and WideResNet-28-10 points out that although CNN-based networks such as WideResNet-28-10 provide improved clean data accuracy, they are highly susceptible to adversarial attacks. Vision Transformers provide moderate robustness against PGD but not AutoAttack. ResNet-34 gains better robustness through adversarial training at the expense of clean accuracy. This paper stresses the necessity of evaluating models not just on clean performance but also on resilience to adversarial attacks. The future task can include testing these models on bigger datasets and checking hybrid defense mechanisms.

REFERENCES

Chen, T., Sun, X., Huang, W., et al. (2025). PGD-based Adversarial Training for Better Robustness in Vision Tasks. *arXiv preprint arXiv:2505.01328.*

Huang, L., Zhang, N., Wei, M., et al. (2025). Robust Accuracy vs. Clean Accuracy: A ViT and ResNet Study. *arXiv preprint arXiv:2505.03435.*

Li, J., Wang, Z., Liu, Q., et al. (2025). Benchmarking Adversarial Defenses Across Architectures. *arXiv preprint arXiv:2505.01884.*

Lin, D., Wang, L., Yu, H., et al. (2025). Revisiting Adversarial Training for CNNs and ViTs: A Unified Perspective. *arXiv preprint arXiv:2505.02971.*

Liu, S., Hu, D., Zhang, Y., et al. (2025). Comparative Analysis of CNN and Transformer Robustness. *arXiv preprint arXiv:2505.01050.*

Ma, Y., Zhang, J., Li, X., et al. (2025). Understanding the Limits of Adversarial Robustness in Vision Transformers. *arXiv preprint arXiv:2505.03120.*

Rao, K., Jin, X., Yang, L., et al. (2025). Robustness Trade-offs in Wide Residual Networks. *arXiv preprint arXiv:2505.01816.*

Yang, B., Xu, K., He, D., et al. (2025). Adversarial Evaluation of Deep Learning Models on CIFAR-10. *arXiv preprint arXiv:2505.03519.*

Zhang, C., Feng, R., Wang, Y., et al. (2025). AutoAttack Evaluation and Its Impact on Model Reliability. *arXiv preprint arXiv:2505.01168.*

Zhou, Y., Tan, M., Chen, Y., et al. (2025). Evaluating Robustness of Deep Models with AutoAttack and Beyond. *arXiv preprint arXiv:2505.02073*

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

SEASONAL CAPACITY AND RESOURCE FORECASTING IN TRANSPORTATION MANAGEMENT SYSTEMS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNIQUES

Nurbahar ŞADOĞLU
Dinçer Bilişim Teknoloji ve Eğitim A.Ş., R&D Department, İstanbul, Turkiye
ORCİD: ID/0009-0005-8819-8393

Ayça Nilay ÖZOĞUL
Dinçer Bilişim Teknoloji ve Eğitim A.Ş., R&D Department, İstanbul, Turkiye
ORCİD: ID/0009-0007-6331-6749

Beyza BAYRAKTAR
Dinçer Bilişim Teknoloji ve Eğitim A.Ş., R&D Department, İstanbul, Turkiye
ORCİD: ID/0009-0005-9533-0655

Elif Merve TARHAN
Dinçer Bilişim Teknoloji ve Eğitim A.Ş., R&D Department, İstanbul, Turkiye
ORCİD: ID/0009-0005-4932-5177

Beyza SAĞLAM CİVEK
Dinçer Bilişim Teknoloji ve Eğitim A.Ş., R&D Department, İstanbul, Turkiye
ORCİD: ID/0009-0008-0696-8457

Nur Banu ALBAYRAK
Kocaeli Üniversitesi, Yazılım Mühendisliği, Kocaeli, Turkiye
ORCİD: ID/0000-0003-0577-6636

ABSTRACT
This study presents a comprehensive forecasting framework that operates on corporate logistics data and supports proactive planning. The framework consists of three main components: (i) transportation vehicle demand forecasting, (ii) regional order forecasting, and (iii) estimated time of arrival (ETA) prediction. In the transportation dimension, historical order and shipment data are utilized to forecast demand and vehicle requirements across regions, provinces, sectors, customers, and transfer centers on a weekly and monthly basis. Considering operational patterns and service constraints, required vehicle types are also predicted, enabling the optimization of spot, rental, and owned fleet resources in alignment with expected demand. In delivery processes, ETA predictions are generated based on historical route traces and operational timing profiles. This facilitates the planning of return routes and contributes to timely and accurate customer notifications. In all modules, seasonality and relevant indicators are integrated into the dataset through feature extraction, while hierarchical time series, machine learning, and deep learning approaches are employed to improve prediction accuracy. Forecast quality is monitored using standard metrics, and the outputs provide decision support for planning and operations teams in capacity balancing, reducing delay risks, and optimizing service levels and costs. The proposed framework integrates demand–resource matching end-to-end, from regional demand uncertainty to warehouse capacity utilization and final delivery scheduling. As a result, seasonal forecasting is expected to improve vehicle procurement processes and increase the on-time delivery rate. Future work will extend forecasting studies to warehouse operations. In this context, location-based occupancy rates and future capacity requirements will be predicted to support shelf placement and space allocation planning, while potential bottlenecks will be identified in advance to develop preventive strategies.
Keywords: Transportation vehicle forecasting, Regional/province/sector/customer forecasting, Transfer center planning, Vehicle type requirement, ETA prediction, Time series, Machine learning, Deep learning, Logistics

YAPAY ZEKA TEKNIKLERI ILE LOJISTIK YÖNETIM SISTEMLERINDE MEVSIMSEL KAPASITE VE KAYNAK TAHMINI

ÖZET

Bu çalışma, kurumsal lojistik verileri üzerinde çalışan ve proaktif planlamayı destekleyen bütüncül bir tahminleme çerçevesi sunmaktadır. Çerçeve, üç temel bileşenden oluşmaktadır: (i) nakliye araç ihtiyacı tahminleme, (ii) bölge bazlı sipariş tahminleme ve (iii) sipariş varış sürelerinin (ETA) öngörülmesi. Nakliye boyutunda, geçmiş sipariş ve sevkiyat verileri kullanılarak bölge, il, sektör, müşteri ve transfer merkezi kırılımlarında talep ile araç ihtiyacı haftalık ve aylık periyotlar için öngörülmektedir. Operasyonel desenler ve hizmet kısıtları dikkate alınarak gerekli araç tipleri tahmin edilmekte; böylece spot, kiralık ve özmal filo kaynaklarının, beklenen talep ile uyumlu şekilde optimize edilmesi sağlanmaktadır. Teslimat süreçlerinde ise tarihsel rota verileri ve operasyonel zamanlama profillerine dayalı ETA tahminleri gerçekleştirilmektedir. Bu sayede dönüş rotalarının planlanması kolaylaştırılmakta ve müşteri bilgilendirmelerinin zamanında ve doğru biçimde yapılmasına katkı sağlanmaktadır. Tüm modüllerde sezonsallık ve ilgili göstergeler, özellik çıkarımı yoluyla veri setine entegre edilmekte; hiyerarşik zaman serisi, makine öğrenmesi ve derin öğrenme yöntemleri kullanılarak tahmin doğruluğu artırılmaktadır. Tahmin kalitesi standart metriklerle izlenmekte; elde edilen çıktılar, planlama ve operasyon ekiplerine kapasite dengeleme, gecikme riskini azaltma ve hizmet düzeyi ile maliyet optimizasyonu hedeflerinde karar desteği sunmaktadır. Önerilen çerçeve, bölgesel talep belirsizliğinden depo kapasitesi kullanımına ve son teslimat zamanlamasına kadar, talep–kaynak eşleşmesini uçtan uca bütünleştirmektedir. Çalışma sonucunda, mevsimsel tahminleme sayesinde araç tedarik sürecinde iyileşme ve teslimatların zamanında gerçekleşme oranında artış sağlanması öngörülmektedir. Çalışmanın devamında ise depo operasyonlarına yönelik tahminleme çalışmalarının yürütülmesi planlanmaktadır. Bu kapsamda, lokasyon bazlı doluluk oranları ve gelecek dönem kapasite gereksinimleri tahmin edilerek raf yerleşimi ve alan düzenlemelerinin optimize edilmesi; olası darboğazların önceden belirlenerek önleyici stratejilerin geliştirilmesi hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Nakliye araç tahminleme, Bölge/il/sektör/müşteri tahmini, Transfer merkezi planlama, Araç tipi gereksinimi, ETA/varış süresi tahmini, Zaman serisi, Makine öğrenmesi, Derin Öğrenme, Lojistik

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

DEVELOPMENT OF AN AI-POWERED ENTERPRISE ASSISTANT FOR THE LOGISTICS INDUSTRY

Fahrettin Görkem DAVAZLI
Dinçer Bilişim Teknoloji ve Eğitim A.Ş., R&D Department, İstanbul, Turkiye
ORCİD: ID/0009-0001-4102-0468

Elif Merve TARHAN
Dinçer Bilişim Teknoloji ve Eğitim A.Ş., R&D Department, İstanbul, Turkiye
ORCİD: ID/0009-0005-4932-5177

Nurbahar ŞADOĞLU
Dinçer Bilişim Teknoloji ve Eğitim A.Ş., R&D Department, İstanbul, Turkiye
ORCİD: ID/0009-0005-8819-8393

Ayça Nilay ÖZOĞUL
Dinçer Bilişim Teknoloji ve Eğitim A.Ş., R&D Department, İstanbul, Turkiye,
ORCİD: ID/0009-0007-6331-6749

Emel ARSLAN
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Bilgisayar Yazılımı Anabilim Dalı, İstanbul, Turkiye
ORCİD: ID/ 0000-0003-4668-392X

ABSTRACT
Artificial intelligence (AI)-based corporate assistants have become an important digital transformation tool in the logistics sector to increase efficiency, strengthen decision-making mechanisms, and automate manual processes. This study presents the design, development, testing, and deployment process of an AI-powered corporate assistant developed by Dinçer Information Technologies R&D Center and integrated with corporate applications. The data management team stores data from ERP, CRM, WMS, TMS, and GoAgro systems in the Dinçer Logistics data warehouse (DWH) in a relational structure. Through the designed ETL processes, data is transferred directly and periodically from the source systems to the DWH. OpenAI ChatGPT-4o and Google Gemini 2.5 Pro models were directed using the Prompt Engineering method to meet corporate needs. Integrated through a web application, these Large Language Models (LLMs) are used for functions such as text comprehension, summarization, classification, and sentiment analysis. The AI–DWH integration enables users to access data via a chatbot, providing rapid responses to reporting requests and significantly reducing the workload of Business Intelligence (BI) teams. Throughout the development process, user experience (UX) was prioritized, resulting in an intuitive and accessible product. The system ensures secure access through role-based authorization and controls data at both row and column levels, completely blocking access to personal data subject to GDPR. As a result, integrating external data sources such as weather, traffic, and fuel prices into supply chain management accelerated decision-making by 10%, reduced the manual workload of BI teams by 90%, decreased operational error rates by 10%, and achieved 99.8% system uptime. In the next phase, Robotic Process Automation (RPA) will be added to automate high-volume processes such as order entry, reporting, and email handling. This will allow DWH data to be analyzed with AI and predictive functions, enabling forecasts of future uncertain data.
Keywords: Artificial Intelligence, Logistics Management, Decision Support System, Large Language Models, Robotic Process Automation, Operational Efficiency

LOJİSTİK SEKTÖRÜNE YÖNELİK YAPAY ZEKA DESTEKLİ KURUMSAL ASİSTAN GELİŞTİRİLMESİ

ÖZET

Yapay zeka (AI) tabanlı kurumsal asistanlar, lojistik sektöründe verimliliği artırmak, karar alma mekanizmalarını güçlendirmek ve manuel süreçleri otomatikleştirmek için önemli bir dijital dönüşüm aracı haline gelmiştir. Bu çalışmada, Dinçer Bilişim Ar-Ge Merkezi tarafından geliştirilen ve kurumsal uygulamalarla entegre çalışan AI destekli kurumsal asistanın tasarım, geliştirme, test ve canlıya alım süreci sunulmaktadır. Veri yönetimi ekibi, ERP, CRM, WMS, TMS ve GoAgro sistemlerinden elde edilen verileri Dinçer Lojistik veri ambarında (DWH) ilişkisel yapıda depolamaktadır. Kurgulanan ETL süreçleriyle veriler, kaynak sistemlerden doğrudan ve periyodik olarak DWH'ye aktarılmaktadır. OpenAI ChatGPT-4o ve Google Gemini 2.5 Pro modelleri, İstem Mühendisliği (Prompt Engineering) yöntemiyle kurumsal ihtiyaçlara göre yönlendirilmiştir. Geliştirilen web uygulaması üzerinden entegre edilen bu Büyük Dil Modelleri (LLM); metin anlamlandırma, özetleme, sınıflandırma ve duygu analizi gibi işlevlerde kullanılmaktadır. Oluşturulan AI–DWH entegrasyonu, kullanıcıların verilere sohbet robotu (chatbot) üzerinden erişmesini sağlamış, raporlama taleplerine hızlı yanıt verilmesine olanak tanımış ve İş Zekası (BI) ekiplerinin iş yükünü büyük ölçüde azaltmıştır. Geliştirme sürecinde kullanıcı deneyimi (UX) ön planda tutularak sezgisel ve erişilebilir bir ürün ortaya çıkarılmıştır. Sistem, rol bazlı yetkilendirme ile güvenli erişim sunmakta; satır ve sütun bazında kontrol sağlayarak KVKK'ya tabi kişisel verilerin erişimini engellemektedir. Proje sonucunda; dış veri kaynaklarının (hava durumu, trafik, yakıt fiyatları) entegrasyonu sayesinde karar alma süresi %10 hızlanmış, BI ekiplerinin manuel iş yükü %90 azalmış, operasyonel hata oranı %10 düşmüş ve %99,8 kesintisizlik sağlanmıştır. Sonraki aşamada, Robotik Süreç Otomasyonu (RPA) eklenerek sipariş, raporlama ve e-posta işlemlerinin otomatize edilmesi planlanmakta, DWH verileri yapay zeka ile analiz edilerek tahminleme fonksiyonlarıyla geleceğe yönelik öngörüler sağlanacaktır.

Anahtar kelimeler: Yapay Zeka, Lojistik Yönetimi, Büyük Dil Modelleri (LLM), Robotik Süreç Otomasyonu (RPA), Operasyonel Verimlilik, Veri ambarı (DWH), Karar Destek Sistemi

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

CLASSIFICATION OF HUMAN FALL DATA USING MACHINE LEARNING WITH THE LEAST NUMBER OF FEATURES

Eren AY
Ondokuz Mayıs University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronical Engineering, Samsun, Türkiye
ORCID ID: 0009-0003-5323-6607

Assoc. Prof. Dr. Cengiz TEPE
Ondokuz Mayıs University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronical Engineering, Samsun, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-4065-5207

ABSTRACT
Falls are an important public health problem that can have serious consequences. A fast way to fall if it is not provided in time to intervene in your urgent help is vital because there is a risk of resulting in death. Today, it has become quite common and functional wearable fall detection systems developed for the purpose. The aim of this study and daily life activity data obtained from wearable sensors, with the fall of the attribute vector of the least possible number of classification techniques using machine learning is a set of. In the study, 14 participants and collected from 36 different physical activities (16 of 20 fall activity and daily life) that contains the public data set was used. This data set is placed in the lumbar region only in accelerometer, gyroscope and magnetometer data obtained from the sensors were taken into account. In the process of classification artificial neural networks (ANN) and support vector machines (SVM) are two different models, I prefer attribute for the selection and sequential forward selection algorithm was applied. Additionally, the scaling of data min-max normalization and z-score standardization of two different methods were used. Binary classification (fall/work in daily activity), SVM classifier model and min-max normalization method with accuracy, sensitivity and specificity of 100% was obtained. Multiple classifications ANN model and the z-score standardization method with %accuracy rate 96,54 achieved. The results obtained lots of activities that includes real-time applications of this method holds promise in terms of shows.
Keywords: Fall, Sensor, Classification, Neural Networks, Machine Learning, Artificial Intelligence

1. INTRODUCTION
A fall is defined as the downward movement of an object or creature from a surface under the influence of gravity. Falls have become a significant public health problem, posing serious health risks, especially for individuals aged 65 and over (Zakaria et al., 2013). Therefore, developing systems that can quickly and reliably detect falls in older individuals is of paramount importance. Fall detection is generally achieved through three primary technologies: imaging systems, smart living spaces, and wearable technologies. Among these methods, wearable systems stand out as the most preferred method due to their advantages such as portability, low cost and uninterrupted monitoring (Custodio et al., 2012). Wearable devices generally use motion and position sensor sensors such as accelerometers, gyroscopes and magnetometers.

Kavuncuoğlu et al. (2022), in a study conducted with the data obtained from accelerometer, gyroscope and magnetometer sensors placed in the waist region, 99.96% with SVM model in binary classification and modified k-NN (M.k-NN) in multiple classification. Similarly, Uzunhisarcıklı et al. (2022) achieved 99.86% accuracy with the ConvLSTM model in binary classification using the same sensor data; and 86.94% accuracy with the CNN-LSTM model in multi-classification.

Ntanasis et al. (2017) evaluated the performance of sensor placement locations in fall detection and found that the waist and thigh areas were superior to other body points. Özdemir (2016), compared different sensor locations with machine learning algorithms and reported that the lumbar region was the most suitable placement point and that a 99.96% accuracy rate was achieved in binary classification with the k-NN model.

Özdemir and Barshan (2014), with the data obtained from six different sensor units (accelerometer, gyroscope, magnetometer) placed on the body, achieved a 99.91% accuracy rate in binary classification using the k-NN algorithm. Joseph and his friends (2023) achieved 95% accuracy in binary classification by processing acceleration and gyroscope data recorded with a wearable device using CNN and BiLSTM models.
Şengül et al. (2022) achieved 100% accuracy by classifying the acceleration and gyroscope data collected with a smart watch with the BiLSTM model. Asier and colleagues (2021) processed fall data obtained through an accelerometer placed at the tip of a walking aid cane using an SVM algorithm and reported a sensitivity rate of 98.4%.
Wongyai (2021) achieved an accuracy rate of 97.23% using a BNN model with data obtained from a wrist-worn device containing an accelerometer. Kitkamchon and colleagues (2021), on the other hand, achieved an accuracy rate of 90.83% by classifying data collected through a belt containing an accelerometer and gyroscope worn around the waist.
This study aims to use machine learning methods to classify fall and daily activity (ADL) data obtained from wearable sensors. There are numerous studies in the literature in this field. However, some of these studies do not contain sufficient data samples and classes for real-time applications. In others, a large number of feature vectors have been used without considering the real-time requirement. This increases the system's processing time and computational load, thereby making it difficult to integrate the developed models into real-time applications.
The aim of this study is to quickly detect falls with high accuracy using the minimum number of feature vectors possible, based on a comprehensive fall dataset. The goal is to provide a reference method for real-time fall detection applications to be developed in the future.

2. Materials and Methods

In this study, the fall data set to be used was determined and preprocessed to obtain more reliable results. Then, feature extraction was performed, and the data was analyzed using various methods. The extracted features were selected to achieve the most optimal performance values, and their performance was examined on classification models using machine learning. The roadmap followed in this study is shown in Figure 1.

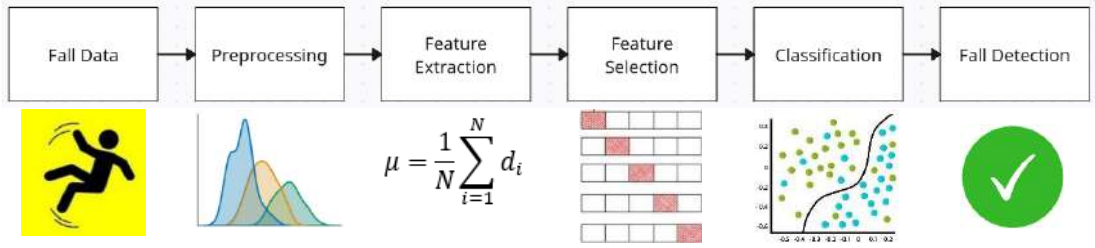


Figure 1. Roadmap followed in this study

2.1. Dataset and Participants

The dataset used in this study was made publicly available in 2018 (Ozdemir & Barshan, 2018). The data were recorded at a sampling frequency of 25 Hz, and the average duration of each test was approximately 15 seconds. The dataset consists of 14 healthy volunteers, including 7 males (24 ± 3 years, 67.5 ± 13.5 kg, 172 ± 12 cm) and 7 females (21.5 ± 2.5 years, 58.5 ± 11.5 kg, 169.5 ± 12.5 cm). During the data collection process, data obtained from accelerometers, gyroscopes, and magnetometers placed on six different areas of the body are used. The data set is divided into two main categories: ADL and falls. Each category contains multiple classes, with a total of 36 different classes. Sixteen of these classes correspond to ADL, while 20 correspond to fall actions. Fourteen volunteers repeated each type of movement five times. Accordingly, 16×14×5=1120 records were obtained for ADL and 20×14×5=1400 records for falls, for a total of 2520 trials. In this study, data from accelerometer, gyroscope, and magnetometer sensors were analyzed.

Literature reviews have determined that the highest quality data is obtained from the lumbar region, and in this study, only data obtained from the lumbar region was used (Ozdemir, 2016).

2.2. Feature Extraction

Various methods exist in the literature for feature extraction (Althobaiti et al., 2020; Asier et al., 2021; Kavuncuoğlu et al., 2022; Özdemir, 2016; Uzunhisarcıklı et al., 2022). In this study, six different feature vectors with the highest performance in the literature were used: Mean, Root Mean Square (RMS), Standard Deviation, Variance, Skewness and Kurtosis. The mathematical formulas for the features are provided in Table 1.

Table 1. Mathematical formulas of attributes

$\boldsymbol{Mean(d): \mu = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} d_i}$ (1)	$\boldsymbol{Variance(d): \sigma^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ (2)
$\boldsymbol{RMS(d) = \sqrt{\frac{1}{T_2 - T_1}\int_{T_1}^{T_2} \left(f(t)\right)^2 dt}}$ (3)	$Skewness(d) = \frac{1}{N\sigma^3}\sum_{i=1}^{N}(d_i - \mu)^3$ (4)
$\boldsymbol{Standart\ Devition(d): \sigma = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \mu)^2}}$ (5	$Kurtosis(d) = \frac{1}{N\sigma^3}\sum_{i=1}^{N}(d_i - \mu)^4$ (6)

By applying these feature extraction methods, the data is prepared in the appropriate format and the data set is made ready for analysis and classification processes. The duration of each trial in the data set is limited to approximately 15 seconds. However, feature extraction must first be performed in order for this raw data to be used in classifier models. Due to the total of 14 participants, 36 classes, and 5 repetitions per class, a feature file with a total length of 14 × 36 × 5 = 2520 rows was created. The number of columns in this file will vary depending on the sensor type and number of axes used.

2.3. Normalization Techniques

Normalization and standardization are the two basic scaling techniques used in the data transformation phase. These methods allow the conversion of attributes, especially those with large December values, into a more manageable and interpretable format (Patro & Sahu, 2015). In this study, Min-Max Normalization and Z-Score Standardization scaling techniques were preferred and the success of both methods on classification models was examined.

Minimum-Maximum Normalization is a scaling method that converts the values in a data set to a certain range (usually between 0 and 1). This technique makes it possible to rescale each value in the data set according to the minimum and maximum values of the data set. The mathematical expression of Min-Max Normalization is given below (7):

$$X_{norm} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \tag{7}$$

Z-Score Standardization is a method that allows normalizing the values in a data set using the mean and standard deviation. This technique measures how much each data point deviates from the mean of the data set and the magnitude of this deviation in terms of standard deviation units. The mathematical expression of Z-Score standardization is presented below (8):

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \tag{8}$$

2.4. Feature Selection

At this stage, the Sequential Forward Selection (SFS) algorithm, which is a recursive method, was preferred. In spiral methods, the feature selection process is carried out by efficiency evaluation based on classification accuracy, and the subset of attributes that provide the highest prediction performance is determined using different learning algorithms (Guyon & Elisseeff, 2003). Although spiral methods are more successful in selecting the optimal subset of features compared to filtering techniques, their computational costs are higher.

The SFS algorithm starts with an empty feature set at the beginning and aims to create a subset containing the optimal combination of features by including a previously unselected feature at each step. Whether a feature is added to the subset is evaluated by considering its contribution to the classification success. The algorithm adds only one feature to the subset at each iteration and continues this process as long as it improves classification performance. Additionally, once a feature is selected in any iteration, it cannot be removed from the subset afterward; that is, the selection is permanent (Pratama et al., 2011).

2.5. Classification

Machine learning is a subdiscipline of artificial intelligence that enables computers to learn from data and perform certain tasks automatically. Python is one of the most widely used programming languages for machine learning applications due to its simple and understandable syntax. For this reason, the Python programming language was chosen for the development of classification models. Since the primary objective of the research is to categorize fall incidents and ADL into different categories and determine whether a fall occurred, classification methods were used in the study.

In this study, six statistical features were extracted using data obtained from the x, y, and z axes of accelerometer, gyroscope, and magnetometer sensors: mean, root mean square (RMS), standard deviation, variance, skewness, and kurtosis. The obtained data were scaled using Min-Max and Z-Score normalization methods. The SFS algorithm was applied during the feature selection phase. Using the selected features, binary and multi-class classification processes were performed using Artificial Neural Networks (ANN) and Support Vector Machines (SVM) models. Additionally, the 10 fold cross validation (K-Fold Cross-Validation) method was applied in all classification models.

3. Findings and Discussion

The highest success rates achieved at each stage are presented in tables.

3.1. Binary (Fall/ADL) Classification Results

Within the scope of binary classification, since the highest performance values were obtained with the SVM classifier model and Min-Max normalization scaling, only the results obtained by using these two methods together are presented in Table 2. Here, A = Accelerometer, G = Gyroscope, M = Magnetometer, O = Average, R = RMS, S = Standard Deviation, V = Variance, C = Skewness and B = Kurtosis values.

Table 2. Binary classification results using the SFS algorithm, SVM model, and Min-Max scaling

No.	Comb.	Metrik	A(%)	AG(%)	AM(%)	AGM(%)
1*	O	Accuracy	86,66	91,3	98,25	98,8
		Sensitivity	86,58	91,26	98,21	98,73
		Specificity	86,5	91,66	98,2	98,74
2	R	Accuracy	83,05	91,03	94,44	98,09
		Sensitivity	82,89	90,99	94,32	98,13
		Specificity	82,51	91,47	93,83	98,07
3	S	Accuracy	80,23	90,51	86,7	91,38
		Sensitivity	80,23	90,27	86,7	91,7
		Specificity	81,02	91,02	87,55	92,45
4	V	Accuracy	69,56	84,68	70,07	84,2
		Sensitivity	69,08	84,68	70,07	84,16
		Specificity	71,1	85,96	72,72	85,5

5	C	Accuracy	73,96	93,69	81,7	96,3
		Sensitivity	74,04	93,76	81,26	96,5
		Specificity	75,59	93,8	81,97	96,5
6	B	Accuracy	69	91,98	68,09	93,49
		Sensitivity	69,08	92,02	68,49	93,61
		Specificity	71,75	92,47	71,27	93,85
7*	OR	Accuracy	88,92	92,81	98,8	99,92
		Sensitivity	88,8	92,97	98,65	99,92
		Specificity	88,99	93,45	98,58	99,92
8	OS	Accuracy	87,65	95,07	98,69	99,8
		Sensitivity	87,69	94,76	98,65	99,6
		Specificity	87,5	94,66	98,58	99,6
9	OV	Accuracy	86,07	91,9	95,87	98,84
		Sensitivity	86,23	91,94	95,83	98,73
		Specificity	86,25	92,41	95,72	98,8
10	OC	Accuracy	97,53	98,37	99,28	99,64
		Sensitivity	97,42	98,29	99,2	99,76
		Specificity	97,35	98,26	99,24	99,75
11	OB	Accuracy	95,67	97,46	98,13	99,52
		Sensitivity	95,67	97,46	98,21	99,6
		Specificity	97,35	97,37	98,07	99,59
12	ORS	Accuracy	87,46	95,55	99,16	99,84
		Sensitivity	87,53	95,15	99,24	99,84
		Specificity	87,35	95,08	99,22	99,85
13	ORV	Accuracy	87,81	92,22	97,73	99,44
		Sensitivity	87,89	92,26	97,65	99,72
		Specificity	87,88	92,68	97,6	99,74
14*	ORC	Accuracy	97,65	98,84	99,6	99,96
		Sensitivity	97,69	98,96	99,56	99,96
		Specificity	97,45	98,92	99,57	99,96
15	ORB	Accuracy	96,23	98,69	98,8	99,92
		Sensitivity	96,23	98,49	98,8	99,96
		Specificity	95,89	98,48	98,73	99,96
16	ORCS	Accuracy	96,19	98,92	99,56	99,88
		Sensitivity	96,19	98,88	99,72	99,88
		Specificity	95,78	98,83	99,73	99,89
17	ORCV	Accuracy	95,63	98,49	99,56	99,92
		Sensitivity	95,63	98,37	99,56	100
		Specificity	95,17	98,29	99,56	100
18*	ORCB	Accuracy	96,98	98,88	99,56	100
		Sensitivity	97,02	99	99,68	100
		Specificity	96,71	98,97	99,68	100
19*	ORCBS	Accuracy	96,5	99,04	99,76	99,92
		Sensitivity	96,34	99,08	99,72	99,92
		Specificity	96,01	99,04	99,73	99,91
20	ORCBV	Accuracy	96,15	98,76	99,6	99,96
		Sensitivity	96,23	98,76	99,56	99,92
		Specificity	95,87	98,71	99,53	99,91
21*	ORCBSV	Accuracy	96,07	99,12	99,48	99,96
		Sensitivity	96,03	99,04	99,52	99,96
		Specificity	95,62	99	99,5	99,95

(*=feature vectors with the highest performance values at each stage)

As shown in the table, the highest success rate in binary classification was obtained in row 18 using four different attributes (Mean, RMS, Skewness, Kurtosis).
The values recording the highest performance at each step are presented in bar graphs in Figures 2-4. This allows for visual comparisons to be made.

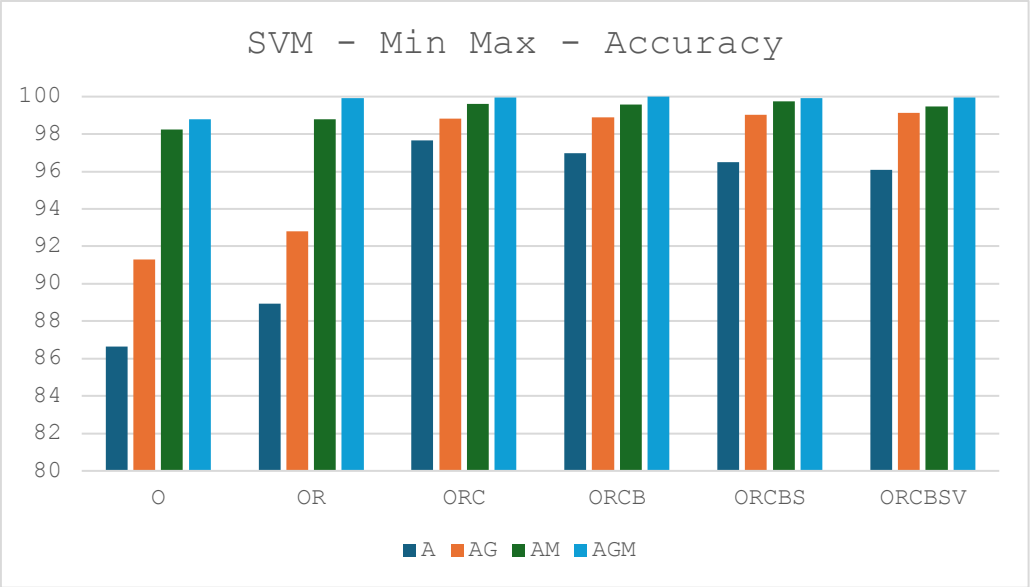


Figure 2. Accuracy values in binary classification using the SFS algorithm, SVM model, and Min-Max scaling

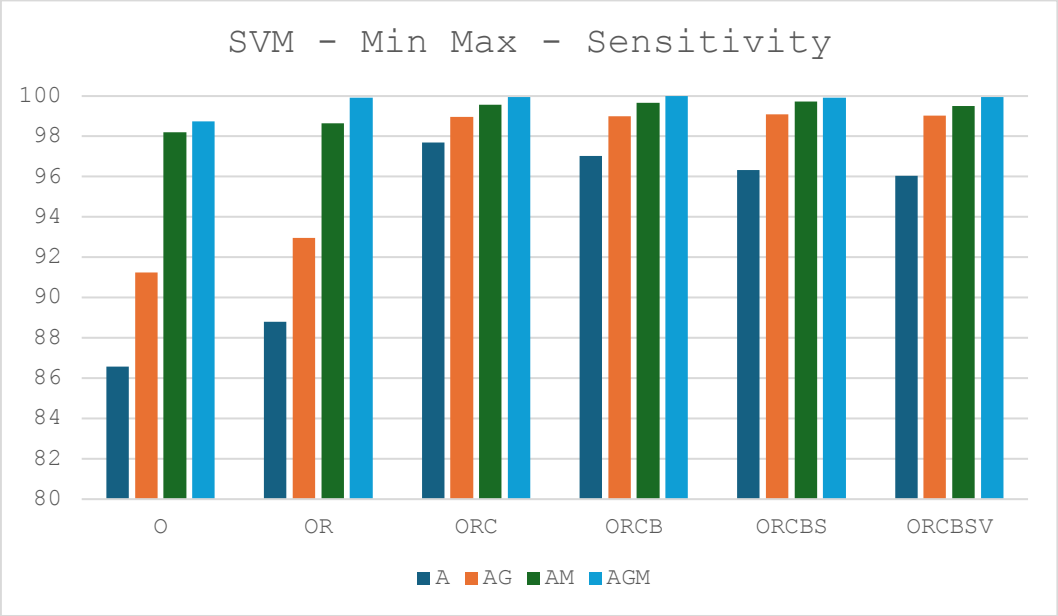


Figure 3. Sensitivity values in binary classification using the SFS algorithm, SVM model, and Min-Max scaling

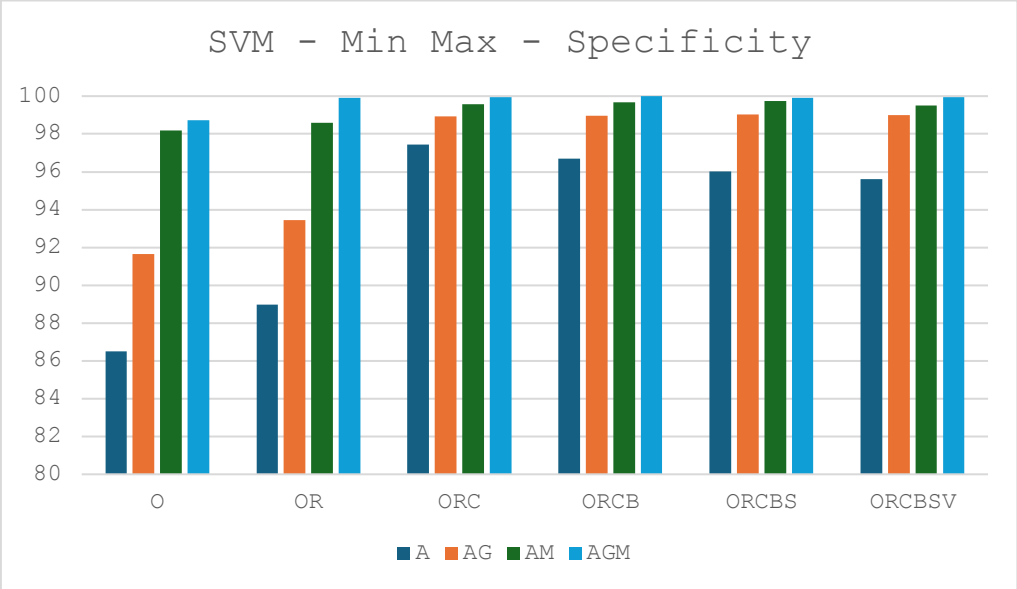


Figure 4. Specificity values in binary classification using the SFS algorithm, SVM model, and Min-Max scaling

3.2. Multiple (36-Class) Classification Results

Within the scope of multiple classification, the highest accuracy rates were obtained using the ANN classifier model and Z-Score scaling. In this regard, the relevant results are presented in Table 3., as in binary classification. Here, A = Accelerometer, G = Gyroscope, M = Magnetometer, O = Average, R = RMS, S = Standard Deviation, V = Variance, C = Skewness and B = Kurtosis values.

Table 3. Multi-classification accuracy results using ANN model and Z-Score scaling with SFS algorithm

No.	Comb.	A(%)	AG(%)	AM(%)	AGM(%)
1	O	49,52	72,18	83,8	87,18
2	R	50,95	72,18	81,78	88,33
3*	S	57,34	77,06	80,71	88,29
4	V	53,33	71,62	75,35	82,69
5	C	47,89	71,62	69,4	79,2
6	B	40,31	53,76	59,32	66,07
7*	SO	77,77	91,62	93,01	95,63
8	SR	71,23	82,14	91,23	93,21
9	SV	57,06	76,66	83,57	88,49
10	SC	79,44	90,23	89,88	92,89
11	SB	74,04	83,73	88,96	90,67
12*	SOR	79,32	92,14	93,17	96,03
13	SOV	78,21	91,15	93,01	95,63
14	SOC	86,54	92,73	93,92	95,51
15	SOB	84,28	92,38	93,49	94,72
16	SORV	79,76	91,11	93,13	95,67
17*	SORC	87,38	93,01	93,96	96,03
18	SORB	84,28	92,42	93,25	95,83
19*	SORCV	87,5	92,3	93,92	96,54
20	SORCB	87,93	93,53	93,61	96,34
21*	SORCVB	87,97	92,22	94,6	96,5

(*=feature vectors with the highest performance values at each stage)

As shown in the table, the highest success rate in multiple classification was achieved in row 19 using five different attributes (Standard Deviation, Mean, RMS, Skewness, Variance).
Again, the values with the highest accuracy rates at each stage are shown in bar graph form in Figure 5.

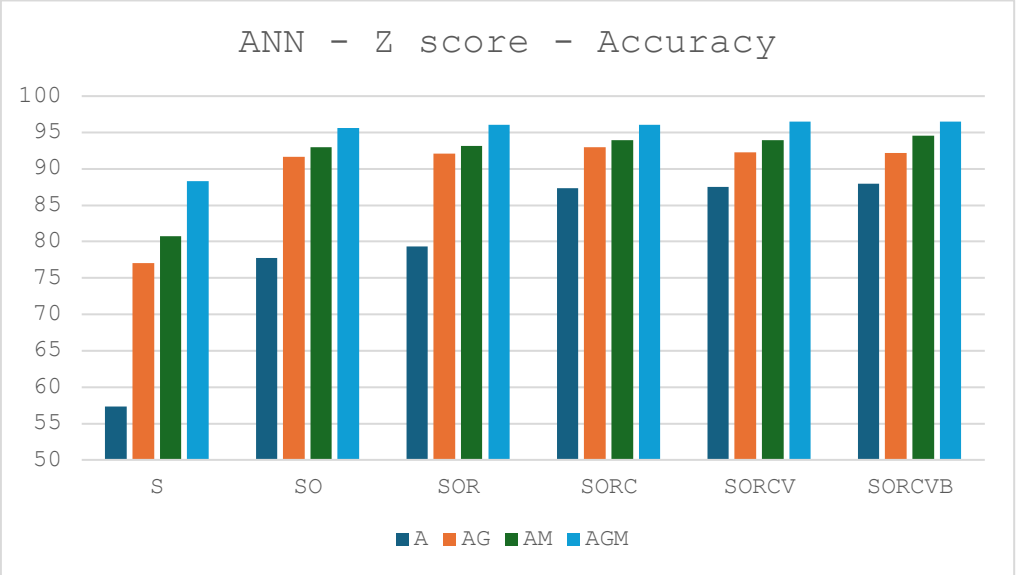


Figure 5. Multi-classification accuracy values using ANN model and Z-Score scaling with SFS algorithm

Fall detection systems are an area that has been intensively studied for many years and continues to be researched. In this section, the current study is compared with previous studies, and the similarities and differences between them are discussed in detail. When examining the literature reviews presented in Table 4, it is observed that accelerometer, gyroscope, and magnetometer sensor data are generally used (Kavuncuoğlu et al., 2022; Özdemir, 2016; Uzunhisarcıklı et al., 2022). In some studies, only accelerometer and gyroscope data are used (Kitkamchon et al., 2021; Şengül et al., 2022; Zheng et al., 2019), while some studies rely solely on accelerometer data (Althobaiti et al., 2020; Wongyai, 2021). The number of classes in the datasets used in these fall detection studies ranges from 6 to 36, while the number of features varies from 8 to 38. The artificial intelligence classification algorithms used include both machine learning and deep learning methods, encompassing models such as SVM, ANN, k-NN, BDM, LSM, DTW, DT, ERF, LSTM, CNNLSTM, ConvLSTM, M.k-NN, SLDA, EBDT, BNN, RF, BiLSTM, PNN, CNN and LDA. Evaluation metrics such as accuracy, sensitivity, specificity, F1-Score and precision are commonly used. However, in order to establish a common evaluation ground, the accuracy, sensitivity, and specificity values are listed in the table in this study. According to Table 4, accuracy rates range from 86% to 100%, sensitivity rates range from 86% to 100%, and specificity rates range from 96% to 99%.

Table 4. Comparison of this study with studies conducted in the literature

Study	Number of Sensors	Number of Classes	Number of Features	Methods	Oranlar (%)
(Ozdemir & Barshan, 2014)	3xA 3xG 3xM	36 Classes 16 ADL 20 Fall	26	k-NN BDM SVM LSM DTW ANN	**Waist (Binary)** 99,87 Acc 99,96 Se 99,76 Sp
(Ozdemir, 2016)	3xA 3xG 3xM	36 Classes 16 ADL 20 Fall	26	k-NN BDM SVM LSM DTW ANN	**Waist (Binary)** 99,87 Acc 99,96 Se 99,76 Sp
(Uzunhisarcıklı et al., 2022)	3xA 3xG 3xM	36 Classes 16 ADL 20 Fall	26	DT ERF SVM k-NN LSTM CNNLSTM ConvLSTM	**Waist (Multiple)** 86,94 Acc **(Binary)** 99,44 Acc 100 Se 98,75 Sp
(Kavuncuoglu et al., 2022)	3xA 3xG 3xM	36 Classes 16 ADL 20 Fall	26	SVM M.k-NN SLDA EBDT	**Waist (Multiple)** 95,27 Acc **(Binary)** 99,96 Acc 100 Se 99,92 Sp
(Kitkamchon et al., 2021)	3xA 3xG	28 Classes 14 ADL 14 Fall	8	-	**Waist (Binary)** 90,83 Acc 86,95 Se 96,08 Sp
(Wongyai, 2021)	3xA	9 Classes 4 ADL 5 Fall	-	BNN Threshold-Based	**Wrist (Binary)** 97,23 Acc 97,79 Se 96,52 Sp
(Sengul et al., 2022)	3xA 3xG	6 Classes 2 ADL 4 Fall	38	RF SVM KNN BiLSTM	**Wrist (Binary)** 100 Acc
(Zheng et al., 2019)	3xA 3xG	8 Classes 7 ADL 1 Fall	-	K-Means PNN CNN	**Wrist (Binary)** 99,86 Acc 99,93 Sp
(Giuffrida et al., 2019)	3xA 3xG	34 Classes 19 ADL 15 Fall	8	SVM	**Waist (Binary)** 99,72 Se
(Althobaiti et al., 2020)	3xA	7 Classes 6 ADL 1 Fall	24	k-NN SVM LDA DT	**Chest (Multiple)** 98,48 Acc **(Binary)** 93,9 Acc
This Study	3xA 3xG 3xM	36 Classes 16 ADL 20 Fall	6	ANN SVM	**Waist (Multiple)** 95,47 Acc **(Binary)** 99,88 Acc 100 Se 99,73 Sp

In this study, higher success rates were achieved using the fewest number of features (6 different) compared to other studies in the literature. The contribution to the literature is the reduction of the computational load and processing time by reducing the number of feature vectors for real-time applications. Additionally, the dataset used in this study is one of the most comprehensive datasets compared to those used in other studies in the literature. It is natural to expect high evaluation performance from a successful classifier; however, the success of the algorithm in fall detection systems is largely dependent on the False Negative (F_N) value (Özdemir, 2016). A missed fall (F_N) is a serious error for the algorithm, and in a reliable binary classifier, the F_N value is expected to be zero. Failure to detect a fall means that the person cannot receive help when they need it most. Therefore, fall detection systems must have a high sensitivity rate and not tolerate missed falls. Among the studies reviewed in the literature, there is no other study that has a zero F_N value, uses fewer features than the number of features used in our study, and has a data set that is comprehensive enough to be applied to real-time systems. In this study, the sensitivity, which measures the false negative rate, along with the accuracy and specificity values, reached 100%, thereby proving the reliability of the system.
This study's key features, which distinguish it from other studies in terms of lower data usage, shorter processing times, and higher success rates, are summarized. In light of all these developments, this study serves as an important reference for real-time applications.

4. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

In this study, binary and multiple classification results of falls and daily living activities data obtained from accelerometer, gyroscope, and magnetometer sensors were investigated using machine learning methods. Classifications were performed using Artificial Neural Networks (ANN) and Support Vector Machines (SVM) models and the results were compared. Within the scope of binary classification, 100% accuracy, sensitivity and specificity rates were achieved with the SVM model and Min-Max normalization method using four different attributes. Additionally, using the ANN model and Z-Score standardization method, a 100% sensitivity rate was achieved with only three features. The missed fall rate (False Negative), which is especially critical in binary classification, has been reduced to zero with three attributes, and it has been shown that the system successfully detects all fall events.
In the multiple classification results, the accuracy rate reported in the literature using the ANN model was exceeded by 95.27%. By applying ANN model and Z-Score standardization with five different attributes, an accuracy rate of 96.54% was obtained. The 95.63% accuracy rate in the literature, achieved using only two attributes, has been easily surpassed in this study.
In line with the results obtained, the system has successfully detected all the fall events and it can be said that it is a reliable algorithm. Additionally, by using fewer attribute vectors and axis data, the computational load has been reduced and the processing time has been shortened. In this way, it will be possible to develop a system that can provide fast responses with fewer attributes and high performance in real-time applications. By testing deep learning-based architectures or creating hybrid models, current classification accuracy can be achieved with a smaller number of feature vectors. Additionally, the system can be integrated with mobile devices or wearable technologies to observe its performance in field applications.

REFERENCES

Althobaiti, T., Katsigiannis, S., & Ramzan, N. (2020). Triaxial Accelerometer-Based Falls and Activities of Daily Life Detection Using Machine Learning. *Sensors*, *20*(13), 3777. https://doi.org/10.3390/s20133777

Asier Brull Mesanza, Ilaria D'Ascanio, Zubizarreta, A., Palmerini, L., Chiari, L., & Itziar Cabanes. (2021). Machine Learning Based Fall Detector With a Sensorized Tip. *IEEE Access*, *9*, 164106–164117. https://doi.org/10.1109/access.2021.3132656

Custodio, V., Herrera, F., López, G., & Moreno, J. (2012). A Review on Architectures and Communications Technologies for Wearable Health-Monitoring Systems. *Sensors*, *12*(10), 13907–13946. https://doi.org/10.3390/s121013907

Giuffrida, D., Benetti, G., Daniele De Martini, & Tullio Facchinetti. (2019). *Fall Detection with Supervised Machine Learning using Wearable Sensors*. https://doi.org/10.1109/indin41052.2019.8972246

Guyon, I. & Elisseeff, A. (2003). An introduction to variable and feature selection. *Journal of Machine Learning Research*. https://doi.org/10.5555/944919.944968

Joseph Samuel Philip, M. Shilpa Aarthi, Kathrine, S Stewart Kirubakaran, & G. Matthew Palmer. (2023). *Elderly Fall Detection using Deep Learning Techniques*. https://doi.org/10.1109/icicccs56967.2023.10142581

Kavuncuoğlu, E., Uzunhisarcıklı, E., Barshan, B., & Özdemir, A. T. (2022). Investigating the Performance of Wearable Motion Sensors on recognizing falls and daily activities via machine learning. *Digital Signal Processing*, *126*, 103365. https://doi.org/10.1016/j.dsp.2021.103365

Kitkamchon, A., Dissorn, K., & Bunnjaweht, D. (2021, November 1). *A Wearable Fall Detection Device : From Research Advances and Public Datasets to a Senior Design Project*. IEEE Xplore. https://doi.org/10.1109/BMEiCON53485.2021.9745209

Ntanasis, P., Pippa, E., Özdemir, A. T., Barshan, B., & Megalooikonomou, V. (2017). Investigation of Sensor Placement for Accurate Fall Detection. *Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering*, 225–232. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58877-3_30

Ozdemir, A. & Barshan, B. (2018). Simulated Falls and Daily Living Activities Data Set. *UCI Machine Learning Repository.* https://doi.org/10.24432/C52028

Özdemir, A. & Barshan, B. (2014). Detecting Falls with Wearable Sensors Using Machine Learning Techniques. *Sensors*, *14*(6), 10691–10708. https://doi.org/10.3390/s140610691

Özdemir, A. (2016). An Analysis on Sensor Locations of the Human Body for Wearable Fall Detection Devices: Principles and Practice. *Sensors*, *16*(8), 1161. https://doi.org/10.3390/s16081161

Patro, S. G. K. & Sahu, K. K. (2015). Normalization: A Preprocessing Stage. *IARJSET*, *2*(3), 20–22. https://doi.org/10.17148/iarjset.2015.2305

Pratama, S., Muda, A., Choo, Y., Muda, N. (2011). Computationally Inexpensive Sequential Forward Floating Selection for Acquiring Significant Features for Authorship Invarianceness in Writer Identification, *International Journal of New Computer Architectures and their Applications*, 1(9), 581- 598.

Şengül, G., Karakaya, M., Misra, S., Abayomi-Alli, O. O., & Damaševičius, R. (2022). Deep learning based fall detection using smartwatches for healthcare applications. *Biomedical Signal Processing and Control*, *71*, 103242. https://doi.org/10.1016/j.bspc.2021.103242

Uzunhisarcıklı, E., Kavuncuoğlu, E., & Özdemir, A. T. (2022). Investigating classification performance of hybrid deep learning and machine learning architectures on activity recognition. *Computational Intelligence*. https://doi.org/10.1111/coin.12517

Wongyai, C. (2021, March 1). *A Development of a Wrist-Worn Fall Detection using Binary Neural Network*. IEEE Xplore. https://doi.org/10.1109/iEECON51072.2021.9440285

Zakaria, N. A., Kuwae, Y., Tamura, T., Minato, K., & Kanaya, S. (2013). Quantitative analysis of fall risk using TUG test. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, *18*(4), 426–437. https://doi.org/10.1080/10255842.2013.805211

Zheng, G., Zhang, H., Zhou, K., & Hu, H. (2019). Using Machine Learning Techniques to Optimize Fall Detection Algorithms in Smart Wristband. *Open Access at Essex (University of Essex)*. https://doi.org/10.23919/iconac.2019.8895065

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

SMART HEADBAND FOR THE BLIND

Orhun ŞERBETÇİ
Kutahya Dumlupinar University, Simav Faculty of Technology, Department of Electrical and Electronics Engineering, Kutahya, Türkiye
ORCİD: ID/0009-0005-6322-361X

Elif FİLİZ
Kutahya Dumlupinar University, Simav Faculty of Technology, Department of Electrical and Electronics Engineering, Kutahya, Türkiye
ORCİD: ID/0009-0005-2588-6383

Kübra KESER
Kutahya Dumlupinar University, Simav Faculty of Technology, Department of Electrical and Electronics Engineering, Kutahya, Turkey
ORCİD: ID/0000-0001-7215-7232

ABSTRACT
This study aims to develop an AI-powered, portable, and GPS-controlled innovative headband system to increase independent mobility and environmental awareness for visually impaired individuals. Visually impaired individuals face challenges such as pavement irregularities, orientation difficulties, and indoor navigation. Light detection and ranging sensors (LIDAR sensors), a Luxonis OAK-D Lite camera, and a GPS module were integrated to address these challenges. Image and distance data were processed using a multi-layer perceptron (MLP) to classify environmental hazards. The data used in the system was determined through literature reviews. The system generated random synthetic data during generation by considering contrast, edge density, and depth difference parameters. Training and testing were conducted on this data. In the experiments, the system successfully classified hazardous situations with 100% accuracy in the generated test dataset. Real-time image processing was provided with a Jetson Nano, impact detection with a piezo sensor, and mobile notification via Bluetooth. The Quectel L80-R GPS module was used for location tracking, and OpenStreetMap supported mapping.
Additionally, barcode recognition supports independent shopping. As a result, the developed system enables visually impaired individuals to navigate safely and family members to track their location, increasing individual independence and supporting social integration. The system offers advanced assistive technology with real-time tracking and audio feedback capabilities.
Keywords: Visually Impaired, Assistive Technologies, LIDAR, Artificial Intelligence, Biomedical.

GÖRME ENGELLİLER İÇİN AKILLI KAFA BANDI

ÖZET
Bu çalışma, görme engelli bireylerin bağımsız hareketliliğini ve çevresel farkındalığını artırmak amacıyla yapay zeka destekli, taşınabilir ve GPS kontrollü bir akıllı kafa bandı sistemi geliştirmeyi hedeflemektedir. Görme engelliler; kaldırım düzensizlikleri, yön bulma güçlükleri ve iç mekân navigasyonu gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu sorunlara çözüm olarak ışık algılama ve mesafe belirleme sensörleri (LIDAR sensörü), Luxonis OAK-D Lite kamera ve GPS modülü entegre edilmiştir. Görüntü ve mesafe verileri, çok katmanlı algılayıcı (MLP) ile işlenerek çevresel tehlikeler sınıflandırılmıştır. Sistemde kullanılan veriler, literatür taramaları sonucu belirlenmiş; veri üretimi sırasında sistem, kontrast, kenar yoğunluğu ve derinlik farkı gibi parametreleri dikkate alarak rastlantısal biçimde sentetik veriler üretmiş, eğitim ve test bu veriler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen deneylerde sistem, oluşturulan test veri setinde %100 doğruluk oranıyla tehlikeli durumları başarıyla sınıflandırmıştır. Jetson Nano ile gerçek zamanlı görüntü işleme, piezo sensörle darbe algılama ve Bluetooth üzerinden mobil bildirim sağlanmıştır. Konum takibi için Quectel L80-R GPS modülü kullanılmış, haritalama OpenStreetMap ile desteklenmiştir.

Ayrıca barkod tanıma özelliği ile bağımsız alışveriş desteği sağlanmıştır. Sonuç olarak geliştirilen sistem, görme engellilerin güvenli şekilde yön bulmalarını ve aile bireylerinin konum takibini mümkün kılarak hem bireysel bağımsızlığı artırmakta hem de toplumsal entegrasyonu desteklemektedir. Sistem, gerçek zamanlı izleme ve sesli geri bildirim yetenekleriyle ileri düzey bir yardımcı teknoloji sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Görme Engelliler, Yardımcı Teknoloji, LIDAR, Yapay Zeka, Biyomedikal.

COVID-19 CASE AND MORTALITY PREDICTION VIA LAGGED MOBILITY DATA: AX EXPLAINABLE XGBOOST APPROACH USING SHAP VALUES

Dr. Gülsüm Çiğdem ÇAVDAROĞLU
Işık University, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-4875-4800

ABSTRACT
This study aims to investigate the temporal and spatial aspects of the COVID-19 pandemic in Türkiye and assess the impact of mobility data on case and fatality estimation. The study's primary data came from a combination of COVID-19 case and death data and Google COVID-19 community mobility reports. The final dataset was obtained by deriving lag features that represent lagged effects after the primary dataset was created. In the initial phase, models were developed using random forest and linear regression techniques. The findings highlight the limitations of classical models, which lack explanatory power. In the second stage, feature importance levels were visualized, and these values were converted into a map format to present the spatial distribution of mobility types affecting the number of cases and deaths across Türkiye. In particular, the effects of variables such as park visits, public transportation, and workplace mobility were observed in different regions. The rolling window technique was used to visualize the effects of mobility types over time to analyze temporal depth. Using the log-transformed version of new deaths, the XGBoost model generated remarkably accurate predictions (R^2: 0.954). In this case, the study's explainable artificial intelligence (XAI) component consisted of the attribute importance levels that were employed to guarantee the explainability of variable effects. Finally, ensemble models constructed using the stacking method were also tested, but XGBoost was observed to provide the highest accuracy rate. The highly accurate and understandable AI-powered modeling technique developed in this study allows decision-makers to more effectively analyze community mobility during crises, such as pandemics, and develop appropriate intervention strategies. The transparency offered by the model allows for the impact of mobility types on the number of cases and deaths. This transparency ensures a data-driven and reliable approach to developing public health policies.
Keywords: COVID-19 Prediction, Lagged Mobility Data, Explainable Artificial Intelligence

INTRODUCTION
The COVID-19 pandemic, one of the greatest global crises of the 21st century, has profoundly impacted not only healthcare systems but also all areas of social life. Declared a global threat by the World Health Organization in early 2020, this pandemic has significantly transformed individuals' daily life practices. Governments have been forced to take harsh and rapid measures. At the heart of these measures was often the restriction of individuals' spatial mobility. Practices such as lockdowns, curfews, work-from-home arrangements, and school closures have significantly altered individuals' urban and intercity mobility.

Being able to observe the change in mobility over time instantaneously and systematically during this process was of enormous importance for controlling the epidemic. Digital data sources like Google COVID-19 Community Mobility Reports have provided the opportunity to observe social mobility categorically across time and space. These data allow for a detailed analysis of different spatial behavioral patterns in places such as supermarkets, public transportation hubs, parks, and residential areas. In this context, mobility data is a unique source for evaluating the impact of public health policies and individual behaviors developed in response to the pandemic on case and death numbers.

This study analyzes mobility changes during the COVID-19 pandemic in the context of Turkey, along with case and death numbers. The analysis revealed which types of mobility were more decisive in the spread of the epidemic. In the study, Google mobility data was combined with COVID-19 case and death data. The final dataset was examined using multiple statistical and machine learning-based analysis methods.

The main research questions are how the changes in mobility are temporally coordinated with the case/death curves, whether this relationship differs according to the type of variable, and how meaningful results can be derived from these relationships for policymakers.
The presented study is not limited to correlation analysis alone. Different modeling techniques, such as random forests and XGBoost, are discussed comparatively. The explanatory power of mobility-case relationships has been tested based on the performance of different models. The analysis revealed that certain models yielded successful results, while many models failed to provide meaningful predictions in the face of complex data structures. In this way, the direction of the mobility change and the explainability and interpretability of this change were evaluated.
Policymakers can use the study's findings to gain valuable insight into future public health crises. For instance, a high increase in cases positively correlates with mobility increases related to public transportation and workplaces. In contrast, the increase in mobility toward residential areas, meaning individuals spending more time at home, had a positive impact on reducing the spread of the pandemic. Such findings are critical for understanding which behavioral patterns are riskier or more protective in terms of epidemic management.
In these aspects, the study reveals how time-space-based data sources can be used, which analysis tools produce more meaningful outputs, and how strategic recommendations can be derived from them. This study aims to contribute to academic literature and generate practical recommendations for decision-makers by providing a comprehensive mobility analysis of the pandemic process.

LITERATURE REVIEW

The study examines the delayed effects of mobility, explainable artificial intelligence, and the relationship between mobility and COVID-19. A literature review on these three topics, which form the basis of the study, is summarized below.

Mobility and Lag Effects

In a study analyzing the delayed effect of mobility changes in 14 countries on COVID-19 mortality rates (Seibold & Vucetic, 2020), Google mobility data and a statistical model derived from the SIR model were used. In the relevant study, it was observed that transit mobility successfully predicted mortality rates with a 20% daily delay. The model's R^2 value was measured to be approximately 0.78. In a study (Kapoor et al., 2020) that developed a spatiotemporal graph neural network model to predict COVID-19 cases, mobility-enriched graph neural networks were used at the county level in the United States. The model reduced the RMSLE value by 6% and increased the correlation value to 0.998.

Explainable AI, XGBoost, and SHAP Approaches

A study focused on creating an interpretable ensemble framework for predicting daily COVID-19 cases in the United States (Zheng et al., 2022) demonstrated that the Ensemble model decreased the error rate by 3.1% relative to the most effective base model. A study (Khalili et al., 2024) comprehensively reviewed XAI-based epidemiological models to support decision-makers, analyzing research that employed XAI in the context of SARS-CoV-2. The research found methodological deficiencies in the incorporation of XAI into epidemiological models and proposed a framework. A study conducted for COVID-19 detection utilized SHAP-driven ensemble learning (Sapra et al., 2025), resulting in an ensemble model comprising optimized XGBoost, Random Forest, and SHAP. The model attained an accuracy of 96.7%. A study (Li Shi et al., 2023) developed an interpretable ensemble model for forecasting COVID-19 mortality utilizing XGBoost with SHAP and LIME with clinical data. Age, duration of hospitalization, and lymphocyte and neutrophil counts were recognized as the primary factors influencing death.

The Relationship between Mobility and COVID in Turkey and Similar Geographies

A model developed in Spain to predict the spread of COVID-19 by combining machine learning and population models (Heredia Cacha et al., 2023) produced a more balanced output compared to using the methods alone.

A spatio-temporal model for deaths and cases at the county level has been created in the US (Zhu et al., 2020), focusing on mobility, demographic characteristics, and spatio-temporal correlation. It has been observed that factors such as mobility and the elderly population significantly influenced the dynamics of the pandemic. A study assessing demographic biases in mobility-based model projections (Erfani & Frias-Martinez, 2022) conducted evaluations of model performance and demographic comparisons at the district level. The model had superior performance in youthful and urban demographics, although demonstrated diminished accuracy for minority groups. A study predicting COVID-19 mortality utilized biomarkers and the XGBoost model (R. Rahman, 2023), integrating biomarker data, XGBoost analysis, and interpretability. Essential components were identified in the study. The transparency was improved in the inquiry. A classification model was created using laboratory and immunological data in a study that evaluated LR, RF, and XGBoost models for identifying critical patients (Hong et al., 2022). XGBoost achieved the best predictive accuracy. The key biomarkers were IL-10 and IL-6. A study predicting the short-term risk of reinfection in rheumatological patients with XGBoost (Liang et al., 2024), incorporating clinical and psychological evaluations alongside explainable machine learning methodologies via SHAP interpretation. This technique found the most significant risk predictors. A study examining the correlation between geographical characteristics and COVID-19 through a data-driven methodology (Chu et al., 2024) employed cross-analytical techniques utilizing spatio-disciplinary data. The amalgamation of mobility and spatial data augments epidemiological comprehension. A study evaluating the effectiveness of LIME and SHAP as interpretability tools in Alzheimer's diagnosis (Vimbi et al., 2024) investigated XAI frameworks. LIME and SHAP markedly enhance the reliability of clinical decision support systems.

The research questions of the presented study are listed below:

1. RQ1 - How has mobility changed during the pandemic?
2. RQ2 - What is the direction and magnitude of these mobility changes?
3. RQ3 - How do mobility changes coincide with the periods when restrictions were introduced and relaxed?
4. RQ4 - What relationship is observed between mobility changes and mortality/case rates?
5. RQ5 - Which types of mobility exhibit time-lagged effects on case and death rates?
6. RQ6 - How effective are open-space mobilities in reducing risk, compared to closed-space mobilities?
7. RQ7 - Which mobility indicators are most predictive of deaths vs. new cases?

METHODOLOGY

Dataset

The COVID-19 Community Mobility Reports published by Google (Google LLC, 2020) were generated from anonymized user location data from Google Maps to measure the mobility levels of individuals in different areas (parks, workplaces, public transportation, grocery stores, pharmacies, etc.) during the pandemic. In the study presented, using these reports, mobility in the following areas was examined:

- Retail & recreation
- Grocery & pharmacy
- Parks
- Transit stations
- Workplaces
- Residential

These variables were obtained at the daily level for Turkey, broken down by province. It was normalized before time series analysis. Lag variables were derived to model delayed effects. Mobility data was provided as input to machine learning models to explain its impact on case and death numbers. This dataset, which allows for the temporal and spatial analysis of the relationship between community mobility and epidemiological indicators, is one of the most important components of the study.

Our World in Data (OWID) is a data platform developed by the University of Oxford that publishes epidemiological data related to countries around the world daily.

The OWID source provides COVID-19 death and case data for Turkey (Ritchie et al., 2020). The following variables related to this data have been focused on:

- Daily new case and death numbers
- Total number of cases and deaths
- Case/death statistics normalized by population

These data have been used in both nationwide time series forecasts and as an external variable in modeling.

Method

Step-1: Data Preparation and Data Preprocessing

The dataset used in the study was obtained by combining COVID-19 case and death data from the OWID platform with Google COVID-19 Community Mobility Reports. Daily time series data specific to Turkey was generated, and the data was aligned temporally and spatially.

In the first stage, the changes in epidemiological variables such as case and death numbers over time were analyzed. Mobility data provided by Google includes categories such as parks, public transportation, workplaces, grocery stores, residential areas, and pharmacies/markets. This data presents information in the form of percentage changes compared to the base period. Figure 1 shows the average mobility changes by province in Turkey between 2020 and 2022. This figure shows which provinces have seen an increase or decrease in which types of mobility.

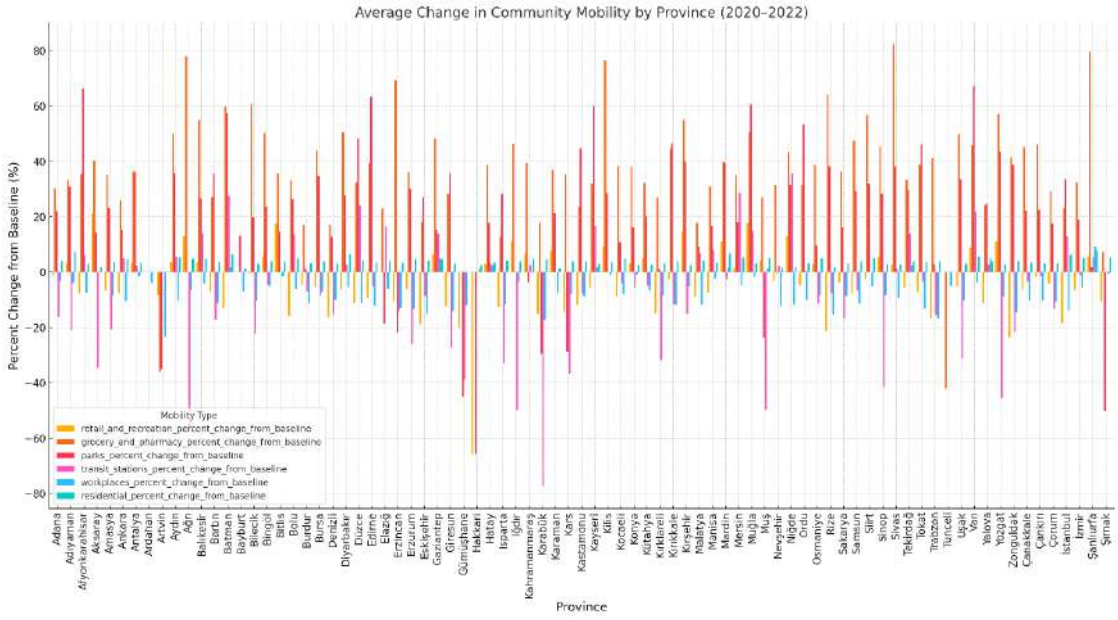


Figure 1. Average Change in Community Mobility by Province (2020-2022)

Figure 2 shows the daily average mobility trends across Turkey.

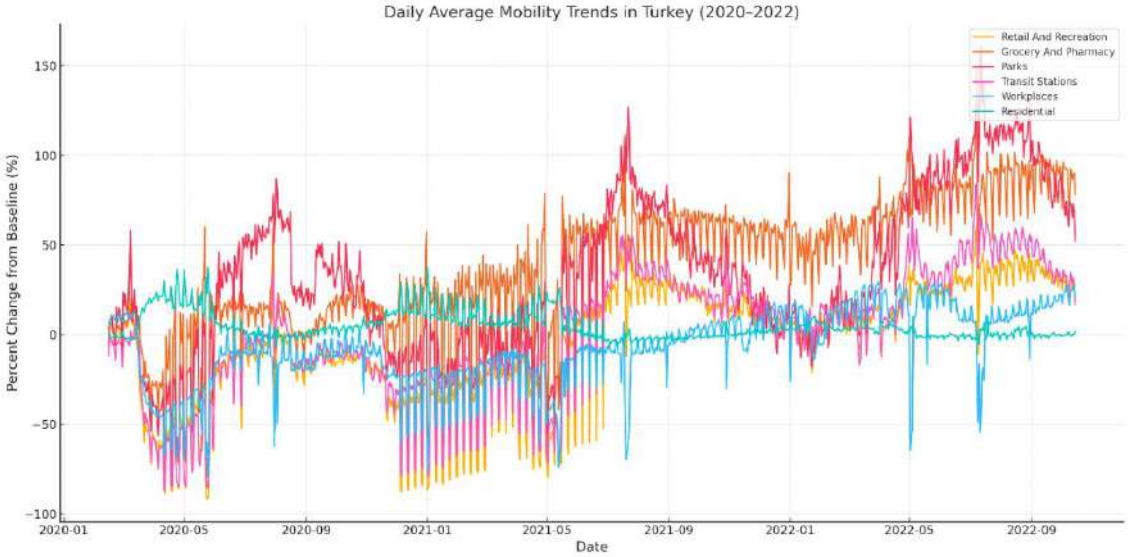


Figure 2. Daily Average Mobility Trends in Turkey (2020-2022)

As can be seen in the time series graph in Figure 2, a sharp decline of around 80% was observed in retail and recreation areas in March 2020. This decline occurred as a result of the initial lockdowns. For this category, increases are evident in the summer months and decreases in the winter months. After the summer of 2021, there has been a gradual recovery. In the grocery and pharmacy sectors, there was a fluctuating but upward trend at the beginning of the pandemic. Sudden spikes are being observed before holiday breaks and restrictions. Toward 2022, a trend toward normalization began. Parks have very distinct peak points in the summer months. In the winter months, there are net decreases. We observe particularly high mobility during the summer of 2020. The transit stations category experienced one of the steepest declines, with an 80% drop. Mobility is at low levels between the end of 2020 and the beginning of 2021. There was a recovery in mid-2022, but it still hasn't reached the full base level. There is a noticeable drop in the "Workplaces" category in the spring of 2020. A gradual increase has been observed since 2021. In 2022, the value in the "Workplaces" category is quite close to the baseline. There has been a consistent positive change in the residential category since the beginning of 2020. This change indicates that people prefer to stay at home. Over time, this increase is decreasing, and this decrease indicates the transition to normalization. This graph visually demonstrates how quickly and strongly the restrictions implemented at the beginning of the pandemic affected social life. There have been significant decreases in essential contact areas such as public transportation and workplaces. However, there is an increase in individual areas, such as parks and residential areas. Society has adapted to the "contactless life" model.

The following operations were performed during the data preparation process:

1. Cleaning Missing Data: Interpolation was used to fill in missing or inaccurate information while maintaining the time series structure. Daily mortality data containing negative values have been corrected.
2. Generating Lagged Features: By applying 3, 7, and 14-day lags to the mobility variables, the delayed reflection of pandemic effects was integrated into the model. For example, the variable transit_lag7 represents the effect of public transport mobility from one week prior.
3. Logarithmic Transformation: Since the new_deaths variable contains non-positive values, negative values were first updated to zero. Then, a log1p transformation was applied, and statistical normalization was achieved. This step significantly improved the model's performance. Figure 3 shows a histogram comparing the distribution of deaths before and after the log transformation.

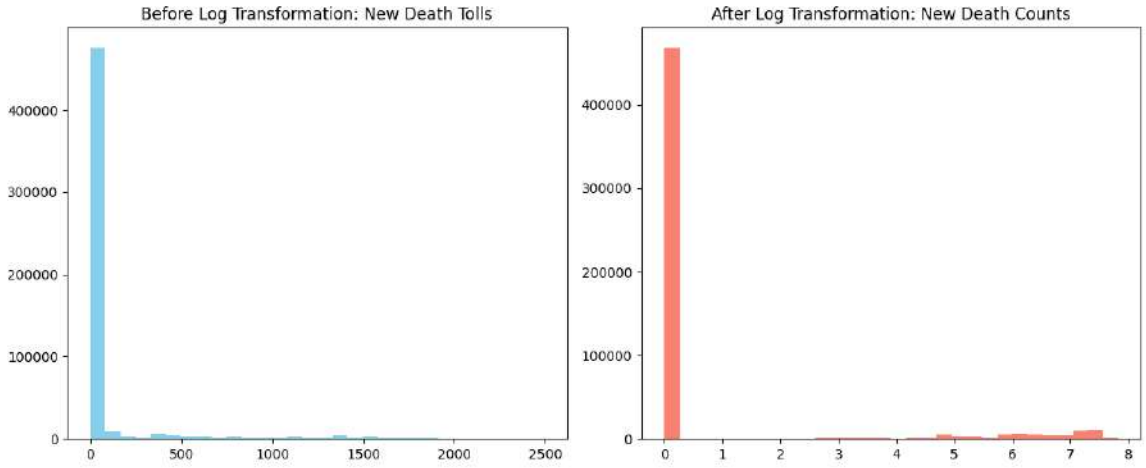


Figure 3. Distribution of New Death Data Before and After Log Transformation

4. Feature Engineering and Normalization: All variables were normalized using z-score standardization. With normalization, the learning process of the models has been made more balanced.
5. Temporal Aggregation: Data from all sources is aggregated based on the date field. A single data framework has been produced for Turkey as a whole daily.

After these steps, the data from different sources has been transformed into a consistent, complete, and model-suitable structure. This prepared data was imported into the Quantum GIS (QGIS) environment. By combining this data with the objects in the vector file, the descriptive analysis phase has been reached.

Step-2: Descriptive Analysis

In the QGIS environment, the change data for each province is available as an attribute. By working on change rates using QGIS spatial analysis tools, thematic maps related to the changes were produced.

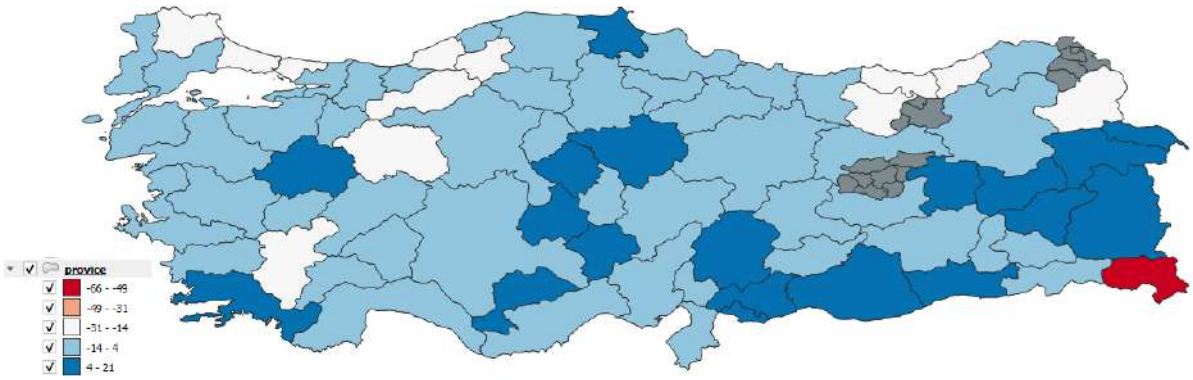


Figure 4. Retail and Recreation Percent Change from Baseline

Figure 4 shows the mobility changes in retail recreation areas. According to the map, there is a significant decrease (up to -60) in the Eastern and Southeastern Anatolia regions (especially in Hakkari province). There is a more moderate decline in the West. In some regions (Aegean and Marmara), neutral or slight increases are observed. Restrictions directly affect this sector, reflecting pandemic policies. According to the map, the decline is much sharper in regions with low socioeconomic activity. We observe more stable mobility in metropolises like Istanbul and Izmir. These cities' increased online shopping habits may have contributed to this outcome.

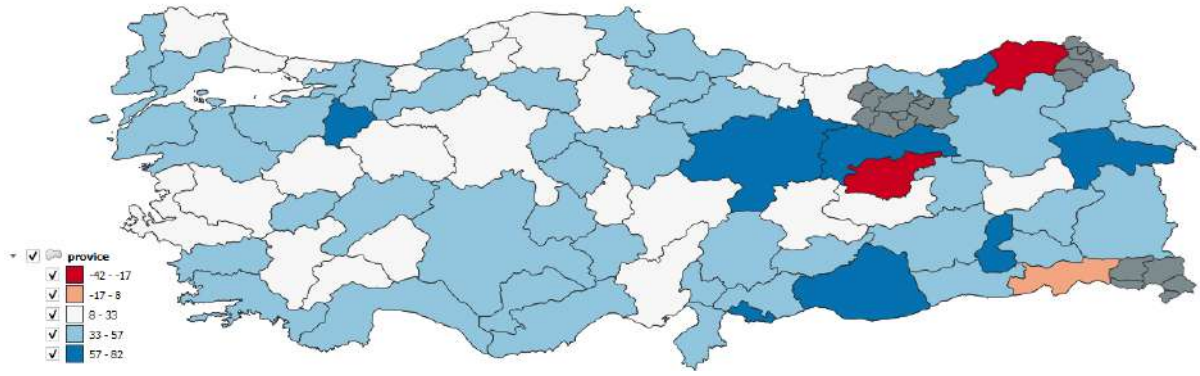


Figure 5. Grocery and Pharmacy Percent Change from Baseline

Figure 5 shows a thematic map illustrating mobility changes in grocery stores and pharmacies. In this category, there is a positive change across Turkey (~30-80% increase). There is a noticeable decline (up to 42%) in a few eastern provinces such as Erzurum, Sivas, and Rize. An increase is observed in the western and southern provinces. Panic buying and "stockpiling" behavior could explain the positive change in this category. In some eastern provinces, declines are observed due to factors such as inadequate infrastructure and transportation limitations.

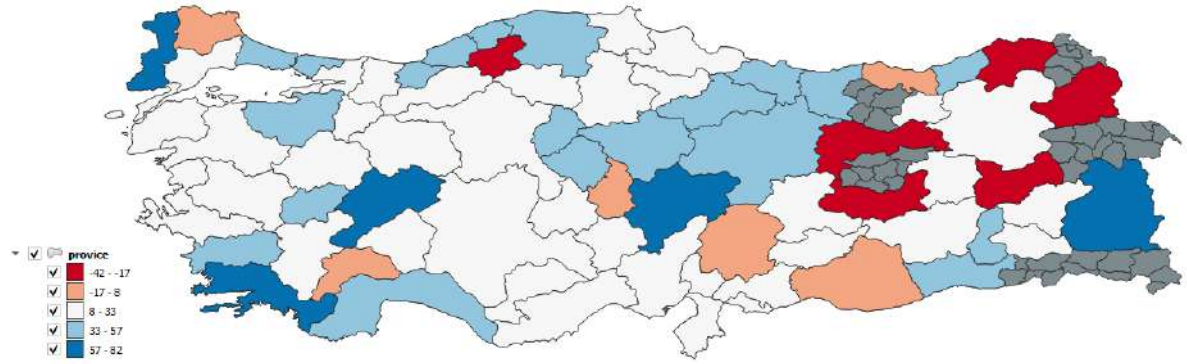


Figure 6. Parks Percent Change from Baseline

Figure 6 shows the changes in mobility in parks. Park mobility has revealed a very heterogeneous structure. Some provinces see an 80% increase, while others see a 40% decrease. Increases are higher in coastal provinces like Izmir and Istanbul. Decreases are noticeable in the Eastern Black Sea and Central Anatolia regions. During the pandemic, parks emerged as alternative social spaces due to the preference for outdoor spaces. In regions with high rainfall, such as the Black Sea, park usage may have decreased.

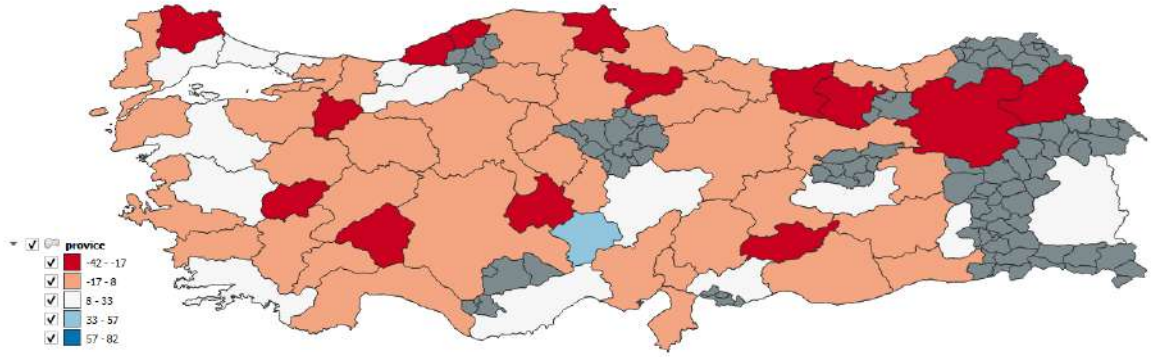


Figure 7. Transit Stations Percent Change from Baseline

Figure 7 shows the mobility changes at transit stations. The thematic map reveals a decrease throughout Turkey. Especially in large cities like Istanbul, Izmir, and Ankara, a 30–60% decline has occurred. In some central and eastern provinces, neutral levels were observed. Public transportation is one of the categories most affected by the pandemic. City restrictions and remote work policies could explain this decline.

Figure 8. Workplaces Percent Change from Baseline

Figure 8 shows the mobility changes in workplaces. We can also observe a significant decrease, ranging from 20% to 60%, in Turkey's workplace category. The decrease is greater in Central Anatolia and the Marmara region. The prevalence of remote work in these regions may have triggered this result. In the Southeast, the decline is less noticeable. The quality of the workforce may have led to regional differences. The change in workplace mobility occurred in different directions in industrial cities and predominantly agricultural regions. There was a greater decline in provinces with work-from-home opportunities.

Figure 9. Residential Percent Change from Baseline

Figure 9 shows the changes in mobility during residential moments. Turkey has observed a positive change ranging from 8% to 17%. There is only a 2-3% increase in a few isolated provinces. This category bears the clearest mark of the pandemic. Due to the restrictions, people preferred to stay at home during the pandemic. In this category, regional differences are quite low, and common behavior is observed nationwide.

Step-3: Model Development

The relationship between mobility and case-fatality variables was investigated by measuring the correlations between them. Figure 10 shows the correlation matrix.

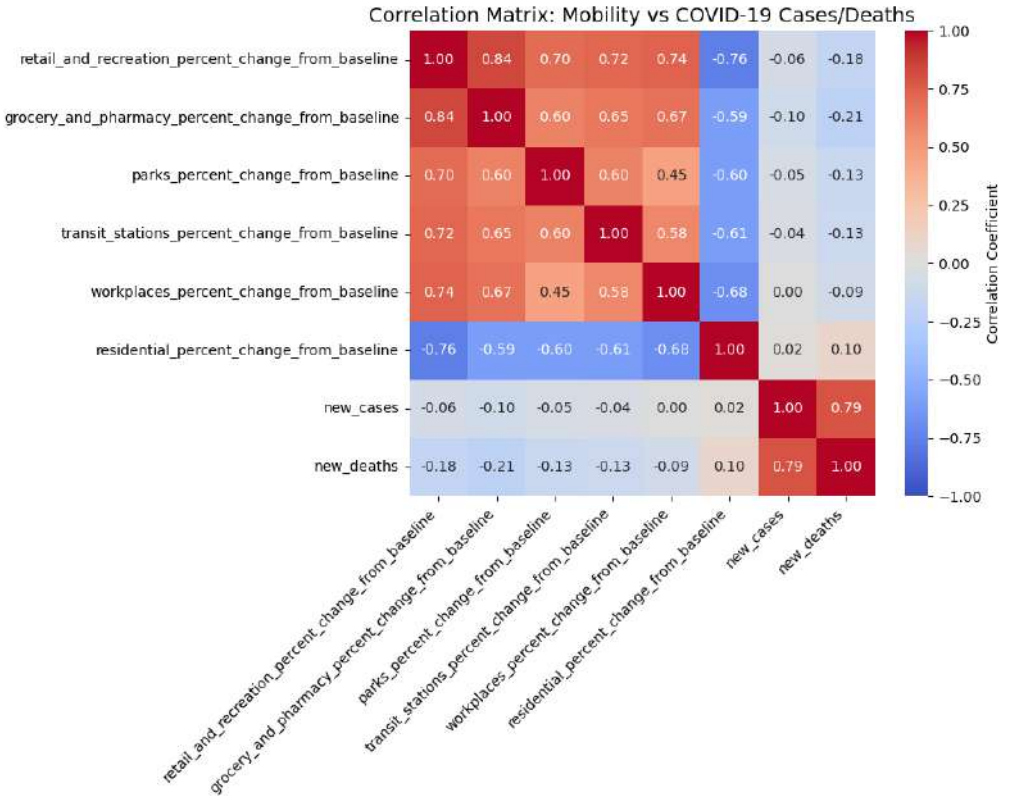


Figure 10. Correlation Matrix

Figure 11 shows the graphs obtained when both the 7-day moving average and weekly resampling methods are applied, considering the delay and moving averages.

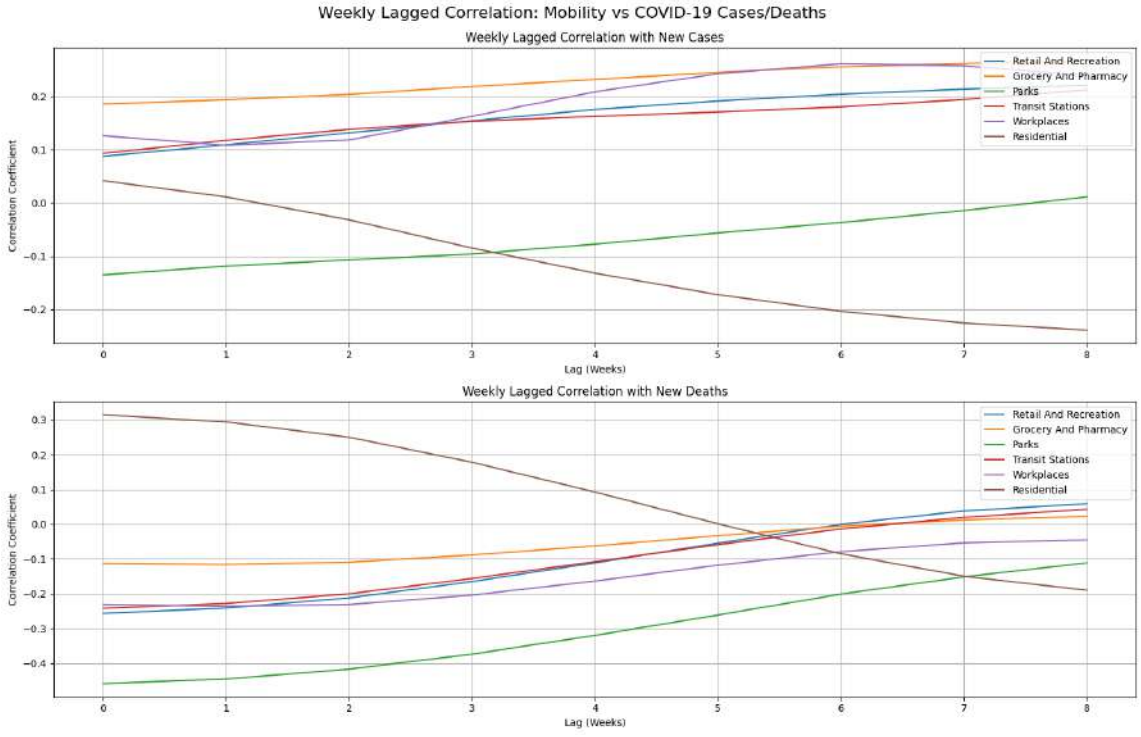


Figure 11. Weekly Lagged Correlation with New Cases and New Deaths

As can be seen from the graphs, mobility in the Transit Stations, Workplaces, Retail and Recreation, and Grocery and Pharmacy categories shows an increasingly positive correlation within the 0–8-week range. This suggests that the increased activity in this category will result in an increase in the number of cases approximately 4-6 weeks later. The transit stations and workplaces categories showed the most notable increases. We observe in the residential category that a longer stay at home correlates with a lower number of cases. This finding confirms that social isolation is an effective measure. The correlation in the park category is fragile and close to zero. This situation proves that being in open spaces does not have a strong relationship with the increase in cases. When examining the correlations with death numbers, there is a low-level negative correlation in the Transit Stations, Retail and Recreation, and Workplaces categories in the first few weeks. This finding may indicate that mobility in these categories decreased before the number of deaths increased. Correlations turn positive from week 5 onward. Therefore, death numbers rise 3-5 weeks after case increases. In the residential category, there is an inverse relationship with mortality rates. This suggests that staying at home has reduced mortality rates. In the park category, there is again a fragile, even neutral, relationship.

A series of regression and machine learning methods were tested to model the relationship between community mobility during the pandemic process and new case-new death rates. The performance of the developed models was evaluated based on the criteria of accuracy, generalizability, and interpretability. The method with the highest performance has been identified as XGBoost. The developed models and their associated metrics are provided below.

1. Linear Regression: First, a basic starting model was developed, and linear relationships were tested. The logarithm of the new death count variable was taken and used as the dependent variable. Mobility variables and their lagged versions (lag 3-7-14) were used as independent variables. The dataset is split into 80% training and 20% test datasets. The model's MAE and RMSE metrics were calculated to be high, while the R^2 value was low. The reasons for the model's insufficient performance are that outliers disrupt the model's balance and that non-linear effects specific to the pandemic period are ignored. Figure 12 shows the predictions of the linear regression model and the actual values. The R^2 value of the new_cases model, developed for the purpose of estimating new case numbers, was measured as 0.017, and the MSE value was measured as 4848527079. The R^2 value of the new_deaths model, developed for estimating death numbers, was measured as 0.05, and the MSE value was 122351.08.

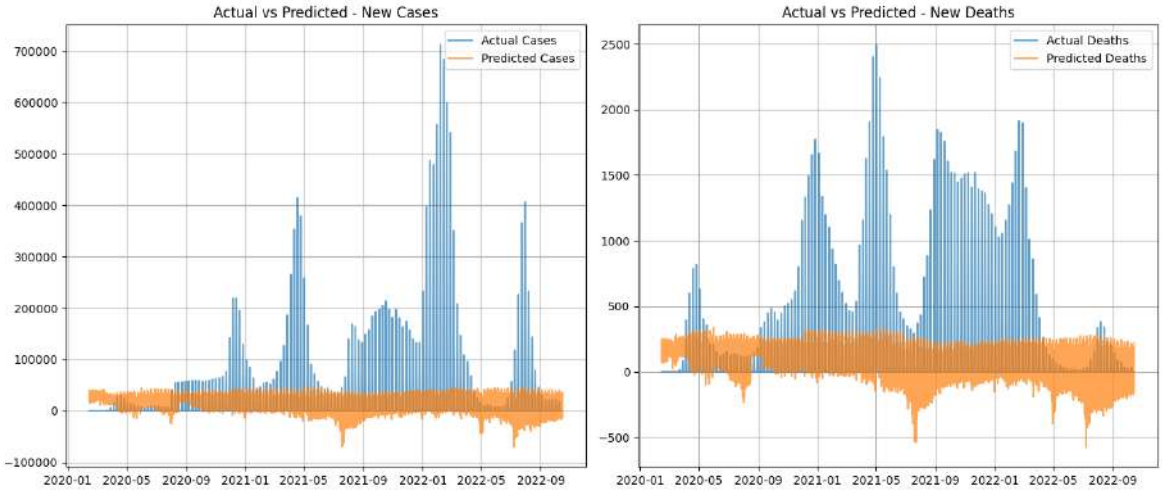


Figure 12. Linear Regression Model Results

2. Finding the lag point where each mobility variable reaches its highest correlation is critical for improving the model. When these lag values are used to create a new regression model, higher performance metrics can be achieved. In this step, the lags at which the highest correlations were observed were investigated using the cross-correlation function (CCF).

The results obtained are presented in Figure 13. When examining the values in Figure 13, it is observed that the mobility in the retail and grocery categories has a negative correlation, especially on the same day as the death data (lag=0). Relationships in the park, transit stations, and workplaces categories lead to longer delays (9-29 days). Mobility in the residential category responds within a maximum of 56 days and has a positive relationship. However, all correlation values are at a low level. This indicates that the model needs to be improved.

	mobility_var	target	best_lag	correlation
0	retail_and_recreation_percent_change_from_base...	new_cases	0	-0.054607
1	retail_and_recreation_percent_change_from_base...	new_deaths	0	-0.145343
2	grocery_and_pharmacy_percent_change_from_baseline	new_cases	0	-0.065121
3	grocery_and_pharmacy_percent_change_from_baseline	new_deaths	0	-0.139722
4	parks_percent_change_from_baseline	new_cases	28	-0.033230
5	parks_percent_change_from_baseline	new_deaths	29	-0.096817
6	transit_stations_percent_change_from_baseline	new_cases	20	-0.029944
7	transit_stations_percent_change_from_baseline	new_deaths	9	-0.094790
8	workplaces_percent_change_from_baseline	new_cases	0	-0.027058
9	workplaces_percent_change_from_baseline	new_deaths	21	-0.115845
10	residential_percent_change_from_baseline	new_cases	56	0.021896
11	residential_percent_change_from_baseline	new_deaths	56	0.073115

Figure 13. Cross Correlation Function Results

3. Each mobility variable was shifted according to its appropriate lag value to improve the model. Two separate regression models were developed for new cases and new deaths, and the results were evaluated. However, R^2 =0.014 and MSE=7522944120. The values for 8 are again at low levels. This indicates that mobility data is weak in explaining case and death numbers. It is estimated that many control variables affected case and death numbers during the pandemic process. Therefore, it is difficult to measure people's behavior solely by mobility. Delays are likely to be more complex. In the following step, experiments continued with new methods.
4. In this step, a model was developed by applying the random forest regressor method using lagged mobility data and target variables. The R^2 value for new cases is 0.896, and the MSE value is 473058699. It was measured as 2. For deaths, the R^2 value is 0.921 and the MSE value is 10573. It was measured as 0.3. The random forest regressor has been more successful compared to other methods. This can be attributed to the random forest regressor's ability to model non-linear relationships and interactions between variables well. Applying a lag has been meaningful, especially in processes that react slowly, such as mortality figures.
5. During the model testing process, it was observed that the model's performance was low after separating the training and test data. This finding suggests that in complex processes like pandemics, more sophisticated models that consider time series or temporal non-linear relationships are necessary. In this step, a new model was created using XGBoost. For new cases, R^2 = 0.04813434, MSE value 3124797228. For new deaths, R^2 = 0.033487224, MSE value 212299. Despite being a non-linear method, the XGBoost method did not produce satisfactory results.
6. In this step, a new model was generated with Prophet. The results produced by the model are given in Figure 14. In Figure 14, the black dots represent the actual number of cases, and the blue lines indicate the trend predictions of the Prophet model. The light blue band represents the uncertainty limits. Vertical lines, on the other hand, show the model's forward projection. The Prophet model has learned seasonal fluctuations quite well. However, it has struggled to predict some extreme peaks, such as those in mid-2021 and early 2022. This situation could be due to the model's slow response to unexpected sudden increases. Especially if policy changes, variant effects, or mass events are behind these jumps, the likelihood of forecasts being wrong increases. The MSE value of the Prophet model developed for new case prediction is 2322746446.70, the R^2 value was measured as 0.471. The MSE value for the Prophet model developed to estimate the number of deaths was measured as 14279008317.09, and the R^2 value was measured as -0.066. These results indicate poor performance for the Prophet model.

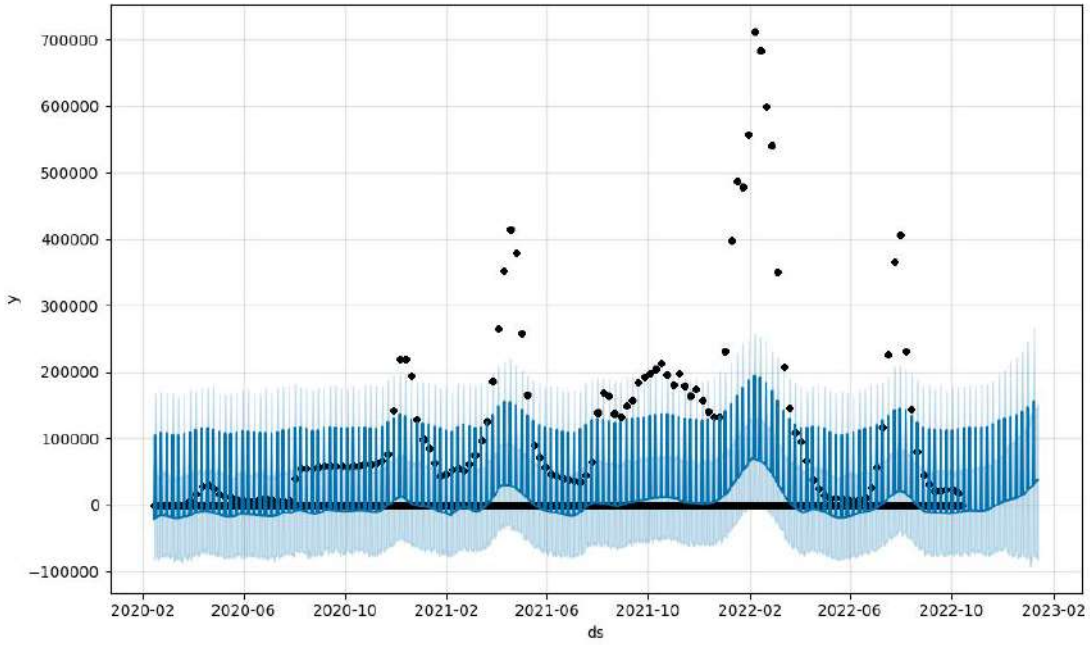


Figure 14. Prophet Model

7. In this step, the XGBoost method was tested again, considering lag effects. The MSE value of the model for estimating the number of deaths is 143918.79, the R^2 value was measured as 0.368. Metrics have increased compared to previous models. This situation indicates that the lag effect contributes to the model.
8. Since including lag effects in the model improves performance, in this step, the lag effect was slightly increased, and a new model was developed using the same method. The MSE value of the model developed for estimating mortality rates was measured as 0.16, and the R^2 value was measured as 0.954. Log transformation reduced the impact of outliers in the distribution and made it easier for the model to learn.

Step-4: XAI Measurements

Understanding which category is more predictive for the target variable is important in terms of indicating which criteria the model relies on most during the decision-making phase. These findings make the model's decision-making processes transparent and reveal which attributes are most dominant in the decisions made by the model. Based on this, a feature importance plot has been created. Figure 15 shows the attributes and effect levels.

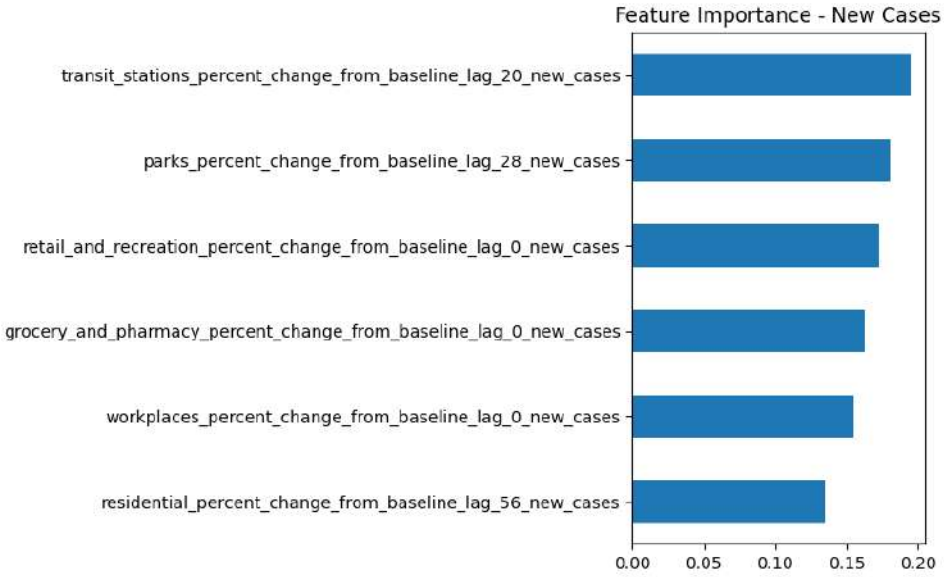


Figure 15 Feature Importance Plot

When examining the importance levels of the categories, the transit stations category is the one that most affects new cases. The use of public transportation can be a determining factor in the spread of the pandemic. The Parks category was measured as having a high impact for both target variables. It can be said that open spaces were effective during the summer waves of the pandemic. Mobility in the retail and recreation category is particularly impactful in terms of death toll. The most effective category in terms of death toll is the grocery and pharmacy category. It's conceivable that crowded supermarket environments at the beginning of the pandemic may have posed a risk. Workplaces are moderately effective for both target variables. During periods of economic activity, it may have influenced the increases. As the duration of staying at home increases, the number of cases and deaths decreases. This situation proves that the stay-at-home strategy is an effective method for controlling the pandemic.

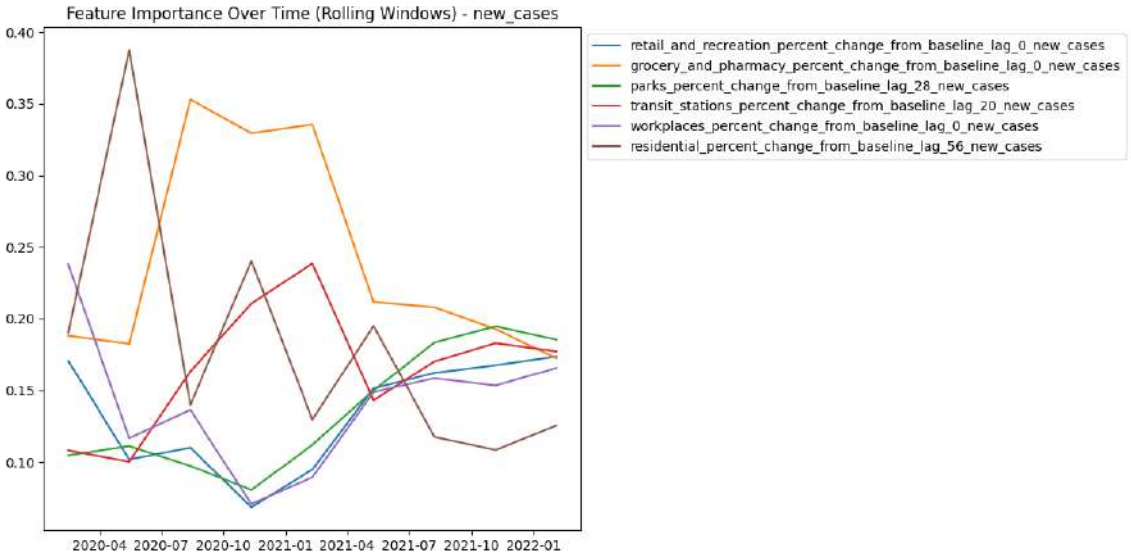


Figure 16. Feature Improtance Over TİIme (Rolling WİIndows)

When the model is retrained for 6-month periods, the feature importance graph has changed. Figure 16 shows the attribute importance levels in the case where the delay effects are considered.

According to this graph, very high levels of importance were observed in the grocery and pharmacy categories, especially at the end of 2020 and the beginning of 2021. This situation indicates that people turned to supermarkets more during the first waves of the pandemic. In mid-2020, a short-term boom is observed in the residential category. This situation marks the beginning of the restrictions. Until mid-2021, the importance of the transit stations and workplaces categories increased, after which they stabilized. This also indicates that the work arrangement continued to be effective in the later stages of the pandemic. The impact of the parks category has started to increase since the second half of 2021. It can be said that outdoor activity becomes important during the summer months. It can be said that the retail and recreation category has a relatively stable and moderate impact.
By increasing the lag effect and repeating the variable importance analysis, the results shown in Figure 17 were obtained.

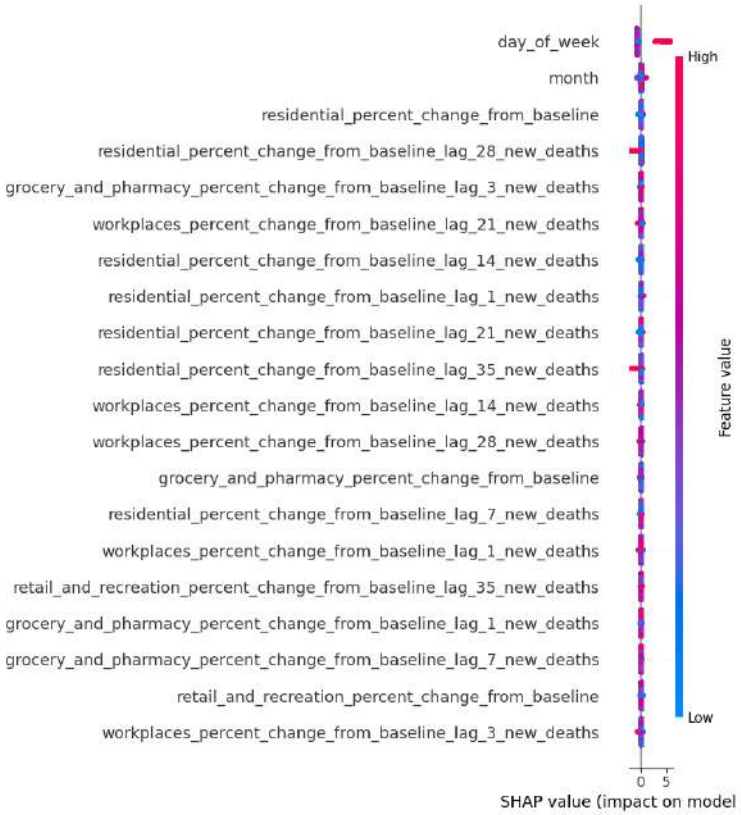


Figure 17. SHAP Analysis

The variables day_of_week and month still have a high impact on the model. However, unlike the previous ones, it is evaluated in conjunction with other variables. This also indicates a more equitable distribution. According to the Shap graph, the most effective variables are residential_percent_change_from_baseline,
residential_percent_change_from_baseline_lag_28_new_deaths,
grocery_and_pharmacy_percent_change_from_baseline_lag_3_new_deaths,
and workplaces_percent_change_from_baseline_lag_21_new_deaths. These variables contribute significantly to predicting the number of deaths.

RESULTS

Time Series Analysis Results

Time series analysis has clearly revealed the effects of the pandemic on social mobility across Turkey. It appears that critical thresholds such as lockdown decisions, holiday periods, and the transition to vaccination have caused sudden changes in social behavior. The fluctuations, especially in 2020 and 2021, demonstrate how pandemic policies directly impacted people's daily lives.

Descriptive Analysis Results

In a thematic mapping analysis of community mobility in Turkey during the COVID-19 pandemic, based on six main categories, distinct spatial patterns were observed. The impact of the pandemic was most evident in the public transportation and workplaces categories among the mobility categories studied. Thematic maps created within the descriptive analysis framework revealed the effects of the pandemic on social behavior at the provincial level. Categories like parks and markets represent behavioral adaptations. The residential map, on the other hand, shows that the behavior is integrated across the country.

In the retail and recreation category, mobility across the country significantly decreased during the pandemic. The Eastern and Southeastern Anatolia regions have seen decreases of up to 60%. There is a tendency for a more moderate decline or stabilization in the western regions. This situation highlights regional socioeconomic disparities and the sector-specific impacts of pandemic restrictions. Mobility in the grocery and pharmacy categories has exceeded pre-pandemic levels in most of Turkey. This increase varies between 30% and 80%, especially in the Marmara, Aegean, and Mediterranean regions. However, there is a decrease in some eastern and northeastern provinces such as Erzurum and Rize. This situation highlights not only the trend of stockpiling at home but also regional differences in infrastructure and access. There is high regional variability in park mobility. Significant increases have been observed in coastal provinces such as Izmir, Muğla, and Istanbul. The decreasing trend is more pronounced in Central Anatolia and the inner parts of the Black Sea region. The transformation of outdoor spaces into safe social interaction venues can be considered the main factor behind these increases. In public transportation activity, there are significant decreases across Turkey. There is a 30% to 60% decrease in major cities like Istanbul, Izmir, and Ankara. The shift to remote work, curfews, and the move toward individual transportation are among the main reasons for this decline. There is also a widespread decrease in mobility for workplaces. This decline is more pronounced in the Central Anatolia, Marmara, and Aegean regions. In provinces with high industrial and office density, there are rates approaching 50%. The nature of regional economic activities and the capacity for remote work directly influence this situation. The tendency to stay at home has significantly increased across the entire country. This category shows a positive change ranging from 8% to 17% in almost all of Turkey. The lack of significant change between different provinces indicates that homogeneous "stay at home" behavior has emerged at the national level.

This map-based analysis proves that the COVID-19 pandemic has profoundly impacted health policies and social behavior patterns. Regional differences, particularly in park usage, grocery shopping, and public transportation, are highly valuable for visualizing how communities respond to environmental and infrastructural conditions during a crisis.

Correlation Analysis Results

Case and death numbers increase approximately 3–6 weeks after an increase in mobility. This situation proves the delayed effect. It is important to consider the delay effect in models developed for pandemic processes. In the residential category, positive relationships were observed in all analyses. This situation proves that social isolation is effective in controlling pandemic processes. The strongest positive correlation was shown by the transit stations and workplaces category. Policymakers must take this finding seriously. COVID-19 does not blunt open space mobility in the park category. It may be important to pursue a different strategy in terms of restrictions.

Regression Results

Various regression techniques have been tested to model the relationship between mobility during the pandemic process and the number of new cases and deaths. When developing the regression model, the aim was to obtain a model that could predict the impact of variables with high accuracy and a high level of explainability. In this direction, different algorithms were evaluated, starting with classical regression techniques and progressing to advanced ensemble methods. Among these methods, only the XGBoost model produced stable and high-accuracy results. The success of this model stems from the flexibility of decision trees and the log-transformed target variable, which makes the dataset more suitable for its distribution. Among the reasons why other models fail are their inability to adequately represent complex relationships, situations like overfitting or underfitting, and their inability to handle external variables.

SHAP Analysis Results

Based on the importance levels obtained from the SHAP analysis, the categories, importance levels, and explanations that affect new case and death numbers are provided in Table 1.

Table 1 SHAP Analysis Results

Mobility Type	Importance (Cases)	Importance (Deaths)	Comment
Grocery & Pharmacy	0.1625	0.2287	Most influential category regarding deaths. Crowded market environments at the beginning of the pandemic may have posed a high risk.
Workplaces	0.1547	0.1457	Moderately important for both metrics. May be associated with increases during periods when economic activity continued.
Residential	0.1350	0.1602	As stay-at-home rates increase, case/death numbers tend to decrease – suggesting a protective effect.
Transit Stations	0.1947	0.1521	The category that affects case numbers the most. Public transit use may be a key factor in the spread of the virus.
Parks	0.1805	0.1546	High impact on both outcomes. Mobility in open areas may have influenced waves during summer months.
Retail & Recreation	0.1726	0.1588	Mobility in locations such as malls, restaurants, and cafes is particularly significant for deaths.

According to the table, public transportation and open spaces are highly correlated with new cases. Food and pharmacy mobility have the strongest associations with mortality rates. Staying at home is significant across both targets, particularly affecting mortality. Workplace mobility is a driver of case increases but is slightly less significant than the others.

Answers to the Research Questions

1. RQ1 - Mobility exhibited temporal and spatial fluctuations. While “Grocery and Pharmacy” mobility peaked especially during the initial pandemic waves (late 2020–early 2021), “Residential” mobility increased briefly during lockdowns and declined afterward. “Transit Stations” and “Workplaces” showed a gradual rise until mid-2021 before stabilizing. “Parks” became more relevant in the second half of 2021, likely reflecting seasonal outdoor activity patterns.
2. RQ2 - The magnitude of change was most prominent for:
    a. Grocery and Pharmacy: very high importance (>0.35) during the first waves. “Grocery” showed positive correlations with increased case/death rates, indicating risky mobility types.
    b. Retail: “Retail” showed positive correlations with increased case/death rates, indicating risky mobility types.

   c. Residential: sudden spikes during lockdowns. “Residential” had a negative relationship with case/death counts, suggesting a protective effect.
   d. Transit/Workplaces: moderate but consistent change. “Transit” showed positive correlations with increased case/death rates, indicating risky mobility types.
3. RQ3 - The observed patterns align well:
   a. Residential spikes occurred during lockdowns.
   b. Retail, Transit, and Parks increased after easing restrictions.
   c. Park mobility’s rise in the second half of 2021 indicates increased outdoor activity when restrictions were relaxed.
4. RQ4 - Clear correlations were established:
   a. Transit Stations: most associated with new cases.
   b. Grocery & Pharmacy: most associated with deaths.
   c. Residential: inverse relationship, possibly reflecting the impact of staying home.
   d. Retail & Recreation: moderately linked to death rates, less so to new cases.
5. RQ5 - increased mobility in “Transit Stations” showed impacts with a 3–6-week lag.
6. RQ6 - Parks are not directly correlated with cases/deaths, suggesting that outdoor strategies should be evaluated differently.
7. RQ7 - Grocery & Pharmacy: stronger predictor for deaths. Transit Stations: stronger predictor for cases.

DISCUSSION

This study analyzed the impact of community mobility on the number of new cases and deaths during the COVID-19 pandemic in Turkey, both temporally and spatially. In the first phase, forecasting models were built using various machine learning algorithms (linear regression, random forests, Prophet, XGBoost, ensemble methods, and stacking models). However, only the XGBoost algorithm achieved high accuracy ($R^2 = 0.954$), particularly on log-transformed death data. This result demonstrates XGBoost's more flexible and robust structure against complex, nonlinear relationships compared to other models.

Differences in model performance stem from both the structural characteristics of the data (e.g., seasonality, sudden spikes, and an abundance of near-zero values) and the model assumptions. The Prophet model was prone to overfitting or bias when exogenous variables were added, resulting in decreased performance. On the other hand, XGBoost successfully modeled the data with both lag variables and after normalization.

Within the explainable artificial intelligence (XAI) component, the variable significance levels of each model were extracted and made interpretable on spatiotemporal maps. For example, mobility in parks and public transportation were significant determinants of deaths in some cities, while ineffective in others. These findings suggest that policymakers should develop intervention strategies tailored to local conditions.

This analysis not only estimates the number of cases and deaths but also reveals the extent to which variables contribute to these outcomes, making the pandemic a more understandable and manageable process.

CONCLUSION

The main contributions of this study can be summarized as follows:

- Model Comparison: Many different models were tested, but only the XGBoost (log-transformed) model achieved the desired level of accuracy. This suggests that nonparametric algorithms compatible with the data structure can be more successful in complex datasets such as pandemic data.
- Temporal and Spatial Depth: The inclusion of lag variables in the modeling allowed us to understand how the effects of mobility change over time. Furthermore, the differences in variable effects across regions emphasized the need for spatial policy differences.
- Explainability with XAI: The fact that model outputs provide not only predictions but also explainability contributes to more informed and reliable health policy formulation. Thanks to

Explainable Artificial Intelligence (XAI), cause-and-effect relationships, not just "black box" results, are revealed.

Policy Recommendations:

- Localized intervention policies are necessary because different types of mobility are effective in different regions.
- Dynamic decision-making systems should be developed that consider changes over time. High-accuracy, explainable AI-based prediction systems should be integrated for use in future pandemics.

In these respects, this study serves not only as an academic analysis but also as a powerful guide for practical policymaking.

REFERENCES

Chu, L., et al. (2024). Relationships between geo-spatial features and COVID-19. Taylor & Francis.

Erfani, A., & Frias-Martinez, V. (2022). A fairness assessment of mobility-based COVID-19 case prediction models.

Google LLC. (2020). COVID-19 Community Mobility Reports. https://www.google.com/covid19/mobility/.

Heredia Cacha, I., et al. (2023). Forecasting COVID-19 spread through an ensemble of ML and population models in Spain. Nature.

Hong, W., et al. (2022). Comparison of XGBoost, RF, and LR for critical COVID pneumonia. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology.

Kapoor, A., et al. (2020). Examining COVID-19 Forecasting using Spatio-Temporal Graph Neural Networks.

Khalili, H., et al. (2024). Towards Improved XAI-Based Epidemiological Research.

Li Shi, Z., et al. (2023). Interpretable ML for disparity in COVID-19 mortality.

Liang, Y., et al. (2024). Predicting short-term COVID-19 reinfection risk in rheumatic patients using XGBoost. Journal of Translational Medicine.

Rahman, R. (2023). Analysing impact of socio-economic factors on COVID-19 with XGBoost. PMC.

Ritchie, H., Mathieu, E., Rodés-Guirao, L., Appel, C., Giattino, C., Ortiz-Ospina, E., Hasell, J., Macdonald, B., Beltekian, D., & Roser, M. (2020). Coronavirus Pandemic (COVID-19). Our World in Data. https://ourworldindata.org/coronavirus.

Sapra, V., et al. (2025). SHAP-Driven Ensemble Learning for Explainable COVID-19 Detection.

Seibold, B., Vucetic, Z., & Vucetic, S. (2020). Quantitative Relationship between Population Mobility and COVID-19 Growth Rate based on 14 Countries.

Vimbi, V., et al. (2024). Interpreting AI models: LIME and SHAP in Alzheimer's detection. Brain Informatics.

Zheng, H.-L., et al. (2023). A data-driven interpretable ensemble framework based on tree models for forecasting the occurrence of COVID-19 in the USA. Environmental Science and Pollution Research.

Zhu, S., et al. (2020). High-resolution Spatio-temporal Model for County-level COVID-19 Activity in the U.S.

TÜRKİYE'DE ÖNEMLİ BİR YAĞLI TOHUM: ÇİĞİT

Prof. Dr. Burhan ARSLAN
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-9728-4059

Doç. Dr. Emrullah CULPAN
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-0702-7121

ÖZET
Pamuk bitkisinin liflerinden sonra en önemli yan ürünü olan çiğit, tarım ve sanayi açısından yüksek ekonomik değere sahiptir. Çiğit, pamuk hasadı sonrası elde edilen tohumu ifade etmekte ve hem hayvancılıkta yem hammaddesi hem de sanayide ham madde olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Çırçırlamadan sonra elde edilen çiğit, içerdiği yüksek yağ ve protein oranı sayesinde özellikle yem sanayisinde rasyonlara eklenerek büyükbaş hayvan beslenmesinde tercih edilmektedir. Bununla birlikte çiğit, bitkisel yağ üretiminde de önemli bir role sahiptir. Rafine edilerek gıda sektöründe kullanılan pamuk yağı, doymamış yağ asitleri açısından zengin olup, sağlıklı bir bitkisel yağ alternatifi sunar. Ayrıca sabun, kozmetik ve biyodizel üretiminde de değerlendirilen pamuk yağı, sürdürülebilirlik açısından öne çıkmaktadır. Pamuk tohumu küspesi ise, yağ alındıktan sonra kalan protein açısından zengin yan ürün olarak hayvan yemi üretiminde değerlendirilmektedir. Sonuç olarak, çiğit yalnızca pamuk elyafı üretiminin bir yan ürünü değil, aynı zamanda tarım, gıda ve sanayi sektörlerine önemli katkılar sağlayan stratejik bir tarımsal üründür. Bu nedenle çiğitin değerlendirilmesi hem ekonomik katma değer yaratmakta hem de atık yönetimi açısından sürdürülebilir bir yaklaşım sunmaktadır.
Anahtar kelimeler: Pamuk, Çiğit, Bitkisel Yağ, Sürdürülebilirlik

A MAJOR OILSEED IN TÜRKİYE: COTTONSEED

ABSTRACT
Cottonseed, the most important by-product of the cotton plant after its fiber, has high economic value in agriculture and industry. Cottonseed refers to the seed obtained after the cotton harvest and is widely used both as a feedstock in livestock farming and as a raw material in industry. Cottonseed obtained after ginning, thanks to its high oil and protein content, is preferred in cattle feed, especially in the feed industry, where it is added to rations. Cottonseed also plays a significant role in vegetable oil production. Refined cottonseed oil, used in the food industry, is rich in unsaturated fatty acids and offers a healthy vegetable oil alternative. Cottonseed oil, also used in soap, cosmetics, and biodiesel production, stands out in terms of sustainability. Cottonseed meal, the protein-rich by-product remaining after oil extraction, is used in animal feed production. Consequently, cottonseed is not only a byproduct of cotton fiber production but also a strategic agricultural product that contributes significantly to the agricultural, food, and industrial sectors. Therefore, the utilization of cottonseed creates both economic added value and offers a sustainable approach to waste management.
Keywords: Cotton, Cottonseed, Vegetable Oil, Sustainability

GİRİŞ
Çiğit, pamuk bitkisinden elde edilen kıymetli bir tarımsal yan üründür. Genellikle sadece lif üretimiyle anılan pamuk bitkisi, aslında tohumu sayesinde hem tarım hem de sanayi alanında çok yönlü bir değere sahiptir. Pamuk lifi alındıktan sonra geriye kalan çiğit gerek hayvancılıkta yem olarak gerekse endüstriyel yağ üretiminde yaygın şekilde kullanılmaktadır (Özdoğru, 2021). Çiğit, içerdiği yüksek protein oranı sayesinde özellikle büyükbaş hayvan yemlerinde tercih edilen bir yem maddesidir (Kaplan ve ark., 2017). Aynı zamanda pamuk tohumu yağı, gıda sektöründe kullanıldığı gibi sabun, boya ve kozmetik ürünlerinin üretiminde de değerlendirilmektedir (Delgado ve ark., 2019; Kıllı ve Beycioğlu, 2019). Türkiye gibi pamuk üretiminin yaygın olduğu ülkelerde çiğit, hem yerel ekonomiye katkı sağlayan bir yan ürün hem de sürdürülebilir tarımın önemli bir parçasıdır.

Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre, 2024 yılında 1.345.800 ton çiğit üretimi gerçekleşmiş ve ortalama tohum verimi 288 kg/da olmuştur (Çizelge 1). Çiğitten elde edilen yağ miktarı yıllara göre değişmekle birlikte 170-200 bin ton civarında olup, ülkemiz bitkisel yağ üretimine katkısı oldukça önemlidir.

Çizelge 1. Türkiye'nin son 15 yıla ait Çiğit (Pamuk Tohumu) Üretim Verileri

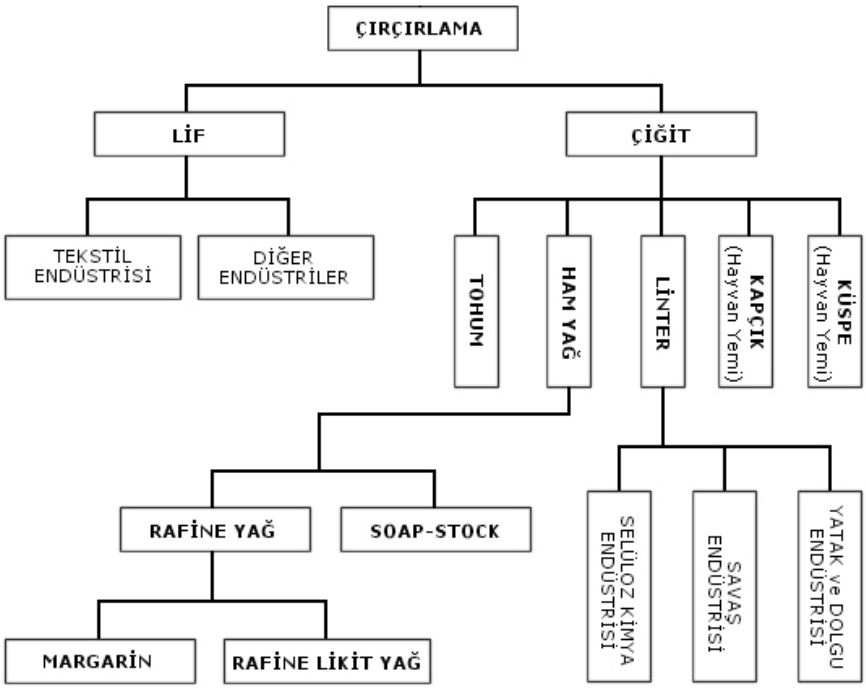
Yıllar*	Ekim Alanı (ha)**	Verim (kg/da)	Üretim Miktarı (ton)
2010	4.806.500	265	1.272.800
2011	5.420.000	282	1.527.360
2023	4.884.963	281	1.373.440
2013	4.508.900	285	1.287.000
2014	4.681.429	297	1.391.200
2015	4.340.134	280	1.213.600
2016	4.160.098	303	1.260.000
2017	5.018.534	293	1.470.000
2018	5.186.342	297	1.542.000
2019	4.778.681	276	1.320.000
2020	3.592.200	296	1.064.189
2021	4.322.790	312	1.350.000
2022	5.731.613	288	1.650.000
2023	4.774.384	264	1.260.000
2024	4.669.272	288	1.345.800

*Türkiye İstatistik Kurumu, 2024; **Ekili alan pamuk (kütlü) ekim alanını ifade eder.

Son yıllarda artan doğal kaynakların verimli kullanımı ve tarımsal atıkların değerlendirilmesi yönündeki çabalar, pamuk tohumunun potansiyelini daha da ön plana çıkarmıştır. Bu derlemede, çiğitin kimyasal yapısı, kullanım alanları ve ekonomik değeri gibi yönleri ele alınarak bu önemli tarım ürününün çok yönlü katkıları değerlendirilmiştir.

ÇİĞİTİN KULLANIM ALANLARI

Pamuk yağı, hem besin değeri yüksek bir yemeklik yağ olarak hem de sabun, kozmetik ve biyodizel üretiminde önemli bir hammadde olarak ekonomik değeri yüksek bir üründür. Linter, pamuk tohumunun yüzeyindeki kısa liflerden oluşur ve kağıt, filtre üretimi ile medikal malzemelerde kullanılması sayesinde tekstil dışı alanlarda da büyük önem taşır. Pamuk küspesi ise pamuk tohumu işlendikten sonra kalan posadır ve yüksek protein içeriği sayesinde hayvan yemi olarak beslenmede önemli bir kaynak olarak değerlendirilir (Şekil 1). Bu ürünler, pamuk tarımının verimliliğini artırarak hem tarım hem de sanayi sektörlerinde sürdürülebilirliği ve ekonomik kazancı desteklemektedir.



Şekil 1. Pamuğun kullanım alanları şeması (Güzel, 2010)

Tohum (Çiğit)

Çiğit, ayçiçeği tohumu gibi diğer yağlı tohumlara benzer bir yapıda olup, dışı sert bir kabukla çevrili değerli bir yağlı tohumdur. Bu tohum, hasat edilen kozadaki liflerin (elyafların) çırçırlama işlemiyle ayrılması sonucu elde edilir. Çırçırlama sonrasında pamuk liflerinin oluşturduğu ve genellikle yüzeyde biriken ince, hafif bir lif katmanı olan hav tabakası oluşur. Daha sonra bu tabaka seyreltik sülfürik asit (genellikle %5-10 oranında) ile kimyasal olarak çözündürülüp temizlenir (Kıvrak, 2005) (Şekil 2).

Havlı Çiğit (a) Havı Alınmış Çiğit (b)

Şekil 2. Pamuk Tohumu [Anonim (2025a), Anonim (2025b)]

Ham Yağ

Pamuk yağı, açık sarı renkte, hafif tatlımsı bir aromaya sahip, yüksek ısılara dayanabilen sağlıklı bir bitkisel yağdır. İçeriğinin doymamış yağ asitleri bakımından zengin olması nedeniyle kalp sağlığına olumlu katkı sağlar (Şekil 3). Ayrıca sabun, kozmetik ve biyodizel üretiminde de yaygın olarak kullanılır. Pamuk tohumunun (çiğit) kabuklu ağırlığının yaklaşık %39'unu karbonhidratlar, %12-25'ini yağ, %18-35'ini protein, %12'sini ham selüloz ve %4'ünü de kül oluşturmaktadır (Mert ve ark., 2004; Saxena ve ark., 2011).

Ham Pamuk Yağı (c) Rafine Pamuk Yağı (d)

Şekil 3. Pamuk Yağı [Anonim (2025c), Anonim (2025d)]

Pamuk tohumu yağı, %19'u tekli doymamış (oleik asit) ve %57'si çoklu doymamış (linoleik asit) olmak üzere, yaklaşık %76 oranında doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır (Ganesan ve ark., 2018). Pamuk tohumu yağı, lezzet stabilitesi nedeniyle margarin, salata yağı, mayonez ve benzeri ürünlerde kullanılır (Kumar ve ark., 2021).

Linter

Linter, pamuk tohumu yüzeyinde bulunan kısa ve ince liflerden oluşan bir yan üründür. Pamuk işleme sürecinde, uzun pamuk lifleri ayrıldıktan sonra geride kalan bu kısa lifler, özellikle tekstil endüstrisinde ikinci bir hammadde kaynağı olarak büyük önem taşır (Özel, 2015). Linter lifleri, uzun pamuk liflerine kıyasla daha kısa ve ince olduğu için doğrudan iplik üretiminde kullanımı sınırlıdır; ancak kağıt üretimi, filtre malzemeleri, medikal ürünler (örneğin bandaj ve gazlı bez) ve özel teknik tekstil ürünlerinde tercih edilir (Singh ve ark., 2023; Kimura ve ark., 2024). Ayrıca, linterin kimyasal yapısı nedeniyle selüloz türevleri üretiminde de kullanılması, petrokimya endüstrisinde biyobazlı hammaddeler için alternatif oluşturur (Yazıcıoğlu, 1999; Kırcı ve ark., 2001). Bu yönleriyle linter, pamuk üretiminin atıklarını değerlendiren ve ekonomiye katma değer sağlayan sürdürülebilir bir kaynak olarak önemli bir role sahiptir.

Kapçık

Kapçık, büyükbaş hayvan beslenmesinde kritik öneme sahip bir dolgu yemi olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu yem, hayvanların enerji ihtiyacını dengelemek amacıyla rasyonlarda yer almakta ve verimliliği artırmayı hedeflemektedir. Özellikle yoğun besi dönemlerinde, kapçığın uygun maliyetli ve besleyici bir alternatif sunması sektörde tercih edilme oranını artırmaktadır (Anonim, 2025e).

Küspe

Pamuk küspesi, çiğit işlendikten sonra geriye kalan kısmı olup yüksek protein ile lif içeriği sayesinde hayvan yemlerinde kullanılan değerli bir besin kaynağıdır. Çiğitin yağı alındıktan sonra geriye kalan küspesinde %41 ham protein, %1.5-3.9 ham yağ, %11.3-12.7 ham selüloz, %0.16 kalsiyum ve %0.32 fosfor bulunmakta ve ayrıca aminoasitlerce zengin olması nedeniyle değerli bir hayvan yemidir (Kaplan ve ark., 2017). Ancak pamuk tohumlarında bulunan gossipol, dihidroksifenol ve siklopropenoid yağ asitleri gibi doğal toksik bileşikler, rasyonlara katılabilecek miktarlarını sınırlamaktadır (Morton, 1974; Küçükyıldırım, 2024).

ÇİĞİTİN EKONOMİK ÖNEMİ

Pamuk, ülkemiz tarımında büyük öneme sahip bir üründür. 2023 üretim yılı itibarıyla, yer aldığı 'Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler' grubunda, buğdaydan sonra en yüksek ikinci hasılayı sağlamıştır. Bunların yanı sıra pamuk, asıl ve yan ürünleriyle yaklaşık otuz farklı sanayi koluna ham madde sağlayarak ülke ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır. 2023 yılında üretilen 2 milyon 100 bin ton kütlü pamuktan yaklaşık olarak 777 bin ton lif pamuk (mahlıç), 1 milyon 260 bin ton çiğit; bu çiğitten ise yaklaşık 170-180 bin ton yemeklik yağ ve 793 bin ton yemlik küspe elde edilmiştir.

Ayrıca, 170 bin ton linter ve 19 bin ton pamuk telefi de başta tıbbi malzeme ve kozmetik olmak üzere birçok sanayi dalında kullanıma sunulmuştur (Anonim, 2023).

SONUÇ

Çiğit çok yönlü kullanım alanı olan stratejik öneme sahip tarımsal bir üründür. Yemeklik yağ üretiminde hammadde olarak kullanılmasının yanı sıra, hayvancılık sektöründe yemlik küspe formunda değerlendirilebilmekte, ayrıca biyodizel üretimi gibi enerji alanlarında da potansiyel taşımaktadır. Bu yönleriyle çiğit hem ekonomik katma değer yaratmakta hem de pamuk üretiminde oluşan atıkların değerlendirilmesiyle çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla çiğitin etkin bir şekilde işlenmesi ve değerlendirilmesi, sadece ekonomik kazanç değil, aynı zamanda çevresel sorumluluk açısından da önemli bir fırsat sunmaktadır.

KAYNAKÇA

Anonim, (2023). Ulusal Pamuk Konseyi, Pamuk Sektör Raporu. 18 Ağustos 2025, https://www.upk.org.tr/

Anonim, (2025a). Çiğit. 16 Ağustos 2025, https://www.gapyagder.org.tr/

Anonim, (2025b). Pamuk tohumu. 16 Ağustos 2025, https://ozaltintarim.com.tr/

Anonim, (2025c). Ham pamuk yağı. 16 Ağustos 2025, https://erimarikan.com/

Anonim, (2025d). Rafine pamuk yağı. 16 Ağustos 2025, https://store.molimor.co/

Anonim, (2025e). Pamuk çekirdeği kapçığı. 18 Ağustos 2025, https://www.bagyaglari.com/

Delgado, E., Valverde-Quiroz, L., Lopez, D., Cooke, P., Valles-Rosales, D., Flores, N. (2019). Characterization of soluble glandless cottonseed meal proteins based on electrophoresis, functional properties, and microscopic structure. Journal of Food Science, 84(10), 2820-2830.

Ganesan, K., Sukalingam, K., Xu, B. (2018). Impact of consumption and cooking manners of vegetable oils on cardiovascular diseases-A critical review. Trends in Food Science & Technology 71, 132-154.

Güzel, G. (2010). Tekstilde pamuğun standardizasyonunun önemi üzerine bir araştırma (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Kaplan, M., Fidan, M. S., Kökten, K., Ülger, İ. (2017). Bazı pamuk çeşitlerinin (*Gossypium hirsitum* L.) çiğitlerinin kimyasal kompozisyonu in vitro gaz üretimi. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 14(2), 93-99.

Kıllı, F., Beycioğlu, T. (2019). Türkiye'de ve Dünyada yağlı tohum ve ham yağ üretim durumu, Türkiye yağlı tohum üretimine ilişkin önemli sorunlar. Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi, 1(5), 17-33.

Kırcı, H., Ateş, S., Akgül, M. (2001). Selüloz türevleri ve kullanım yerleri. Fen ve Mühendislik Dergisi, 4(2), 119-130.

Kıvrak, G. (2005). Yoğun havlı Sayar-314 pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşidi tohumunda farklı doz ve sürelerde sülfürik asit (H_2SO_4) uygulamalarının hav alma (delintasyon) oranı ve tohum canlılığına (çimlenme) etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Kimura, E., Adams, C., DeLaune, P. B., Ramirez, J., Thapa, S. (2024). Effect of cotton population density on lint yield and fiber quality. Agrosystems, Geosciences & Environment, 7, e20497.

Kumar, M., Tomar, M., Punia, S., Grasso, S. ve ark. (2021). Cottonseed: A sustainable contributor to global protein requirements. Trends in Food Science & Technology, 111, 100-113.

Küçükyıldırım, M. (2024). Ekstraksiyon yöntemlerinin pamuk tohumu (çiğit) proteini özellikleri ve gosipol içeriğine etkisinin araştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

Mert, M., Akışcan, Y., Gencer, O. (2004). Inheritance of oil and protein content in some cotton generations. Asian Journal of Plant Sciences 3(2), 174-176.

Morton, C.F. (1974). Folk remedies of the low country. Inc, Miami, Florida: E.A. Seemann Publishing.

Özel, E. (2015). Türkiye'deki çırçır-linter-prese işletmelerinin durumlarının incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Özüdoğru, T. (2021). Dünya ve Türkiye'de pamuk üretim ekonomisi. Tekstil ve Mühendis, 28(122), 149-161.

Saxena, D.K., Sharma, S.K., Sambi, S.S. (2011). Kinetics and thermodynamics of cottonseed oil extraction. Grasas Y Aceites 62(2), 198-205.

Singh, J., Gamble, A. V., Brown, S. ve ark. (2023). 65 years of cotton lint yield progress in the USA: Uncovering key influential yield components. Field Crops Research, 302, 109058.

TÜİK, (2024). Türkiye İstatistik Kurumu. 20 Ağustos 2025, http://www.tuik.gov.tr/

Yazıcıoğlu, G. (1999). Pamuk ve diğer bitkisel lifler. Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Basım Ünitesi, İzmir.

TÜRKİYE'NİN BİTKİSEL YAĞ ÜRETİMİNE ALTERNATİF YAĞ BİTKİLERİNİN KATKISI

Doç. Dr. Emrullah CULPAN
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-0702-7121

ÖZET
Türkiye birçok tarımsal üründe yeterli üretim düzeyine sahip olmasına rağmen, özellikle yağlı tohumlar ve bitkisel yağ üretimi konusunda dışa bağımlı bir yapı sergilemekte ve üretim açısından yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, Türkiye uzun yıllardır yağlı tohumlar ve bitkisel yağlar ticaretinde net ithalatçı konumunda yer almaktadır. Alternatif yağ bitkileri, Türkiye'de marjinal alanlarda yetiştirilen değerli tarım ürünleri olup, yağ üretimine önemli katkı sağlayabilecek potansiyele sahiptir. Bu yağ bitkilerinin başında kolza (kanola), aspir, yerfıstığı, susam ve keten gelmektedir. Ancak bu bitkilerden sadece kolza ve aspir, bitkisel yağ üretimine katkı sağlamaktadır. 2024 yılında ülkemizde 247 bin ton yerfıstığı, 101 bin ton kolza, 29 bin ton aspir, 14 bin ton susam ve sadece 188 ton keten tohumu üretilmiştir. Bu üretim miktarı, Türkiye'nin toplam yağlı tohum üretiminin yaklaşık %10'unu oluşturmakta olup, yüksek yağ tüketimi olan ülkemizde alternatif yağ bitkilerinin üretimi ise oldukça düşüktür. Türkiye'nin hemen hemen her bölgesi, majör ve alternatif yağ bitkilerinin üretimi için uygun olmasına rağmen, artan bitkisel yağ açığı büyük bir sorun teşkil etmektedir. Bu çalışmada, Türkiye'deki alternatif yağ bitkilerinin mevcut durumu, üretimi ve bitkisel yağ üretimine olan katkıları ele alınmıştır.
Anahtar kelimeler: Alternatif Yağ Bitkileri, Yağlı Tohumlar, Bitkisel Yağ Açığı, Sürdürülebilirlik

THE CONTRIBUTION OF ALTERNATIVE OILSEED CROPS TO TÜRKİYE'S VEGETABLE OIL PRODUCTION

ABSTRACT
Although Türkiye has sufficient production levels in many agricultural products, it exhibits a dependency on imports, especially in oilseed crops and vegetable oil production, and falls short in terms of domestic production. Therefore, Türkiye has been in a position of a net importer in the trade of oilseed crops and vegetable oils for many years. Alternative oilseed crops are valuable agricultural products grown in marginal areas in Türkiye, and they have the potential to make a significant contribution to oil production. The primary oilseed crops in this category include rapeseed (canola), safflower, peanuts, sesame, and linseed. However, only canola and safflower contribute to vegetable oil production. In 2024, Türkiye produced 247.000 tons of peanuts, 101.000 tons of rapeseed, 29.000 tons of safflower, 14.000 tons of sesame, and only 188 tons of linseed. This production volume accounts for approximately 10% of Türkiye's total oilseed production, while the production of alternative oilseed crops remains quite low in a country with high oil consumption. Although almost every region of Türkiye is suitable for the production of major and alternative oilseed crops, the increasing vegetable oil deficit poses a significant problem. This review examines the current status of alternative oilseed crops in Türkiye, their production, and their contributions to vegetable oil production.
Keywords: Alternative Oilseeds, Oilseed Crops, Vegetable Oil Deficit, Sustainability

GİRİŞ
Bitkisel yağlar, tek yıllık ve çok yıllık yağ bitkilerinden elde edilmektedir (Culpan, 2015). En yaygın kültürü yapılan tek yıllık yağ bitkileri arasında soya, kolza (kanola), yerfıstığı, ayçiçeği, susam, keten, aspir, ketencik, crambe, hardal ve hintyağı yer almaktadır. Türkiye'de ise en fazla üretilen yağ bitkileri sırasıyla ayçiçeği (2.2 milyon ton), yerfıstığı (247 bin ton), soya (180 bin ton), kolza (101 bin ton), aspir (29 bin ton) ve susam (14 bin ton)'dır (TÜİK, 2024).
Türkiye, birçok tarımsal üründe yeterli üretim kapasitesine sahip olmasına karşın, özellikle yağlı tohumlar ve bitkisel yağ üretimi konusunda dışa bağımlı bir yapı sergilemekte ve bu alanda üretim açısından yetersiz kalmaktadır.

Bu durum, ülkenin uzun yıllardır yağlı tohumlar ve bitkisel yağlar ticaretinde net ithalatçı konumunda bulunmasına neden olmaktadır. Alternatif yağ bitkileri ise Türkiye'de marjinal alanlarda yetiştirilen ve yağ üretimine önemli katkı sağlama potansiyeli taşıyan değerli tarım ürünleri arasında yer almaktadır. Bu bitkiler arasında kolza (kanola), aspir, yerfıstığı, susam ve keten öne çıkmakta olup, yalnızca kolza ve aspir bitkileri bitkisel yağ üretimine doğrudan katkı sağlamaktadır.

Kolza (Kanola)

Dünyada, soya fasulyesinden sonra en geniş ekim alanına (45.5 milyon ha) ve üretim miktarına (2023 yılı itibarıyla 92 milyon ton) sahip olan kolza (*Brassica napus* L.), yemeklik sıvı yağ, küspe ve biyodizel üretiminde en önemli yağ bitkisi olarak öne çıkmaktadır. Kanola tohumları, %44-50 arasında yağ içeriğine sahip olup, bu yağ; oleik (%65.39), linoleik (%16.32), α-linolenik (%7.54) ve palmitik (%4.29) yağ asitlerinden oluşmaktadır (Gürsoy ve Kolsarıcı, 2017; Secci ve ark., 2023).

Ülkemizde kolza tarımı ilk olarak II. Dünya Savaşından sonra Balkan göçmenleri tarafından Trakya Bölgesinde başlatılmış ve daha sonra diğer bölgelere yayılmıştır. Ancak 1979 yılında, kolza yağındaki insan sağlığına zararlı erusik asit (C22:1) ve küspesindeki hayvan sağlığına zararlı glukozinolat oranlarının yüksek olması nedeniyle Türkiye'de ekimi ve üretimi yasaklanmıştır (Kolsarıcı ve ark., 2005). Daha sonra, yağ kalitesi açısından ıslah edilen 00 tipi çeşitler "Kanola" ticari ismiyle ülkemize getirilerek tarımı yeniden başlatılmış, ancak istenilen seviyelere ulaşılamamıştır. 2024 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye'de 29.519 ha alanda 101.200 ton kolza üretilmiş olup ortalama tohum verimi 343 kg/da olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Türkiye'nin son 10 yıla ait Kolza (Kanola) Üretim Verileri

Yıllar*	Ekim Alanı (ha)	Verim (kg/da)	Üretim Miktarı (ton)
2015	35.081	344	120.000
2016	35.453	353	125.000
2017	16.520	364	60.000
2018	37.845	330	125.000
2019	52.514	343	180.000
2020	34.989	347	121.542
2021	37.601	372	140.000
2022	41.145	365	150.000
2023	32.291	372	120.000
2024	29.519	343	101.200

*Türkiye İstatistik Kurumu, 2024

Kolzanın iklim istekleri, buğday bitkisine oldukça benzer olup (Tıraş, 2011), ekimi ve hasadı (Eylül-Temmuz) neredeyse aynı dönemlerde yapılmaktadır. Kolzayı özel kılan nedenler arasında, rozet döneminde kışa girerek soğuklara ve dona dayanabilmesi, doğal yağışlarla yetinerek ilave sulama gerektirmemesi, en geç temmuz ayında hasat olgunluğuna ulaşması, hasadının tahıl biçerdöveri ile kolaylıkla yapılabilmesi ve kuru tarım koşullarında serin iklim tahıllarına göre daha yüksek verim sağlaması yer almaktadır (Arslan, 2016). Kolzanın potansiyel ekim alanları, Marmara, Orta Anadolu ve Geçit bölgelerinin yanı sıra Karadeniz, Güneydoğu Anadolu (GAP) ve Çukurova bölgeleri olarak görülmektedir. Trakya Bölgesinde üretimi yaygın olan kolza, ülkemizin bitkisel yağ üretimine önemli katkı sağlamaktadır. Kolza başta Tekirdağ olmak üzere (%26), Konya (%17,4), Ankara (%16,9), Edirne (%8,5), Kırklareli (%7,4) ve İstanbul (%7,4) illerinde üretilmektedir (TÜİK, 2024). Türkiye'de kolza üretimi son 10 yılda 100-150 bin ton arasında değişmiş olup, bu üretimin ülkemizin bitkisel yağ üretimine katkısı ortalama 50-60 bin ton civarında gerçekleşmiştir.

Aspir

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.), günümüzden yaklaşık 3000 yıl önce Orta Doğu'da kültüre alınmaya başlanmış en eski bitkilerden biridir (Knowles, 1982). Güçlü kök sistemi sayesinde kurak bölgelerde yetiştirildiğinde, diğer yağ bitkilerine kıyasla kuraklığa daha fazla tolerans göstermektedir. Aspir tohumu, %18-36 arasında yağ içermektedir. Bu yağın yaklaşık %90'ı doymamış yağ asitlerinden oluşurken, geri kalan %10'luk kısmı ise doymuş yağ asitleri olan palmitik asit ve stearik asitten meydana gelir (Kurt ve ark., 2025). Linoleik aspir tipleri, %71-75 oranında linoleik asit, %16-20 oranında oleik asit, %6-8 oranında palmitik asit ve %2-3 oranında stearik asit içerirken, oleik tipleri de mevcuttur (Aydeniz ve ark., 2014; Culpan, 2023).

Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre, 2024 yılında 25.417 ha alanda 29.000 ton aspir üretimi gerçekleştirilmiş ve ortalama tohum verimi 114 kg/da olmuştur (Çizelge 2). 2015 ve 2016 üretim sezonlarında aspir ekim alanlarında önemli artışlar gözlemlenmiş, ancak sonrasında tekrar bir azalma yaşanmıştır.

Çizelge 2. Türkiye'nin son 10 yıla ait Aspir Üretim Verileri

Yıllar*	Ekim Alanı (ha)	Verim (kg/da)	Üretim Miktarı (ton)
2015	43.107	164	70.000
2016	39.571	147	58.000
2017	27.376	183	50.000
2018	24.693	142	35.000
2019	15.860	138	21.883
2020	15.115	141	21.325
2021	14.588	111	14.000
2022	26.237	114	15.000
2023	32.129	121	39.000
2024	25.417	114	29.000

*Türkiye İstatistik Kurumu, 2024

Aspir, ekolojik istekleri bakımından seçici olmaması, kurağa dayanıklılığı ve sulama gereksinimi olmadan yetişebilmesi nedeniyle, özellikle nadas alanlarının değerlendirilmesine imkan tanıyarak, ülkemizin yağ açığını kapatma potansiyeline sahip yağ bitkilerinden biri olabileceğini göstermektedir (Arslan ve Culpan, 2018). Ülkemizde buğday-nadas sisteminin yaygın olarak uygulandığı Orta Anadolu Bölgesi'nin kurak ve yarı kurak alanlarında aspir, buğday ile yapılan ekim nöbetinde yer alabilecek en önemli alternatif yağ bitkisi olarak öne çıkmaktadır. Türkiye'de aspir üretimi son 10 yılda dalgalı bir seyir izlemiş ve 70 bin tonlara kadar çıkan üretim miktarı bazı yıllarda 14 bin tona düşmüştür (Çizelge 2). Aspirin bitkisel yağ üretimine katkısı ortalama 10-15 bin ton civarında olup bu miktar, Türkiye'nin hemen hemen her bölgesi aspir yetiştiriciliğine uygun olmasına rağmen oldukça düşüktür.

Yerfıstığı

Baklagiller familyasından olan yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.), hem yağ hem de protein kaynağı bir bitki olup, üretiminin fazla olmadığı ülkelerde genellikle çerez olarak tüketilirken, fazla üretildiği ülkelerde hem yağ hem de çerez olarak (özellikle yağ oranı düşük tipler) kullanılan değerli bir yağ bitkisi olarak öne çıkmaktadır (Çiftçi ve Suna, 2022). Yerfıstığının meyveleri (tohumları), çeşitli şekillerde (tuzlu-tuzsuz, kavrulmuş-kavrulmamış) çerez olarak tüketilmektedir. Toprak altında, kabukları içerisinde gelişen bu meyvelerin iç oranı %65-78, kabuk oranı ise %22-35 arasında değişmektedir. Taneler, yağ ve protein açısından zengin olup, kabuklu taneler %43-55 yağ ve %25-36 protein içermektedir. Yağlık tiplerde (küçük tohumlu) ise yağ oranı %60'a kadar çıkabilmektedir (Savage ve Keenan, 1994; Yol ve ark., 2017).

Yerfıstığı tipleri, virginia, runner, spanish ve valencia olarak dört ana gruba ayrılır. Virginia tipi, büyük taneleri ve yüksek yağ içeriğiyle tanınır ve genellikle çerezlik olarak kullanılır. Runner tipi, orta büyüklükte tanelere sahip olup, özellikle işlenmiş gıda ürünlerinde tercih edilir. Spanish tipi, küçük taneleri ve yüksek yağ oranı ile öne çıkar ve genellikle yağ üretimi için yetiştirilir. Valencia tipi ise tatlı tadı ve daha küçük, kırmızımsı kabuklarıyla bilinir, çerez olarak tüketilmeye uygundur (Arıoğlu, 2014).

Çizelge 3. Türkiye'nin son 10 yıla ait Yerfıstığı Üretim Verileri

Yıllar*	Ekim Alanı (ha)	Verim (kg/da)	Üretim Miktarı (ton)
2015	37.773	391	147.537
2016	42.244	389	164.186
2017	41.949	394	165.330
2018	44.334	392	173.835
2019	42.421	399	169.328
2020	54.775	394	215.927
2021	57.919	404	234.167
2022	45.701	408	186.340
2023	46.009	402	185.137
2024	57.642	428	246.796

*Türkiye İstatistik Kurumu, 2024

2024 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye'de 57.642 ha alanda 246.796 ton yerfıstığı üretilmiş olup ortalama tohum verimi 428 kg/da olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 3). Bu ekim ve üretim miktarları diğer alternatif yağ bitkilerinin (kolza, aspir, susam ve keten) oldukça üzerindedir. Yerfıstığı, tohumlarında %50'den fazla yağ içermesi ve dekara tane verimi açısından birçok yağ bitkisinden daha yüksek yağ verimine sahip olmasına rağmen, ekim alanlarının sınırlı olması ve yaygın şekilde çerez olarak tüketilmesi nedeniyle ülkemizde yağ üretimine önemli bir katkı sağlamamaktadır. Ayrıca yerfıstığı yetiştiriciliğinde, çerezlik çeşitlerin yanı sıra yağ oranı daha yüksek olan Spanish tipi çeşitlerin üretiminin planlanıp teşvik edilmediği sürece bitkisel yağ üretimine kayda değer bir katkı sağlanması beklenmemektedir.

Susam

Susam, tarihsel olarak insanların ilk kültüre aldığı yağ bitkilerinden biri olup, içerdiği besin öğeleri açısından insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Yazlık bir yağ bitkisi olan susam tohumları, %50-60 oranında yağ ve %25 oranında protein içermektedir. Susam yağı, yüksek oranda oleik (%40-50) ve linoleik (%45-50) gibi doymamış yağ asitlerinin yanı sıra, palmitik (%7-9), stearik (%4-5) ve araşidik (%0.4-1.0) gibi doymuş yağ asitlerini de içermektedir. Bu doymamış yağ asitleri bakımından zengin yapısı, susam yağını sağlıklı beslenme açısından önemli kılmaktadır (Bakal ve Arıoğlu, 2020).

TÜİK verilerine göre, 2024 yılında 20.406 ha alanda 14.439 ton susam üretilmiş ve ortalama tohum verimi 71 kg/da olmuştur. 90'lı yılların başında 85-95 bin ha arasında değişen susam ekim alanları son yıllarda 20 bin hektarlara kadar düşmüştür. Son 10 yıllık verilere göre 2015-2017 üretim sezonlarında susam ekim alanlarında ve üretiminde kısmi artışlar gözlemlenmiş olsa da son yıllarda ekim alanlarında ciddi azalmalar yaşanmıştır (Çizelge 4).

Susam bitkisi tıpkı yerfıstığı gibi yüksek kaliteli bir bitkisel yağa sahip olduğu halde yağının birim fiyatının yüksek olması nedeniyle günümüzde bitkisel yağ sanayimize önemli bir katkı sağlamamaktadır.

Çizelge 4. Türkiye'nin son 10 yıla ait Susam Üretim Verileri

Yıllar*	Ekim Alanı (ha)	Verim (kg/da)	Üretim Miktarı (ton)
2015	28.088	66	18.530
2016	28.933	67	19.521
2017	28.031	66	18.410
2018	25.985	67	17.437
2019	24.860	68	16.893
2020	25.666	73	18.648
2021	25.486	69	17.657
2022	24.285	72	17.366
2023	22.020	74	16.190
2024	20.406	71	14.439

*Türkiye İstatistik Kurumu, 2024

Susamın tohum veriminin düşük olması (65-70 kg/da) ve hasat sırasında mekanizasyonun kullanılamaması, bitkiyi dezavantajlı hale getirmektedir. Ayrıca ülkemizde susamın pasta, börek ve ekmeklerde, buna ilaveten tahin yapımında kullanılması, bitkinin yağ üretiminden uzaklaşmasına neden olmaktadır. Ege, Akdeniz ve GAP bölgelerinde yüksek tohum verimine sahip çeşitlerin kullanıma sunulması ve sulama koşulları altında mekanizasyon sorunlarının da çözülmesi hâlinde, yağ üretim potansiyeli önemli ölçüde artabilecektir.

Keten

Keten tohumları çeşitlere göre değişmekle birlikte genellikle %30-45 arasında yağ içermektedir. Ketenin yağ asitlerinin yaklaşık %50-55'i omega-3 (ω-3)'ten oluşmakla beraber bu yağın hızlı oksitlenmesi ve zamanla acılaşması nedeniyle yemeklik yağ olarak kullanımı oldukça sınırlıdır (Yıldırım, 2005; Örs ve Öztürk, 2018). Ancak son yıllarda bazı ıslah yöntemleriyle yemeklik olarak kaliteli yağa sahip keten çeşitleri geliştirilmiş bu durum keten yağının yemeklik olarak kullanımına olanak sağlamıştır (Green, 1986; Kurt ve ark., 2012).

Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre, keten yetiştiriciliği son yıllarda ülkemizde yeniden başlamış, 2024 yılında 132 ha alandan 188 ton keten tohumu üretimi gerçekleştirilmiş ve ortalama verim 142 kg/da olmuştur (TÜİK, 2024). Keten de tıpkı aspir gibi ülkemiz nadas alanlarında değerlendirebilecek alternatif bir yağ bitkisidir. Özellikle yağış ve sulama suyunun kısıtlı olduğu ve bu nedenle diğer yağ bitkilerinin ekonomik olarak yetiştirilemediği bölgelerde, önemli bir yağ kaynağı olarak değerlendirilebilir.

SONUÇ

Türkiye'de 2024 yılında 4 milyon tondan fazla yağlı tohum üretilmiştir. Ancak bu üretim miktarının yalnızca %10'unu alternatif yağ bitkileri (kolza, aspir, yerfıstığı, susam ve keten) oluşturmuştur. Yüksek yağ tüketimine sahip olan ülkemizde alternatif yağ bitkilerinin üretimi oldukça düşüktür. Türkiye'nin hemen hemen her bölgesi alternatif yağ bitkilerinin üretimine uygun olmasına rağmen, artan bitkisel yağ açığı büyük bir sorun teşkil etmektedir. Bu nedenle, yağ üretim politikaları yalnızca ayçiçeğiyle sınırlı kalmamalı, alternatif yağ bitkileri üzerine de yoğunlaştırılmalıdır. Ayrıca, bitkisel yağ sanayi ve yağlı tohum üretiminde uzun vadeli planlamalar yapılmalı ve sürdürülebilir politikalar uygulanmalıdır. Yerli tohum ıslahı ve üretimi hızlandırılmalı ve devlet desteklemeleri artırılmalıdır.

KAYNAKÇA

Arıoğlu, H. (2014). Yağ bitkileri yetiştirme ve ıslahı. Adana: Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.

Arslan, B. (2016). Yağ bitkileri üretimi. 2023-2071 Vizyonuyla TOÇ BİR-SEN Tarım Kongresi, Ankara.

Arslan, B., Culpan, E. (2018). Identification of suitable safflower genotypes for the development of new cultivars with high seed yield, oil content and oil quality. Azarian Journal of Agriculture, 5(5), 133-141.

Aydeniz, B., Güneşer, O., Yılmaz, E. (2014), Physico-chemical, sensory and aromatic properties of cold press produced safflower oil. Journal of the American Oil Chemists' Society, 91(1), 99-110.

Bakal, H., Arıoğlu, H. (2020). Tescil edilmiş susam (*Sesamum indicum* L.) çeşitlerinin çukurova bölgesi ikinci ürün koşullarında bazı önemli tarımsal ve tohum kalite özelliklerinin belirlenmesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, Türkiye 13. Ulusal Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı, 218-225.

Culpan E. (2023). Identification of cold tolerance and some agronomic traits of advanced safflower genotypes developed by hybridization. Journal of the American Oil Chemists' Society, 100(11), 915-926.

Çiftçi, S., Suna, G. (2022). Functional components of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) and health benefits: A review. Future Foods, 5, 100140.

Gürsoy, M., Kolsarıcı, Ö. (2017). Effects of different humic acid doses in leonardite environment on the oil percentage and fatty acids of summer rapeseed (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) under Central Anatolian conditions. Fresenius Environmental Bulletin, 26(11), 6447-6456.

Knowles P. F. (1982). Safflower genetics and breeding. In: Improvement of Oil-Seed and Industrial Crops by Induced Mutations. Vienna: International Atomic Energy Agency.

Kolsarıcı, Ö., Gür, A., Başalma, D., Kaya, M. D., İşler N. (2005). Yağlı tohumlu bitkiler üretimi. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, Ankara.

Kurt, O., Uysal, H., Demir, A. (2012). Yemeklik yağ kalitesi yüksek keten (*L. usitatissimum* L.) çeşitlerinin ıslahı üzerinde bir araştırma. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 5(1), 68-72.

Kurt, C., Altaf, M. T., Liaqat, W., Nadeem, M. A., Çil, A. N., Baloch, F. S. (2025). Oil content and fatty acid composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) germplasm. Foods, 14(2), 264.

Örs, Ö., Öztürk, Ö. (2018). Determination of yield and some agricultural properties of oil flax (*Linum usitatissimum* L.) cultivars under Konya conditions. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 32(3), 305-311.

Savage, G. P., Keenan, J. I. (1994). The composition and nutritive value of groundnut kernels. In: J. Smart (Ed.), The groundnut crop: A scientific basis for improvement. London: Chapman and Hall.

Secci, M. A., Fernandez, J. A., Stamm, M. J., Durrett, T. ve ark. (2023). Effects of heat and drought on canola (*Brassica napus* L.) yield, oil, and protein: A meta-analysis. Field Crops Research, 293, 108848.

Tıraş, M. (2011). Türkiye'de kanola tarımı. Doğu Coğrafya Dergisi, 14(21), 159-172.

TÜİK, (2024). Türkiye İstatistik Kurumu. 13 Ağustos 2025, http://www.tuik.gov.tr/

Yıldırım, M.U. (2005). Seçilmiş alternatif keten (*Linum usitatissimum* L.) hatlarının verim ve verim öğeleri bakımından karşılaştırılması (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Yol, E., Ustun, R., Golukcu, M., Uzun, B. (2017). Oil content, oil yield and fatty acid profile of groundnut germplasm in mediterranean climates. Journal of the American Oil Chemists' Society, 94(6), 787-804.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

TÜRKİYE'DE BÖĞÜRTLEN YETİŞTİRİCİLİĞİNE GENEL BAKIŞ

Dr. Öğr. Üyesi Neslihan KILIÇ
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Osmaniye, Türkiye
ORCID: ID/0000-0001-8665-3093

ÖZET
Böğürtlen; renk, tat ve aroma, zengin vitamin ve mineral içeriği ile insan sağlığına olan faydası, taze tüketilmesinin yanı sıra gıda sanayinde önemli bir hammadde olarak kullanımının artmasıyla nedeniyle ekonomik açıdan değer kazanmıştır. Türkiye'de böğürtlen üretim alanı ve üretim miktarı son on yılda artış göstermiştir. TUİK 2024 yılı verilerine göre, böğürtlen üretim alanı 2014 yılına göre %74,08 oranında artarak 4.439 dekara ulaşmıştır. Böğürtlen üretim miktarı ise %68.07 artışla 2024 yılında 4.037 tona çıkmıştır. Ülkemizde en fazla böğürtlen üretimi sırasıyla Marmara bölgesi (2.833 ton), Akdeniz bölgesi (332 ton) ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde (318 ton) yapılmaktadır. İller arasında en fazla üretim, Türkiye'de toplam böğürtlen üretiminin %69,71'ini oluşturan 2.814 ton ile Bursa ilinde gerçekleşmektedir. Ardından 318 ton ile Siirt ve 203 ton ile Konya illeri takip etmektedir. Ülkemizin, toprak yapısı, coğrafi konumu ve iklim koşulları böğürtlen yetiştiriciliği için son derece uygundur. Ancak, üretim ekonomik açıdan istenilen düzeyde değildir. Türkiye'nin iç talebini karşılayabilmesi ve küresel pazarda yer edinmek için böğürtlen üretiminin ve meyve kalitesinin artırılması gerekmektedir. Buna bağlı olarak, istihdamın artması, üreticilerin gelir seviyesinin yükselmesi dolayısıyla ülke ekonomisine önemli katkılar sağlanacaktır. Bu araştırmada, Türkiye'de böğürtlen yetiştiriciliğinin mevcut durumu, potansiyeli ve geleceğe yönelik öneriler ele alınmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Böğürtlen, Yetiştiricilik, Türkiye, Potansiyel

GENERAL OVERVIEW OF BLACKBERRY CULTIVATION IN TURKEY

ABSTRACT
Blackberry has gained economic value due to its color, taste, and aroma, its rich vitamin and mineral content beneficial to human health, and the increasing use as an important raw material in the food industry, in addition to being consumed fresh. In Turkey, both the cultivation area and the production amount of blackberries have increased over the last decade. Based on 2024 data from TÜİK (Turkish Statistical Institute), the blackberry production area increased by 74.08% compared to 2014, reaching 4,439 decares. The blackberry production amount increased by 68.07%, reaching 4,037 tons in 2024. In Turkey, the largest blackberry production takes place in the Marmara Region (2,833 tons), followed by the Mediterranean Region (332 tons) and the Southeastern Anatolia Region (318 tons). Within the provinces, the highest production occurs in Bursa, with 2,814 tons, accounting for 69.71% of Turkey's total blackberry production. Subsequently, the provinces of Siirt with 318 tons and Konya with 203 tons follow. Our country's soil, geographic location, and climate are highly suitable for blackberry cultivation. However, production is not at the desired level from an economic perspective. In order for Turkey to meet domestic demand and establish a presence in the global market, blackberry production and fruit quality need to be enhanced. As a result, the increase in employment and in producers' income levels will contribute significantly to the national economy. This research examines the current status, potential, and future recommendations for blackberry cultivation in Turkey.
Keywords: Blackberry, Cultivation, Turkey, Potential

1. GİRİŞ
Üzümsü meyveler, sağlık üzerindeki olumlu etkileri ve taze tüketiminin yanı sıra farklı şekillerde değerlendirilebilme olanakları sayesinde dünya genelinde yüksek talep görmektedir. Ayrıca, her yıl ürün verebilmeleri ve tarımsal işletmelerde tamamlayıcı bitki olarak yetiştirilebilmeleri önemli bir üretim potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Tüm bu etkenler, son yıllarda Türkiye'de üzümsü meyvelerin ön plana çıkmasına neden olmuştur (Ağaoğlu,1986; Korkut ve ark., 2017; Topuz, 2019).

Üzümsü meyvelerden olan Böğürtlen; *Rosaceae* familyasının, *Rubus* cinsine girmektedir. *Rubus* cinsi *İdeabatus* (ahududular) ve *Eubatus* (böğürtlenler) olmak üzere iki alt cinse ayrılmaktadır. *Rubus fruticosus L.* yani böğürtlen, *Eubatus* alt cinsi içerisinde incelenmektedir. Böğürtlenin kültür çeşitlerinin çoğu Kuzey Amerika kökenli olup, anavatanı Güney, Batı ve Orta Avrupa'dır (Ağaoğlu, 1986).
Böğürtlenlerin yabanileri ülkemizde eskiden beri bilinmekte ve halk tarafından tüketilmektedir. Birçok yabani böğürtlen türü dünyanın özellikle kuzey yarımküresinin ılıman iklim bölgelerinde ve tropikal bölgelerin yüksek kesimlerinde doğal olarak bulunmaktadır (Ağaoğlu, 1986; Bilgener ve Ağaoğlu, 2013). Böğürtlen, taze olarak sofralık tüketiminin yanı sıra meyve suyu, reçel, marmelat, içki, konserve, pasta ve dondurma sanayisinde tercih edilen ekonomik değere sahip önemli bir üzümsü meyvedir. Ayrıca içerdiği pektin maddesi nedeniyle jöle yapımında kullanılmaktadır (Göktaş, 2011; Korkut ve ark., 2017). Böğürtlen; bahçe kurulumunda düşük maliyet, yüksek kâr, yatırımın hızlı geri dönüşü, kolay çoğaltılabilmesi ve diğer meyve bahçelerinde ara ziraatı olarak yetiştirilebilmesi gibi birçok avantaja sahiptir. Ayrıca, kendine özgü renk, tat ve aroması ile zengin vitamin ve mineral madde içeriği nedeniyle tüketiciler tarafından talep görmektedir (Togay, 2005; Sönmez ve ark., 2017; Chiomento ve ark., 2023). Böğürtlen meyveleri antosiyaninler, flavonoidler, ellagik asit, tanenler ve diğer antioksidanlar açısından zengindir ve ayrıca birçok hastalığın önlenmesine yardımcı olan selenyum açısından da optimum bir konsantrasyona sahiptir (Kaume ve ark., 2012; Ladyzhenskaya ve ark., 2023).
Antioksidanların, dokular üzerinde zararlanmayı artıran oksidasyonu önlediği ve fiziksel ile zihinsel yaşlanmayı yavaşlattığı dikkate alındığında, böğürtlenin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri, yetiştiriciliğinin önemini ortaya koymaktadır (Bilgener ve Ağaoğlu, 2013). Böğürtlen yaprakları da uzun zamandır geleneksel tıpta kullanılmaktadır. Böğürtlen yapraklarının ishal önleyici etkilerinin yanı sıra hücrelere zarar veren serbest radikalleri ortadan kaldırdığı, bağışıklığın korunması ve güçlendirilmesinde rol oynadığı ve kanser riskini azalttığı bilinmektedir (Abu-Shandi ve ark., 2015; Krzepiłko ve ark., 2021; Varzaru ve ark., 2023). Böğürtlen meyvelerinin insan sağlığı ve beslenmesindeki önemi nedeniyle (Gündoğdu ve ark., 2016) son yıllarda tüketimi ve üretimi artmaktadır. Böğürtlen, Meksika ve Amerika Birleşik Devletleri'nde önemli bir üründür ve geniş bir coğrafi alanda ticari olarak üretilmektedir (Reyes-Carmona ve ark., 2005). Küresel böğürtlen pazarının büyüklüğü 2024 yılında 1.61 milyar ABD dolar olarak gerçekleşirken 2033 yılına kadar 2.38 milyar ABD dolarına ulaşması öngörülmektedir (Business Research Insights, 2025). Buda böğürtlen yetiştiriciliğinin ülke ekonomisi açısından önemini göstermektedir.

2. TÜRKİYE'DE BÖĞÜRTLEN YETİŞTİRİCİLİĞİ

Ülkemiz, böğürtlenin anavatanı sınırları içinde yer almakta olup neredeyse her bölgesinde böğürtlenin yabani formları görülebilmektedir. Türkiye'de adaptasyon çalışmaları 1967 yılında yurtdışından getirilen çeşitler ile başlamıştır (Ağaoğlu, 1986; Sönmez ve ark., 2017; Türemiş ve ark., 2017). Sağlık açısından faydaları ve farklı tüketim potansiyeli sayesinde böğürtlenin önemi artmıştır. Bu doğrultuda, ülkemizin farklı bölgelerinde adaptasyon çalışmalarına ağırlık verilmiştir (Ağaoğlu ve ark., 2007; Yıldız, 2011; Oruç, 2013; Avcı, 2013; Balcı ve Keleş, 2019). Son yıllarda Türkiye'de böğürtlen üretim alanı ve üretim miktarında artış gözlenmiştir. 2014-2024 yılları arası Türkiye böğürtlen üretim alanı ve üretim miktarı Çizelge 1'de verilmiştir. TUİK 2024 yılı verilerine göre böğürtlen üretim alanı 2014 yılında 2.550 dekar iken 2024 yılında % 74.08 artışla 4.439 dekara ulaşmıştır. 2014 yılında 2.402 ton olan böğürtlen üretimi, 2024 yılında %68.07 artışla 4.037 tona çıkmıştır (TUİK, 2025).

Çizelge 1. Yıllara göre Türkiye böğürtlen üretim alanı ve üretim miktarı (TUİK, 2025)

Yıl	Üretim alanı (da)	Üretim miktarı (ton)
2014	2.550	2.402
2015	2.464	2.425
2016	3.138	2.468
2017	3.079	2.739
2018	2.807	2.540

2019	2.956	2.708
2020	2.999	2.511
2021	3.095	2.714
2022	3.430	3.384
2023	3.973	3.583
2024	4.439	4.037

Bölgeler itibariyle böğürtlen üretim alanı ve üretim miktarı Çizelge 2'de verilmiştir. 2024 yılı TUİK verilerine göre bölgeler itibariyle üretim alanında 2.957 da ile ilk sırayı Marmara Bölgesi almakta, ardından sırasıyla Batı Anadolu (568 da) ve Akdeniz bölgesi (300 da) gelmektedir. Bölgeler itibariyle toplam üretim miktarının %70.18'i Marmara Bölgesi, %8.22'si Akdeniz Bölgesi, %7.88'i Güneydoğu Anadolu Bölgesi, %5.85'i Batı Anadolu Bölgesi ve %2.77 Ege bölgesi tarafından karşılanmaktadır (TUİK, 2025).

Çizelge 2. 2024 yılı Türkiye Böğürtlen üretim alanı ve üretim miktarının bölgelere göre dağılımı (TUİK, 2025)

Bölgeler	**Üretim alanı (da)**	**Üretim miktarı (ton)**
Marmara	2.957	2.833
Batı Anadolu	568	236
Akdeniz	300	332
Güneydoğu Anadolu	230	318
Ege	176	112
Batı Karadeniz	69	69
Kuzeydoğu Anadolu	57	74
Ortadoğu Anadolu	45	26
Doğu Karadeniz	25	24
Orta Anadolu	12	13

İller itibariyle böğürtlen üretim alanı ve üretim miktarı Çizelge 3'te verilmiştir. 2024 TUİK verilerine göre böğürtlen yetiştiriciliği yapılan iller arasında en fazla üretim alanı, toplam üretim alanının %65.78 denk gelen 2.920 dekar ile Bursa ili olup, bunu sırasıyla Konya (551 da) ve Siirt (230 da) illeri izlemektedir.

Türkiye'de toplam böğürtlen üretiminin %69.71'lik kısmını oluşturan 2.814 tonluk üretim Bursa ilinde yapılmakta olup iller arasında birinci sıradadır. Bursa'nın ardından 318 ton ile Siirt ve 203 ton ile Konya illeri gelmektedir (TUİK, 2025).

Çizelge 3. 2024 yılı Türkiye Böğürtlen üretim alanı ve üretim miktarının illere göre dağılımı (TUİK, 2025)

İller	**Üretim alanı (da)**	**Üretim miktarı (ton)**
Bursa	2.920	2.814
Konya	551	203
Siirt	230	318
Kütahya	150	90
Mersin	100	150
Kahramanmaraş	99	49
Adana	76	93
Erzincan	57	74
Bartın	48	47
Malatya	45	26

Muğla	26	22
Hatay	25	40
Ankara	17	33
Tekirdağ	16	3
Ordu	12	16
İstanbul	12	2
Gümüşhane	10	6
Samsun	9	19
Aksaray	9	7
Çorum	8	0
Kocaeli	4	8
Düzce	4	4
Zonguldak	4	3
Kayseri	3	6
Giresun	3	2
Yalova	1	2

Bursa ili gerek üretim alanı gerekse üretim miktarı açısından böğürtlen yetiştiriciliğinde iller arasında önemli konumdadır. 2024 yılı TUİK verilerine göre Bursa ilinde en fazla üretim yapan ilçeler Kestel (1850 ton), Osmangazi (600 ton), Yıldırım (192 ton), İnegöl (61 ton), Karacabey (38 ton) ve Orhaneli (24 ton) 'dir. Böğürtlen üretiminde ikinci sırada yer alan Siirt ilinde 318 tonluk üretim ile Kurtalan ilçesi ilin öncü konumundadır. Türkiye'de böğürtlen üretiminde üçüncü sırada olan Konya ilinde ise en fazla üretim Doğanhisar (140 ton), Hüyük (23 ton), Bozkır (17 ton) ve Derbent (15 ton) ilçelerinde yapılmaktadır (TUİK, 2025).

3. BÖĞÜRTLEN YETİŞTİRİCİLİĞİNDE EKOLOJİK FAKTÖRLER VE KÜLTÜREL UYGULAMALAR

3.1 Ekolojik faktörler

İklim isteği: İklim istekleri açısından fazla seçici olmayan böğürtlenler, değişik iklim koşullarına kolayca adapte olabilmektedir. Sıcak ılıman iklim bölgelerinde daha iyi sonuç vermektedir. Genellikle bol güneş alan, hasat dönemi yağmur olmayan, toprak nemi yeterli ve kışları ılık geçen yerlerde böğürtlen iyi yetişir **(**Göktaş, 2011).

Yer ve yöney istekleri: Hafif eğimli veya düz araziler böğürtlen yetiştiriciliği için en uygunudur. Soğuk iklimlerde don zararını azaltmak için güney yamaçlardan ve vadi tabanlarından uzak durulmalıdır. Güney yamaçlar ilkbahar donları açısından tehlikelidir. Dik yamaçlar ise hem toprak erozyonuna yol açar hem de makinalı hasat için uygun değildir (Bilgener ve Ağaoğlu, 2013).

Toprak istekleri: Böğürtlenlerin toprak istekleri diğer üzümsü meyvelerden pek farklı olmasa da, yüksek verim ve iri meyve elde etmek için sıcak ve nemli toprak tercih edilmelidir. Toprak pH'sı 5-7 arasında olmalıdır. Üzümsü meyvelerin kökleri genel olarak fazla derinlere inmez, bu nedenle toprak derinliği yetiştiricilik açısından çok büyük önem taşımaz. Ancak böğürtlen kökleri ahududu köklerine göre daha derin olduğundan, kuraga karşı daha dayanıklıdır. Üzümsü meyveler için en uygun topraklar, verimli, derin ve iyi drene olabilen kumlu-tınlı veya tınlı topraklardır. Ayrıca üzümsü meyveler yüksek taban suyunu tolere edemezler (Bilgener ve Ağaoğlu, 2013).

3.2 Böğürtlen çeşitleri: Günümüzde böğürtlen çeşitleri ya yabani popülasyondan ya da ıslah sonucu elde edilmiştir. Bitkilerinin büyüme durumuna göre böğürtlen çeşitleri:

Dik büyüyen çeşitler: Brazos, Cherokee, Cheyenne, Comanche, Darrow, Humble, Shawnee, Choctaw, illini Hardy, Navaho, Arapaho

Yarı dik büyüyen çeşitler: Triple Crown, Black Satin, Chester Thornless, Dirksen Thornless, Flint, Georgia Thornless, Hull Thornless, Smoothstem, Thornfree

Sürüngen çeşitler: Boysen, Chehalem, Fordagrand, Gem, Logan, Marion, Oklawaha (Bilgener ve Ağaoğlu, 2013).

3.3 Bahçe tesisi

Böğürtlen bahçesi seçilirken, hem bitkinin ekolojik isteğine uygun alanlar hem de pazar yakınlığı ve nakliye kolaylığı göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle yaz aylarında hasat zamanında büyük bahçelerde işçi bulmak sorun olabilir. Çevreden işçi temin imkanlarının araştırılması gerekir. Eğer sanayiye yönelik böğürtlen yetiştiriciliği yapılacaksa da, gıda ve sanayi kuruluşuna yakın bir yer seçilir (Göktaş, 2011).

Bahçe toprağı dikimden en az bir ay önce derin (25 - 30 cm) sürülmelidir. Toprak hazırlığı sırasında dekara 3–6 ton ahır gübresi verilmesi veya yeşil gübreleme yapılması önerilir. Toprak analizlerine göre fosfor ve potasyumlu gübrelerle yapılan taban gübrelemesi ve dikim öncesi sürüm yaparak arazinin dikime hazır hâle gelmesi sağlanır (Bilgener ve Ağaoğlu, 2013).

Böğürtlende, sonbahardan ilkbahara kadar olan devrede bitkiler dikilebilir Sonbahar sonu ve kış dikimi, kışları çok soğuk olmayan bölgelerde daha iyi sonuç verir. Sonbahar dikimi özellikle toprak neminin uygunluğu açısından avantaj sağlar. Kışları sert geçen bölgelerde ise dikim erken ilkbaharda yapılır. Dikim mesafeleri ise tür ve çeşitlerin büyüme gücü ve şekilleri, dikim yöntemi, terbiye şekilleri ve toprak işleme yöntemine göre değişir (Göktaş, 2011).

3.4 Kültürel uygulamalar

Gübreleme: Böğürtlenlerin fazla miktarda organik gübreye ihtiyaçları vardır. Ayrıca sürgün gelişimi için azot, verimlilik ve kalite için de potasyuma ihtiyaç duyulur. Gübrelerin dozlarının belirlenmesinde toprak ve yaprak analiz sonuçları dikkate alınmalıdır. Ayrıca, toprak pH'sı 5 ile 7 arasında olmalıdır (Bilgener ve Ağaoğlu, 2013).

Sulama: Sulama meyve kalitesinin artırmasının yanı sıra ertesi yılın meyve sürgünlerinin gelişimi içinde gereklidir. Böğürtlenler sürgün oluşumundan meyve oluşumuna kadar toprak nemi ihtiyacı fazladır. Böğürtlenler salma, karıkla, yağmurlama, damlama sulama yöntemlerinden biriyle sulanabilir. Damlama sulama, hem işgücü hem de su kullanımını azaltan en ideal sulama yöntemidir (Bilgener ve Ağaoğlu, 2013).

Budama: Böğürtlen yetiştiriciliğinde budama önemli kültür işlemlerinden birisidir. Meyveler, böğürtlenin iki yaşlı dallarından alınır; bu dallar ilkbaharda sürer, yaz boyunca gelişir ve ikinci yıl meyve verdikten sonra kururlar. Budama için en uygun zaman ekolojiye göre kış sonu veya ilkbahar başıdır. Budamada, meyve veren ikinci yılındaki dallar hasattan hemen sonra veya ilkbahar başında toprak seviyesinden kesilirler. Hasat sonrası bu uygulama, hastalıkların yayılmasını önlemek açısından önemlidir. İlkbaharda ince sürgünler uzaklaştırılıp her bitkide sağlıklı gelişen 5–6 dal bırakıldıktan sonra, bunlar telli sistemlerde teller üzerine uygun aralıklarla düzenli şekilde yerleştirilmelidir (Göktaş, 2011).

Hastalık ve Zararlılar: Böğürtlenlerde en çok görülen hastalıklar; kök çürüklüğü, antraknoz, böğürtlen pası, turuncu pas, mildiyö, külleme, sürgün ucu yanıklığı; zararlılardan ise kırmızı meyve akarıdır (Bilgener ve Ağaoğlu, 2013). Hastalık ve zararlılarla mücadelede, doğru teşhis yapılarak uygun zaman, doz ve ilaçlama tekniği kullanılmalıdır

Hasat: Meyveler tam iriliğini almış, koyu mor-siyah renkte, parlak olmalı, sapları kolayca ayrılabilmeli ve üzerinde çanak yaprak kalıntısı ya da güneş yanığı bulunmamalıdır. Böğürtlen hasadı, sabah erken saatlerde yapılmalıdır. Meyvelerin toplama sırasındaki yumuşaklığı pazarın uzaklığına göre ayarlanmalıdır. Kalite kaybını önlemek için, elle hasat edilen meyveler pazarlama kaplarına doğrudan yerleştirilmelidir. Hasattan hemen sonra meyveler ön soğutmaya alınmalıdır. Meyve sıcaklığının bir saat içinde 1- 2°C'ye düşürülmesi raf ömrünü bir haftaya kadar uzatmaktadır (Bilgener ve Ağaoğlu, 2013).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizdeki uygun ekolojik koşullar, böğürtlen yetiştiriciliğinin ticari olarak yapılmasını mümkün kılmaktadır. Ancak böğürtlen üretimi henüz istenilen seviyeye ulaşmamıştır. Böğürtlen üretiminin yaygınlaştırılması için öncelikle yeterli sayı ve kalitede fidanın temin edilmesi ve kapama bahçe sayısı artırılması gerekmektedir. Böğürtlen yetiştiriciliğinde yüksek verim ve kaliteli meyve elde etmek için, bölgenin ekolojik koşullarına uygun çeşitler ile bahçe kurulmalıdır. Bölgeye uygun çeşitlerin belirlenebilmesi amacıyla adaptasyon çalışmalarının artırılması büyük önem taşımaktadır.

Böğürtlen yetiştiricilik konusunda bilgi eksikliğinden dolayı gübreleme konusunda yetersiz olup tekniğine uygun gübreleme yapılmamaktadır. Herhangi bir besin elementinin gereğinden fazla kullanımı, diğer besin elementlerinin alımını engelleme (antagonizm) ve maliyet artışı gibi sorunlara yol açabileceğinden, gübreleme toprak ve yaprak analizine göre yapılmalıdır. Budama, sulama, toprak işleme, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi kültürel işlemlerin doğru yöntemlerle ve zamanında uygulanmalıdır. Üreticilere modern böğürtlen yetiştiriciliği teknikleri üzerine eğitimler verilmeli ve bu teknikler uygulanarak yeni bahçeler kurulmalıdır.

Hasat, verim ve meyve kalitesi üzerinde etkili faktörlerden biridir. Hasat zamanı ve tekniğinde titiz davranılması, hasat sonrası ambalajlama paketleme vb. işlemler konusunda da üreticilerin bilinçlendirilmesi önemlidir. Böğürtlen meyvelerinin hasat sonrası muhafazası ve yola dayanımı düşük olduğu için, üretim bölgelerinde soğuk hava depoların kapasitelerinin artırılması ve yaygınlaştırılması gerektiği düşünülmektedir.

Ürünlerin kalitesini korumak, raf ömrünü uzatmak ve pazarda daha yüksek değerle satışını sağlamak için üretimden tüketime kadar soğuk zincir sisteminin oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Böğürtlen meyvesinin taze tüketiminin yanı sıra işlenerek değerlendirilmesi de önem arz etmektedir. Reçel, meyve suyu, marmelat, kurutularak, konserve olarak değerlendirilmesine yönelik işleme tesisleri yaygınlaştırılmalıdır. Böğürtlen üretiminin artırılması amacıyla, üreticilerin girdi maliyetlerini karşılayabilmesi ve yatırım yapabilmesi için kredi ve desteklerin artırılması gerektiği düşünülmektedir. Sonuç olarak, böğürtlen üretiminin artması, kaliteli meyve elde edilmesi ve hasat sonrası işleme süreçlerinin modernleşmesi, üreticilere hem gelir artışı hem de iç ve dış pazarda rekabet avantajı sağlayacaktır. Yurt dışı pazarında yoğun talep gören ve yüksek fiyatlarla alıcı bulan böğürtlenin ülkemizde yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Abu-Shandi, K., Al-Rawashdeh, A., Al-Mazaideh, G., Abu-Nameh, E., Al-Amro, A., Al-Soufi, H., ... & Al-Dawdeyah, A. (2015). A novel strategy for the identification of the medicinal natural products in Rubus fruticosus plant by using GC/MS technique: A study on leaves, stems and roots of the plant. Adv. *Anal. Chem*, *5*(2), 31-41. DOI: 10.5923/j.aac.20150502.02

Ağaoğlu, S. (1986). Üzümsü Meyveler. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 984, Ders Kitabı: 290. 377 s. Ankara

Ağaoğlu, S., Eyduran, S.P., & Eyduran, E. (2007). Ayaş koşullarında yetiştirilen böğürtlen çeşitlerinin bazı pomolojik özelliklerinin karşılaştırılması. Tarım Bilimleri Dergisi, 13(1), 69-74. DOI: 10.1501/Tarimbil_0000000456

Avcı, S. (2013). Bazı böğürtlen çeşitlerinin Malatya ekolojik koşullarına adaptasyonu. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş. 56s

Balcı, G., & Keles, H. (2019). Bazı böğürtlen çeşitlerinin Yozgat ekolojisinde adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *16*(1), 45-52. doi: 10.25308/aduziraat.516592

Bilgener, Ş., & Ağaoğlu., S. (2013). Böğürtlen. Üzümsü Meyveler (Editörler: S. Ağaoğlu, R. Gerçekçioğlu). Tomurcukbağ Ltd. Şti. Eğitim Yayınları No:1, Kalecik/ANKARA. 187-242 sy.

Business Research Insights (2025). Blackberry Market Size, Share, Growth, Forecast Research. Available online: https://www.businessresearchinsights.com/market-reports/blackberry-market-108458 (accessed on 12 August 2025).

Chiomento, J. L. T., Kusma, E. S., Floss, T. C., dos Santos Trentin, T., Silveira, D. C., & Nienow, A. A. (2023). Phenology, production, and fruit quality of blackberry cultivars under greenhouse in southern Brazil. *Scientia Plena*, *19*(12). doi: 10.14808/sci.plena.2023.120202

Göktaş, A. (2011) Ahududu ve Böğürtlen Yetiştiriciliği. Meyvecilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğü Yayınları, Yayın, No. 38

Gündoğdu, M., Kan, T., & Canan, I. (2016). Bioactive and antioxidant characteristics of blackberry cultivars from East Anatolia. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *40*(3), 344-351. doi:10.3906/tar-1511-78

Kaume, L., Howard, L. R., & Devareddy, L. (2012). The blackberry fruit: a review on its composition and chemistry, metabolism and bioavailability, and health benefits. *Journal of agricultural and food chemistry*, *60*(23), 5716-5727. https://doi.org/10.1021/jf203318p

Korkut, E., Büyükyel, Ş., Türemiş, N. F., Burğut, A., & Cömertpay, M. (2017). Chester thornless böğürtlen çeşidinin çelikle çoğaltılması üzerine hormon ve bakteri uygulamalarının ve farklı topraksız kültür ortamlarının etkileri. *Bahçe*, *46*(özel sayı 1), 311-317.

Krzepiłko, A., Prażak, R., & Święciło, A. (2021). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of raspberry, blackberry and raspberry-blackberry hybrid leaf buds. *Molecules*, *26*(2), 327. https://doi.org/10.3390/molecules26020327

Ladyzhenskaya, O., Aniskina, T., Kryuchkova, V., & Simakhin, M. (2023). Comparison of fruit parameters and elemental composition of commercial varieties of blackberries. *Agronomy*, *13*(10), 2628. https://doi.org/10.3390/agronomy13102628

Oruç, F. Ç. S., & Oruç, S. H. (2013). Düzce'de yapılan böğürtlen çeşit adaptasyon çalışmaları. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 88-90.

Reyes-Carmona, J., Yousef, G. G., Martínez-Peniche, R. A., & Lila, M. A. (2005). Antioxidant capacity of fruit extracts of blackberry *(Rubus* sp.) produced in different climatic regions. *Journal of food science*, *70*(7), s497-s503. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb11498.x

Sönmez, D. A., Kafkas, E., & Aysan, M. (2017). PRİME–ARK® 45 böğürtlen çeşidinde bazı meyve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Bahçe*, *46*(özel sayı 1), 231-236.

Togay, A. (2005). Böğürtlen Şarabı Üzerine Bir Araştırma (Yüksek Lisans Tezi). *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 1s.*

Topuz, B. K. (2019) Türkiye'nin üzümsü meyveler piyasası. Bahçe, 48 (Özel Sayı 1: 6. Ulusal üzümsü meyveler sempozyumu), 207–213.

Türemiş, F.N., Kafkas, E., Zarifikhosroshahi, M., Özcan, H., Burgut, A., Olur, B., &Türemiş, Ö. 2017. Bazı üzümsü meyvelerde toplam fenol ve antioksidan aktivite içeriklerinin belirlenmesi, Bahçe 46 (özel sayı 1) 243-248.

TUİK, 2025. Türkiye'de böğürtlen üretim alanı ve üretim miktarı https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr (erişim 15.08.2025)

Varzaru, I., Oancea, A. G., Vlaicu, P. A., Saracila, M., & Untea, A. E. (2023). Exploring the antioxidant potential of blackberry and raspberry leaves: Phytochemical analysis, scavenging activity, and in vitro polyphenol bioaccessibility. *Antioxidants*, *12*(12), 2125. https://doi.org/10.3390/antiox12122125

Yıldız, A. (2011). Hayrat (Trabzon) koşullarında yetiştirilen bazı ahududu ve böğürtlen çeşitlerinin adaptasyonu. *Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*

UZAKTAN ALGILAMA UYDULARI İLE TARIMSAL FAALİYETLER

Prof. Dr. Rüveyde TUNÇTÜRK
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-3759-8232

Yudum BURCU
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-1399-6153

ÖZET
Tarım sektörünün ekolojik şartlara bağlı olması, kaynakların günden güne azalması ve nüfusun hızla artması gibi nedenlerden dolayı tarımsal üretimde verimin sürdürülebilmesi için teknolojik anlamda tarımsal üretimi destekleyen proje ve programlar gerçekleştirilmektedir. Günümüzde bilgiye hızlı bir şekilde ulaşmanın yanı sıra doğru bilgiyi düşük maliyetle temin etmek için çalışmalar devam etmektedir. Gelişmekte olan konum belirleme teknolojisiyle çeşitli lokasyonlarda belli zaman aralıklarıyla geçmişe dönük ve ileriye yönelik rekolte tahminlerini izlemek mümkün olmaktadır. Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile üretim desenleri ve bitkilerin fenolojik dönemleri tespit edilmektedir. Buna ek olarak rekolte, bitki sağlığının değişimi, bitki gelişimi gibi aktif çalışmalarda da istifade edilmektedir. Rekolte tahminleri ile verim saptanabilmekte ayrıca üretim deseni ve ekim nöbeti planı oluşturulabilmektedir. Yetiştirilen tarım ürünlerinin uzaktan algılama teknolojileri ile belirlenmesi, ürün gelişme durumu ve parsellere ilişkin bilgi alınarak aralarındaki ilişkinin korelasyonu incelenmektedir. Ayrıca su kısıtlılığı, gübreleme programı, yaprak alanı, klorofil miktarı, fenolojik dönemler ve bitki sağlığı tespit edilebilmektedir. Uzaktan algılama teknolojisinin hedefi, bitki örtüsünü belirleyerek bitki sağlığını ve gelişimini ana hatlarıyla ortaya koymaktır. Son dönemde yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin çeşidinin ve bu görüntülere erişim imkanlarının artması, uzaktan algılama teknolojisinin mikro boyutta tarım uygulamalarında kullanımını yaygınlaştırmıştır. Sonuç olarak var olan kaynaklarda optimum kullanımın sağlanması için uzaktan algılama teknolojilerinden faydalanmak suretiyle tarım alanlarında elde edilen verim artırılarak teknoloji ile entegre bir şekilde, sürdürülebilirlik esas alınarak desteklenmesi sağlanmalıdır.
Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Tarım, Uzaktan Algılama Uyduları, Verim

AGRICULTURAL ACTIVITIES WITH REMOTE SENSING SATELLITES

ABSTRACT
Due to the agricultural sector's dependency on ecological conditions, the decreasing availability of natural resources, and the rapidly increasing population, various technology-driven projects and programs are being implemented to sustain agricultural productivity. In today's world, alongside rapid access to information, efforts continue to obtain accurate data at low costs. With the development of geolocation technologies, it is now possible to monitor past and future yield estimates in specific locations over defined time intervals. High-resolution satellite images are used to determine crop patterns and the phenological stages of plants. Additionally, remote sensing technologies are utilized in active applications such as yield prediction, monitoring plant health and development. Yield estimations help determine productivity and support the planning of crop rotation and land use. Remote sensing also enables the identification of cultivated crop types, monitoring crop development, and collecting information on field parcels to analyze the correlations between these factors. Furthermore, it allows the detection of water limitations, fertilization schedules, leaf area, chlorophyll content, phenological stages, and overall plant health. The primary aim of remote sensing technologies is to map vegetation cover and provide an overview of plant health and growth. In recent years, the increase in both the types and accessibility of high-resolution satellite images has expanded the use of remote sensing in micro-scale agricultural applications.

In conclusion, to ensure optimal use of available resources, agricultural productivity should be increased through the integration of remote sensing technologies, supporting sustainable agricultural practices in a technology-oriented manner.
Keywords: Sustainability, Agriculture, Remote Sensing Satellites, Yield

GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusunun temel besinlerini karşılamak, gıda endüstrisine gerekli hammaddelerin ve hayvan yemi ihtiyacının önemli bir kısmının karşılanabilmesi, iç ve dış ticaret bağlantılarının yapılabilmesi, ancak tüketim ve üretim tahminlerinin zamanında ve sağlıklı yapılabilmesi ile mümkündür. Dünya nüfusundaki hızlı artış beraberinde insanların gereksinimleri için teknolojideki gelişmeleri etkin bir şekilde kullanmaya yönlendirmiştir.

Tarımsal üretim, gerekli metaveri altyapısı oluşturularak hedeflenen ürün deseni belirlenerek yapılmaya çalışılmaktadır. Gerçekleştirilen doğru tarım uygulamalarının etkili olabilmesi için, ekolojik koşullara uygun şekilde uygun tarım ürünü seçilerek veri altyapısının oluşturulması ve üretim rekoltelerinin doğru olarak tahmin edilmesi gerekir. Gelişmiş ülkeler ürün rekoltesi tahmini yaparken güncel teknolojilerden yararlanmakta ve uydu görüntüleriyle ekim alanı ve verim analizi yapabilmektedir. Günümüzde çoğu ülke üretim planlamaları yaparken, hasat tarihinden önce kendi üretim tahminlerinin yanında diğer ülkeler için de üretim tahminleri yapmaktadır. Tarım ürünlerinde halihazırda ekili ve ekilecek alanların bilinmesi ve ürün rekoltesinin daha önceden saptanması, tarımsal girdilerin ve üretimin planlı bir şekilde yapılması, stok miktarları ve taban fiyatlarının belirlenmesi açsından önem arz etmektedir.

Bitkiler, yaprakların çeşitlerine ve alanlarına, hücre yapısına, toprak alanını kaplama yüzdelerine ve toprak üzerindeki açılı duruşlarına göre kızıl ötesi ışınları yansıtırlar. Her bitkinin fizyolojik yapısı, hücre şekli ile büyüme zamanının kendine özgü olması doğadaki alanlarının ve yoğunluklarının, uzaktan algılama tekniği ile kolaylıkla belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Bitki türlerinin kendine özgü yansıma değerleri olan bitkilerin yer çalışmaları ile ve bir el radyospektroradyometresi kullanılarak belirlenebilmektedir. Bu, bitki çeşitlerinin doğadaki yüzölçümlerini ve sonuç olarak kültür bitkileri ürün rekoltesinin belirlenmesine olanağını sağlar. İğne yapraklı çam ağaçlarının bitki örtüsü, yoğun çayır, mısır, buğday, domates pamuk veya ayçiçeği vb. bitki örtülerine göre yakın kızıl ötesi (NIR) ışınları daha düşük oranlarda yansıtırlar. Hastalıklı bitkilerde NIR yansımanın düşmesi ve bunun uydu verilerinde belirlenebilmesi, bölge bazında hastalığın geniş alanlara yayılmadan önlem alınması şansını verir (Kurucu et al., 2003).

Tarımsal amaçlı uzaktan algılama çalışmalarının başlangıcı 1950'li yılların başında tarım ürünlerinin mikrodalga bölgesinde davranışlarının incelenmesiyle başlamış, 1970'li yıllarla beraber hızlanmış ve 1972 yılında LANDSAT uydusunun yeryüzü kaynaklarını araştırmak amacıyla uzaya gönderilmesiyle uygulama olanağı bulmuştur (Cihlar et al., 1986).

Uzaktan algılama, direkt temas olmadan cisimler hakkında veri toplama yöntemidir. Uzaktan algılama, tarımda da yaygın olarak kullanılan bir teknolojidir. Tarım alanında etkili alan tahmini, ürün bilgi sistemi, sulama alan tespiti, hastalıkla mücadele ve rekolte tahmini gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Uzaktan algılama sisteminin 7 temel aşaması vardır. Bu aşamalar:

-Uzaktan algılamanın temel elemanı enerji kaynağıdır. Bilgi alınacak cisimlere gönderilen elektromanyetik enerjiyi sağlamaktadır.

-Cisimlerle etkileşime giren enerji geri yansıyarak sensörlere ulaşır ve atmosfer ile sürekli etkileşim halindedir.

-Elektromanyetik enerji cisimlerle etkileşim halinde olduğu için yansıma sonucunda bize cisimlerin yapısı hakkında bilgi vermektedir.

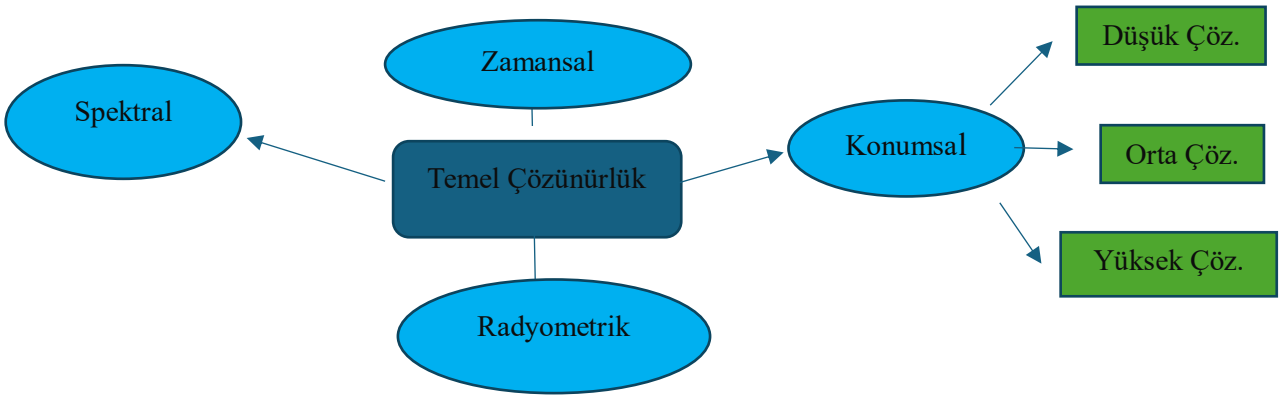
-Sensörler, cisimlerden yansıma, emilme ve iletilme sonucunda geri yansıyan enerjiyi kayıt altına almaktadır.

-Kayıt altına alınan veriler işlenip görüntüye dönüştürülerek gönderilmektedir.

-Elde edilen görüntüler bilgi elde etmek için görsel veya çeşitli bilgisayar programları ile analiz edilmekte ve yorumlanmaktadır.

-Son aşamada analizler ve yorumlamalar kullanılarak bilgiler elde edilmektedir.

Büyük alanlarda maliyetin düşük olması, görüntünün hızlı elde edilmesi, uydu verilerinin sayısal formatta olması ve insan gözünün ayırt demeyeceği ayrıntıları yakalaması avantajlarıdır. Uzaktan algılamanın avantajları yanında dezavantajları da vardır. Dezavantajları ise elde edilen verilerden büyük ölçekli harita hazırlamanın zor olması, sürekli değişim görülen alanlarda analiz için hava fotoğraflarının gerekmesi ve bunun da maliyeti artırıyor olması, düzenli kalibrasyon işleminin gerekmesi, yakınlarında lazer ve radar gibi sistemlerin olması halinde analiz edilen olguyu olumsuz yönde etkilemesidir (Kaya, 2019).
Uzaktan algılama aktif ve pasif algılama sistemi olarak iki başlıkta incelenmektedir. Sistem kendi enerjisini ürettiğinde aktif uzaktan algılama sistemleri; güneş elektromanyetik enerjisine dayalı sistemler ise pasif uzaktan algılama sistemleri olarak isimlendirilmektedir. Uzaktan algılamanın 4 temel çözünürlüğü vardır.



Şekil 1. Uzaktan algılamanın temel çözünürlük çeşitleri

Spektral çözünürlük, algılayıcının duyarlı olduğu aralıkla alakalıdır. Çözünürlüğün iyi olması dalga boyu aralığının küçük olduğunu gösterir. Konumsal çözünürlük, görüntünün mekan olarak detay derecesini ifade eder. Uzunluk ölçüsü ile belirtilir. Görüntüyü oluşturan ise piksellerin boyutlarıdır. Radyometrik çözünürlük, elektromanyetik enerji miktarındaki hassasiyeti göstermektedir. Enerji farklılıklarını ayırt edebilme yeteneğidir. Enerji farklılıkları gri tonu sayısına denk gelmektedir. Zamansal çözünürlük, uzaktan algılamada aynı bölgeyi görüntüleme sıklığıdır. Aynı araziyi üst üste algılama yapması arasında geçen süredir (Şekil 1).

Türkiye'de Arazi Kullanımının Tarihsel Süreci
1.1950-1980 yılları arası durum tespiti niteliği taşıyan klasik dönem
Günümüzdeki arazi kullanımının temelini oluşturmaktadır. Arazi kullanım sınıflandırmaları, jeomorfolojik birimler ile arazi kullanımı arasındaki ilişkiler ve planlamaya yönelik çalışmalardır.
2. 1980-1995 yılları arası mekansal sorunların üzerinde durulduğu dönem
Arazi kullanımına yönelik sorunlar üzerinde durulmuş ve bu çözümlere yönelik yaklaşımlar geliştirilmiştir.
3. 1995-2005 yılları arasındaki Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) tekniklerinin kullanılmaya başlandığı dönem
Arazi kullanımının tespiti ve nasıl yapılacağı, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinden yararlanma yolları üzerinde durulmuştur.
4. 2005 sonrası, CBS ve UA'nın yoğun olarak kullanıldığı ve yoğun sayısal analizlerin yapıldığı dönem.
Arazi kullanımdaki yıllara göre değişim oranları ve değişime eğilimlerinin belirlenmesi; amaçlanarak geleceğe yönelik planlamalar üzerinde durulmuştur (Aktaş, 2020).

Arazi Kullanımı Sınıflandırma Sistemleri

3.1. USDA (United States Deparment of Agriculture)

İnsan aktivitesi ya da modifiye edilmiş arazi yüzeyini ifade eder. Arazi ve su kaynaklarını hesaba katmak için tasarlanmıştır. Sınıflandırma belirli seviyelerden oluşmaktadır. 1. Seviye, 2. Seviye, 3. Seviye, 4.Seviyeden (Tablo 1) oluşmaktadır (Kaya, 2019).

Tablo 1. USDA düzeyleri ve kategorileri(Kaya, 2019).

1. Düzey	2. Düzey	3. Düzey	4. Düzey
7 ana kategoriden oluşmaktadır	26 ana kategoriden oluşmaktadır.	70 ana kategoriden oluşmaktadır.	

CORINE (Coordination of Information on the Environment)

CORINE (Coordination of Information on the Environment-Çevresel Bilginin Koordinasyonu), Avrupa Çevre Ajansı tarafından belirlenen Arazi Örtüsü/Kullanımı Sınıflandırmasına göre uydu görüntüleri üzerinden bilgisayar destekli görsel yorumlama metodu ile üretilen arazi örtüsü/kullanımını verisidir. CORINE, çevre ile ilgili öncelikli konularda (hava, su, toprak, arazi örtüsü, kıyı erozyonu, biyotoplar) Avrupa Birliği için bilgi toplamayı amaçlayan 1985 yılında başlatılmış bir programdır. Proje, yaklaşık 5,8 milyon km^2' lik alanda, Türkiye'nin de içinde bulunduğu 39 ülkede gerçekleştirilmektedir. Avrupa Çevre Ajansı'nın belirlediği kriterler ve sınıflandırma sistemi doğrultusunda AÇA'ya üye tüm ülkelerde, arazideki çevresel değişimlerin belirlenmesi, doğal kaynakların rasyonel biçimde yönetilmesi ve çevre ile ilgili politikaların oluşturulması amaçlarına yönelik, aynı temel verilerin yönetilmesi ve standart bir veri tabanının oluşturulmasıdır. Avrupa Çevre Ajansı kriterleri ve sınıflama birimlerine göre (44 sınıf), uydu görüntüleri üzerinden arazinin izlenmesine yönelik arazi örtüsü/ arazi kullanımındaki değişiklikler uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla tespit edilmektedir. (Anonim, 2025)

Elektromanyetik Enerji ve Etkisi

Elektromanyetik Enerji

Elektromanyetik enerji, ışık hızının harmonik dalgalar halinde hareket eden tüm enerji şekillerini kapsamaktadır. Güneş ışığı, en bilinen elektromanyetik enerji şeklidir. Günümüzde bilimsel çalışmalar sonucunda birçok elektromanyetik enerji şekli bulunmuş ve insanlığın hizmetine sunulmuştur. X ışınları, kızıl ötesi ve mor ötesi ışınlar, ısı, radyo ve televizyon dalgaları birer elektromanyetik enerji şeklidir. Günümüzde bilgisayarlar, televizyon ve radyolar, mikrodalga fırınlar, uydular vb. elektromanyetik enerji ile çalışmaktadır.

Cismin ısısına göre ışıyan enerji miktarı ve dalga uzunluğu uzaktan algılamada önemlidir. Elektromanyetik enerji cisimlerle temasta (katı, sıvı, gaz) şiddet, doğrultu, dalga uzunluğu, polarizasyon ve faz farkı gibi bakımlardan birçok değişikliğe uğramaktadır. Uzaktan algılamada bu değişiklikler belirlenip, kayıt edilmelidir. Sonuç olarak ortaya çıkan görüntü ve veriler kayıt edilen elektromanyetik ışınımda farklılığa sebep olan cismin özelliklerinin saptanması için yorumlanmaktadır (Süslü, 2007).

Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik spektrum 10^{-10} µm dalga boyu ile 10^{10} µm dalga boyuna kadar olan tüm elektromanyetik ışınımı kapsar.

Gamma ışını ($\lambda<0.03$ µm): Radyoaktif maddelerden ve yıldızlardan yayılmaktadır. Yüksek frekanslı dalgalar olup; fazla enerji taşımaktadırlar. Tıp alanında radyoterapide kullanılmaktadır.

X-Işını ($0.03<\lambda<3$ µm): Yıldızlardan yayılan yüksek frekanslı dalgalardır. Yüksek miktarda enerji taşımaktadır. Havaalanı güvenliğinde bagaj kontrolünde ve röntgen çekimlerinde yararlanılmaktadır.

Morötesi Işın (UV) (3nm<λ<0.4 µm): Büyük oranda güneşten yayılmaktadır. Özel lambalar tarafından üretilmekte ve mikrop öldürücü özelliğinden dolayı yiyecek ve sağlık sektörlerinde sterilizasyon amacıyla kullanılmaktadır. Vücudun D vitamini üretmesini sağlamasının yanında sahte para tespitinde ve solaryumlarda da kullanılmaktadır.

Görünür Işın (0.4 µm<λ<0.7 µm): Ortalama 5600 °C olan güneş ısısı büyük oranda görünür ışın yaymaktadır. Uzaktan algılama da yararlanılmaktadır.

Kızılötesi Işın (0.7 µm<λ<300 µm): Sıcak cisimlerden (lamba, ateş, yıldız) yayılmaktadır. Bu ışınlar, yaydıkları sıcaklık ile anlaşılmaktadır. Günümüzde birçok alanda fizyoterapi, gece görüş dürbünlerinde, uzaktan kumandalarda, alarm sistemlerinde kullanılmaktadır. 0.7 ile 0.9 µm arasındaki ışınım film ile saptanabilmektedir. 3 ile 5 µm ve 8 ile 14 µ arasındaki ışınım optik ve mekanik tarayıcılar tarafından saptanmaktadır.

Mikrodalga (0.3<λ<300 µm): Yüksek frekanslı radyo dalgalarıdır. Yıldızlar tarafından yayılmakta ve vericiler tarafından da üretilebilmektedir. Mobil telefonlarda, mikrodalga fırınlarda ve radar sistemlerinde kullanılmaktadırlar. Tüm hava koşulunda pasif ve aktif olarak görüntü elde edebilmektedir. Mikrodalgada uzaktan algılama aktif şekilde olmaktadır. Rakıma ve neme aşırı duyarlı olup bu dalgalar yardımıyla optik bantlarla yapılamayan birçok araştırma yapılabilmektedir.

Radyo Dalgaları (~1m<λ<2 km): Dalga boylarına göre üretilmektedirler. Ayrıca şimşek ve yıldırımdan, kıvılcımdan ve yıldızlardan yayılmaktadırlar. Elektromanyetik spektrumdaki en düşük frekanslı ışınlardır ve genellikle iletişimde kullanılmaktadırlar (Süslü,2007).

Atmosferik Etkiler
Uzaktan algılama sistemi tarafından algılanmadan önce elektromanyetik ışınım atmosferin içinden geçmektedir. Öncelikle güneşten hedefe sonra hedeften algılayıcıya gelene kadar atmosfer içinde belli bir yol kaydetmektedir. Işınımın atmosferdeki bu ilerleyişi sırasında saçılma, yutulma ve kırılma nedeniyle yoğunluğunda, frekansında, doğrultusunda ve hızında bazı değişimler olmaktadır. Atmosferin bu etkileri izlenen yolun uzunluğuna bağlıdır (Süslü, 2007).

Atmosferik Saçılma
Saçılma elektromanyetik enerjinin atmosferindeki askıda bulunan maddeler (duman, toz, yağmur damlaları, buhar ve tuz kristalleri gibi) veya büyük çapa sahip atmosferik gaz molekülleri nedeniyle yön değiştirmesidir. Kısa dalga boyları, uzun dalga boylarına göre daha fazla saçıldığı görülmektedir.

Atmosferik Yutulma
Atmosferik saçılımda ışınım, atmosferindeki taneciklerden yansır ve kırılır. Yutulma saçılmanın tersine enerjinin yeryüzüne gelmeden atmosferde depolanmasına sebep olur. Bir ortam içinde yutulmada, ortama giren büyük frekanslı bir enerji daha küçük frekanslı bir enerjiye dönüşmektedir. Örneğin ışık enerjisi ısı enerjisine dönüşür ve atmosfer ısınır (Süslü, 2007).

Tarımda Uzaktan Algılama
Bitkisel üretim, birçok faktörden etkilenmektedir. Bu faktörlerin tam olarak belirlenmesi oldukça zordur. Yıllara, lokasyonlara, çevresel faktörlere göre değişmekte olup; arasındaki korelasyonu da iyi analiz etmek gerekmektedir. Bitkilerin vejetasyon dönemi boyunca değişiklik gösteren meteorolojik olaylar verimde değişikliğe sebep olmaktadır.

Bitki Sınıflarının Uydu Desteği ile Belirlenmesi
Verim tahmini yapılması planlanan alanda öncelikle yayılım gösteren bitki sınıflarının belirlenmesi gerekmektedir. Belirlenme sürecinde uzaktan algılama teknolojisinden yararlanılmaktadır. Uydu verileri üzerinde doğrusal modellerle bitki türlerinin yoğunluk değerlerini hesaplayabilmektedir.

Daha sonra verim ve fizyolojik özellikler ile onların spektral özellikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi gerekmektedir (Sönmez & Sarı, 1999). Stres koşulları, hastalık ve zararlılar, bitkinin beslenme durumları spektral olarak belirlenmesi gereken fizyolojik özelliklerdir (Ahlrics & Bauer 1983, Ömerci et al., 1993; Sönmez & Sarı 1999; Sarı et al., 2004).

Örtü Yoğunluğu Tespiti

Bitki yoğunluk değerlerinin belirlenmesi için bitki örtüsüne gelen saçılma, yayma, emilme, geri yansıma esaslarını kapsayan birçok model geliştirilmiştir. Ayrıca hidrometeorolojik, ekolojik ve agrometeorolojik gibi kullanılması zorunlu olan bitki örtüsü yoğunluğu hesaplamak için farklı deneysel bitki indeksleri de geliştirilmiştir (Sönmez & Sarı 2004).

Bitki İndeksi ve Verim İlişkisi

Uydu verileri ile belirlenen indeks ile verim tahmini yapılabilmekte ayrıca spektral verilerle belirlenen bitki indeksi değerleri büyük olan bölgedeki verimin, küçük olan bölgelerdeki verime kıyasla daha yüksek olacağı ortaya çıkmaktadır. (Sönmez & Sarı 2004).

Verim Tahmini İçin Kullanılan Parametreler

Şekil 2. Verim tahmini parametreleri

Meteorolojik faktörler, tarımda verimin önemli belirleyicisinden bir tanesidir. Verim tahminlerinde meteorolojik veriler uzun yıllık ortalama değerlerine göre kullanılmaktadır. Kültürel faktörler ise üreticiler tarafından değişkenlik gösteren faktörlerin tamamı olarak ifade edilmekte ve verim tahmini kolaylıkla yapılabilmektedir (Sönmez & Sarı 2004). Uydu verileri, verim tahmininde modelleme için bitkilerin farklı fizyolojik dönemlerindeki uydu verilerinin potansiyel yarayışlılığı test edilmiştir (Şekil 2). Uydu verilerinin sağladığı olanakların verim tahmini çalışmalarında kullanılabilirliği kesin olarak kanıtlanmıştır (Maktav & Sunar 1991).

Agrometeorolojik Model

İklim, tarımda üretimi etkileyen en önemli faktörlerinden biridir. Toplam yağış miktarı, yağışın yıl içinde dağılımı, sıcaklık ve yağışın bitkinin fenolojik olarak hangi döneme denk geldiği tarımsal üretimi etkileyen iklim faktörleridir. Yöntemin işleyişi bitki yetişme dönemi süresince oluşturulan sayısal değerlerin faktöriyel çarpımlarının esas alındığı eşitliklere dayandırılmaktadır (Sönmez & Sarı 2004).

SONUÇ

Uzaktan algılama yöntemleri klasik yöntemleri tamamlayıcı bir araçtır. Daha önce yapılan çalışmalar da uydu görüntülerinin görsel olarak verilerle birlikte yorumlandığında ekili tarım ürünlerinin rahatlıkla saptanabileceği görülmektedir. Uydu görüntüleri ile ekim yapılan alanların belirlenmesinde en önemli unsur uygun zamanda görüntü alınmasıdır. Ekim nöbeti ve çevre koşullarının sürekli değişmesi bitkinin gelişme sürecini etkilemesi zamansal çözünürlüğün önemini ortaya çıkarmaktadır. Doğru bilgilerin zamanında toplanması uzaktan algılamanın başarı oranını yükseltecektir. Ayrıca bilişim uzmanlarıyla beraber agronomistlerle veriler değerlendirildiğinde iki alanda da gelişimin önü açılacaktır.

KAYNAKÇA

Ahlrıcs, J.S., Bauer, M.E. (1983). Relation of Agronomic and Multi Spectral Reflectance Characteristics of Spring Wheat Canopies. *Agronomy Journal* 75: 987-993.

Aktaş, C. (2020). Arazi Kullanımı. Erişim Tarihi (06.09.2025) : https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/muhammet.bahadir/64187/Arazi%20Kullan%C4%B1m%C4%B1.pdf

Cihlar, J., Brown, R.J. & Gindon, B. (1986). Microwave Remote Sensing of Agricultural Crops in Canada. *Journal of Remote Sensing*, 7(2), p.195-212. DOI**:** 10.1080/01431168608954676

Kaya, N.S. (2019). Bitki Desenlerinin Belirlenmesinde Uzaktan Algılamanın Kullanılması. Ankara üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Türkiye.

Kurucu, Y., Altınbaş, Ü., Bolca, M., Esetlili, M.T., Özden, N. & Özen, F. (2003). Pamuk ekili alanların uydu teknolojisi kullanılarak belirlenmesi. Pamukta Eğitim Semineri, EBİLTEM, Ege Üniversitesi, Türkiye.

Maktav D., F., Sunar, 1991. Uzaktan Algılama Kantitatif Yaklaşım. Çeviri Kitabı. Sayfa 136

Ömerci C., O., Müfrüoğlu, A.F, Sunar, H.G., Coşkun, (1993). Landsat Thematic Mapper Verileri Kullanılarak Hububat Ekim Alanlarının Sınıflandırılması, İ.T.Ü. 51 (4)

Sarı, M., N.K. Sönmez, M.Karaca, 2004. Relationship Between Chlorophyll Content And Canopy Reflectance In Washington Navel Orange Trees (Citrus Sinensis L. Osbeck), Pakistan Journal Of Botany (In Press).

Sönmez, N.K. & Sarı, M. 1999. Sayısal Uydu Verileri ile Batı Akdeniz Bölgesinde Buğday Bitkisinin Spektral Özelliklerinin ve Alansal Dağılımının Belirlenmesi, *Turkish Journal Of Agriculture And Forestry,* 4 (23), 929-934.

Sönmez, N., & Sarı, M. (2004). Verim tahmini çalışmalarında yeni yaklaşımlar: Uzaktan Algılama ve Agrometeorolojik Yöntemler. *Derim*, 21(2), 5-18.

Süslü, A. (2007). Şereflikoçhisar İlçesindeki Tarım Arazilerinde Uzaktan Algılama Yöntemiyle Etkili Alanların Tespiti ve Rekolte Tahmini. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Gebze, Türkiye.

Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı . (2025). Corine nedir?. Erişim Tarihi (06.09.2025) : https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/nedir.html

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

KURAKLIĞIN PATATES TARIMI ÜZERİNE ETKİSİ

Prof. Dr. Rüveyde TUNÇTÜRK
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-3759-8232

Yudum BURCU
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-1399-6153

ÖZET
Tarım sektörünü etkileyen en önemli faktörlerin başında küresel iklim değişikliği gelmektedir. İklim değiştikçe kuraklığın şiddeti ve sıklığı da artmaktadır. Bunun sonucu olarak tarımsal üretimde verim düşmekte ve buna bağlı olarak günden güne artan nüfusa yönelik gıda arzını da olumsuz etkilemektedir. Patates; besin değeri ve veriminin yüksek olması, sindiriminin kolay olması ve her çeşit iklimde yetişmesi bakımından önemli pazarı olan bir üründür. İklim değişikliği, patates tarımını da olumsuz etkilemektedir. Zararlı ve hastalıklar, sıcaklık, CO2 seviyesi, lokasyon farklılıkları gibi faktörler de patates verimini olumsuz yönde etkilemektedir. Patates, suya duyarlı bir bitki olduğu için kuraklık stresi altında verim ve kalite özellikleri olumsuz etkilenmektedir. Kuraklık stresi altında patates bitkisinin gelişimi yavaşlamakta, erkencilik teşvik edilerek yaşam döngü süresi azalmaktadır. Bunun sonucu olarak yumru sayısı ve büyüklüğü azalmaktadır. Ayrıca, fizyolojik olarak yaprak alan indeksinin ve stoma iletkenliğinin azalmasına ve böylelikle birim yaprak alanındaki fotosentezin azalmasına neden olmaktadır. Etkili sulama yöntemleri ile tarımsal olarak su tasarrufu sağlansa da ıslah yöntemleriyle kurak koşullarda yüksek verim alınabilen çeşitlerin geliştirilmesi ve bitki yetişme dönemlerinin yeniden düzenlenmesi ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle kuraklığa dayanıklı çeşitler ile uygun sulama yöntemlerinin uygun gelişme döneminde kullanıldığı bitkisel üretim sistemleri, verim açısından önem taşımaktadır.
Anahtar Kelimeler: Kuraklık Stresi, Patates, Tarım, Verim

THE IMPACT OF DROUGHT STRESS ON POTATO FARMING

ABSTRACT
Climate change is one of the most significant factors affecting the agricultural sector. As the climate changes, both the intensity and frequency of drought increase. Consequently, agricultural productivity declines, negatively impacting food supply for the growing global population. Potato is a valuable crop due to its high nutritional value, high yield potential, ease of digestion, and adaptability to various climatic conditions. However, climate change also adversely affects potato cultivation. Factors such as pests and diseases, temperature fluctuations, CO_2 levels, and geographical differences further reduce potato yield.

Potato are highly sensitive to water availability; therefore, drought stress negatively affects both yield and quality characteristics. Under drought conditions, the growth of potato plants slows down, and early maturation is induced, leading to a shortened life cycle. As a result, both the number and size of tubers decrease. Physiologically, drought reduces the leaf area index and stomatal conductance, which in turn lowers the rate of photosynthesis per unit leaf area. Although effective irrigation methods can contribute to agricultural water conservation, developing drought-tolerant potato varieties through breeding programs and adjusting the plant growth periods have become increasingly important. Therefore, crop production systems that incorporate drought-resistant varieties and appropriate irrigation strategies during the optimal growth period are critical for sustaining yield under drought conditions.
Keywords: Drought Stress, Potato, Agriculture, Yield

GİRİŞ

Patates tahıllardan sonra beslenmede en çok tercih edilen ürünlerden bir tanesidir. Veriminin ve besin değerlerinin yüksek olması, sindiriminin kolay olması ve her çeşit iklimde yetiştirildiği için tüm dünya ülkelerinde yetiştirilmekte ve tüketilmektedir. Patates yumrularında yüksek oranda nişasta, protein, B ve C vitamini, mineral maddeler ihtiva ettiği için insan beslenmesinde tercih edilen önemli bir endüstri bitkisidir. Ayrıca patates nişasta ve ispirto endüstrisinin temelini oluşturmaktadır. Yan ürünleri ise çocuk maması, ispirto, pudra, tutkal, sagodur. Yaralı olan yumruları ise özellikle et ve süt hayvanlarının beslenmesinde kullanılır. Ekim nöbetinde sıkça tercih edilen patates çapa bitkisi olduğundan dolayı kendisinden sonra ekilen bitki içinde işlenmiş ve havalanmış toprak bırakmaktadır. Ayrıca diğer nişasta bitkilerine kıyasla veriminin yüksek olması, besin değerinin yüksek olması, hazmının kolay olması ve iklim seçiciliğinin fazla olmaması bitkinin önemini arttırmaktadır.

Tarihçesi ve Sınıflandırılması

Patates (*Solanum tuberosum* L.) geniş kullanım alanı, yüksek verim potansiyeli ve besin değeri nedeniyle büyük tarımsal öneme sahip bitkilerden birisidir. Patatesin orijini And dağlarının (Güney Amerika) yer aldığı dağlık kısımdır. Bu lokasyondan tüm dünyaya yayılarak açlık sorununa çözüm olacak bitkilerin başında gelmektedir. Yabani form ve türleri Güney Amerika ve Kuzey Amerika'da geniş alanlara yayılmıştır. Ülkemizde patatesin yetişebileceği en iyi yerler rakımı yaklaşık 1000 m civarındaki lokasyonlardır. Kars, Erzurum, Bolu, Afyon, Sivas, Niğde, Konya, Adapazarı iyi patates yetiştirilen bölgelerimizdir (Kolsarıcı, 2018).

Tablo 1. Patatesin gruplandırılması (Kolsarıcı, 2018)

Kullanım Alanlarına Göre	Gelişme Sürelerine Göre	Nişasta Oranlarına Göre	Protein Oranlarına Göre
Yemeklik çeşitler	Erkenci çeşitler	Yemeklik	Pürelik
Sanayide kullanılan çeşitler	Orta Erkenci çeşitler	Yemeklik/Nişastalık	Yemeklik
Hayvan yemi için çeşitler	Geççi çeşitler	Nişastalık	İyi Yemeklik
		Pürelik	

Ülkemizde ve Dünya'da Ekimi ve Potansiyeli

Dünya'da patates (*Solanum tuberosum* L.) FAO verileri çerçevesinde incelendiğinde (Tablo 2) patates yetiştiriciliği yapan ülkeler içinde en fazla patates üreten on ülke sırasıyla Çin, Hindistan, Ukrayna, ABD, Rusya, Almanya, Bangladeş, Fransa, Pakistan ve Mısır'dır. Dünya üretiminde ülkemiz %1.49'luk pay ile 13**.** sırada yer almıştır. Çevre koşulları, teknolojik anlamda gelişimin artmasıyla verimde de artışlar görülmüştür. Dünya patates yetiştiriciliğinde nüfus artışı düşünüldüğünde, ekili alanlardan alınacak olan verim önemli hale gelmiştir. Özellikle Çin ve Hindistan gibi nüfusları sürekli artan ülkeler tarımsal alanda besin ihtiyacını karşılayabilmek için geniş tarım alanlarına ihtiyaç duymaktadır

Tablo 2. Ülkelere göre patates üretimi, dikili alan, verim (FAO, 2023)

Ülke	Üretim (ton)	Dikilen Alan (ha)	Verim (kg/da)
Çin	93.430.000	4.57	2.045
Hindistan	60.142.000	2.33	2.579
Ukrayna	21.358.630	1.21	1.765
ABD	19.992.090	0.39	5.145
Rusya	19.374.441	1.11	1.753
Almanya	11.607.300	0.26	4.385
Bangladeş	10.431.736	0.46	2.290

Fransa	8.606.490	0.20	4.219
Pakistan	8.319.767	0.34	2.443
Mısır	6.869.330	0.24	2.915
Türkiye	5.700.000	0.15	3.777
Dünya	383.080.607	16.80	2.280

TÜİK verileri çerçevesinde 2019 yılında patates ekiliş alanları 1.408.967 dekar iken 2024 yılında 1.957.753 dekara, üretim miktarı ise 4.979.824 tondan 6.900.000 tona yükselmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Türkiye patates ekiliş alanı, üretim miktarı ve verimi (TUIK,2025)

	Ekilen alan (Dekar)	**Üretim (Ton)**	**Verim (Kg / Dekar)**
2019	1.408.967	4.979.824	3.534
2020	1.479.935	5.200.000	3.514
2021	1.389.175	5.100.000	3.671
2022	1.391.716	5.200.000	3.736
2023	1.509.269	5.700.000	3.777
2024	1.957.753	6.900.000	3.524

Patates dünyanın her bölgesinde yetişebilen bir bitkidir. Tek yıllık yazlık bir bitki olan patates iklimi sıcak olan tropik ve subtropik bölgelerde kışlık turfanda yetiştirilmektedir. Fazla su istemeyen patates, gelişme döneminde 300-450 mm su istemektedir. Sıcaklığın 15-21 ^{0}C olduğu bölgelerde 3.5 ile 4 ay gelişme döneminde toplam yağışı 375 mm olduğunda sulanmadan yetiştirilebilir. Patates topraküstü ve toprakaltı (kök, stolon, yumru) organları olarak 2 kısımda incelenmektedir. Tohum ve yumrudan gelişen patates saçak köklü bir bitkidir. Stolon ise yatay olarak büyüyen yan saplardır. Stolon uzunluğu çeşit özelliği olup; uzunlukları 5-20 cm aralığında değişmektedir. Yumru, patatesin en önemli kısmıdır. Yumru büyüklüğü yetişme koşullarına göre değişmekle beraber 5-500 gr arasında değişir. Patatesin kimyasal yapısı incelendiğinde su, kuru madde, nişasta, karbonhidrat, ham protein, ham yağ, ham selüloz, ham kül, ham şeker, vitaminler ve solanin içermektedir. Solanin ($C_{45}H_{73}NO_{15}$) patatesin canlı organlarında bulunan toksik etkili bir glikozittir (Kolsarıcı, 2018).

Tablo 4. Patatesin Kimyasal Yapısı

Unsurlar	**%'si**	**Unsurlar**	**%'si**
Su	75.20	Ham Selüloz	0.80
Kuru Madde	24.80	Ham Kül	1.11
Nişasta	17.70	Solanin	0.15
Karbonhidrat	3.34	Ham Şeker	0.05
Ham Protein	1.67	C Vitamini	30 mg/100g
Ham Yağ	0.15	B7 Vitamini	1.2 mg/100g
B1 Vitamini	0.30 mg/100g	B2 Vitamini	0.04 mg/100g

İklim İstekleri ve Kuraklıkla İlişkisi

Patates, yetişme dönemi boyunca ortalama 15-18 ^{0}C sıcaklık ister. Dikimi için toprak sıcaklığının +8 ^{0}C olması istenir. Gelişme dönemi boyunca çeşitlere göre farklılık göstermesi nedeniyle kısa gelişme süreli çeşitlerin toplam 1600 ^{0}C, uzun gelişme süreli çeşitler ise 3000 ^{0}C ısı toplamına ihtiyaç duyarlar. Kuraklığa ise diğer bitkilere göre daha az dayanıklıdır. Yetişme dönemine göre (yağışın aylara dağılımı) 300-450 mm yağış veya buna eşdeğer sulama ister (Anonim, 2016).

Aynı türe ait olsalar bile bitki çeşitlerinin kuraklığa duyarlılıkları farklılık gösterebilmektedir.

Kuraklığın çeşitleri meteorolojik, tarımsal, hidrolojik ve sosyoekonomik kuraklık olarak dört çeşit altında incelenmektedir. En fazla kullanım şekli, yağışın ortalama değerlerin altında seyretmesiyle arazi ve su kaynaklarının olumsuz etkilenmesi durumudur. Tarımsal kuraklık ise yıl boyunca alınan toplam yağıştan ziyade bitkinin büyüme döneminde köklerinden alabildiği su miktarıdır. Büyüme döneminde su sıkıntısı yaşayan bitkilerde verim alanında kayıplar gerçekleşmektedir. (Tuberosa, 2012; Turner et al., 2014). Patates kuraklığa duyarlı bir ürün olduğu için kuraklık stresi nedeniyle verim düşüşleri görülebilmektedir. İklim değişikliği nedeniyle kuraklığın kapsamı, şiddeti ve sıklığı tüm dünyada artmaktadır. Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalarda patatesin kuraklığa duyarlılığının türüne, genotip morfolojisine, gelişim aşamalarına, kuraklığın şiddetine ve süresine bağlı olduğu ifade edilmiştir. Patates serin iklimi istediği için yüksek sıcaklıklarda verim artışı görülmez. Gün içinde yüksek miktarda güneş ışığı, gece ise serinlik ister. Fakat vejetatif büyüme dönemi ve yumru gelişiminde farklı sıcaklıklar ister. Kuraklık, bitki gelişimini çeşitli şekillerde etkiler. Kuraklığın süresi, yoğunluğu ve bu unsurların bitkinin hangi gelişme dönemine denk geldiği önem arz etmektedir (Pinheiro & Chaves, 2011). Kuraklık, stomaların kapanmasına ve yaprak şeker konsantrasyonunun artmasına neden olur. Stomalar kapanınca CO_2 alınımı azalarak fotosentez sürecini etkiler (Chaves et al., 2002; Serraj et al., 2004; Mafakheri et al., 2010; Muthoni & Kabira, 2016). Ayrıca patatesteki kuraklık stresini yer altı aksamı, yer üstü aksamı ve verimi üzerindeki etkisi olarak sınıflandırılabiliriz. Patatesin yer üstü aksamının büyümesine kuraklığın etkisi gövde yüksekliği, gövde sayısı (Chang et al., 2018) ve yaprak alanı (Kesiime et al., 2016) üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Yer altı aksamlarına etkisi ise yer altında kök, stolon ve yumruları oluşturduğu için kuraklık patatesin ekonomik değerini arttıran yer altı organlarını etkilemektedir. Bu etkilenme sadece kuraklıkla ilgili olmayıp; toprak tipi, lokasyon ve fizyolojik yaş ile de ilgilidir. Kuraklık stresinin oluşması topraktaki su miktarının yanında hava oransal nemine de bağlıdır. Nem miktarının düşük olduğu bölgelerde evapotransprasyon yüksek oranda olacağından bitki kısa sürede kuraklık stresine girecektir.

Tohumluk Materyali ve Çeşitler

Patateste yemeklik ve tohumluk alanlarının ayrılmasıyla Kayseri, Sivas, Konya, Eskişehir, Kahramanmaraş, Erzincan, Niğde ve Erzurum illerinde yaklaşık 200.000 dekarlık alanda farklı kademelerde tohumluk patates üretim alanı olarak belirlenmiş olup; tohumluk ihtiyacının büyük çoğunluğu bu illerimizde yapılmaktadır. 2007-2020 yılları aralığında 1.002.899 adet melez patates tohumu elde edilerek Patates Genetik Tabanı oluşturulmuştur. Patates Araştırma Enstitüsü tarafından 2015'te Onaran 2015 ve Fatih; 2016'da Nahita, Ünlenen ve Nam; 2017'de Çağlı, Leventbey ve Muratbey; 2019'da ise Niğde Sarısı ve Saruhan isimleriyle toplam 10 adet yerli patates çeşidi tescil edilmiştir (Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2022).

Tohumluk, üretimde temel girdi olup; kaliteli ve hastalıklardan ari olmalıdır. Tohumluk seçiminde yumru özelliklerini incelediğimizde fizyolojik yaş, irilik, hastalık ve zararlılarla bulaşıklık durumu dikkatle incelenmelidir. Yetiştirme amacına uygun boyutta olmalı ve iyi depolanmalıdır.

SONUÇ

Patates, suya duyarlı bir bitki olduğu için kuraklık stresi altında verim ve kalite özellikleri olumsuz etkilenmektedir. Kuraklık stresi altında patates bitkisinin gelişimi yavaşlamakta, erkencilik teşvik edilerek yaşam döngü süresi azalmaktadır. Bunun sonucu olarak yumru sayısı ve büyüklüğü azalmaktadır. Ayrıca, fizyolojik olarak yaprak alan indeksinin ve stoma iletkenliğinin azalmasına ve böylelikle birim yaprak alanındaki fotosentezin azalmasına neden olmaktadır. Etkili sulama yöntemleri ile tarımsal olarak su tasarrufu sağlansa da ıslah yöntemleriyle kurak koşullarda yüksek verim alınabilen çeşitlerin geliştirilmesi ve bitki yetişme dönemlerinin yeniden düzenlenmesi ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle kuraklığa dayanıklı çeşitler ile uygun sulama yöntemlerinin uygun gelişme döneminde kullanıldığı bitkisel üretim sistemleri, verim açısından önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. (2022). Patates Ders Notları. Erişim Tarihi (02.09.2025): https://antalya.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Patates%20Ders%20Notlar%C4%B1.

Chang, D.C, Jin, Y.I, Nam, J.H, Cheon, C.G, Cho, J.H, Kim, S.J. & Yu, H.-S. (2018). Early Drought Effect on Canopy Development and Tuber Growth of Potato Cultivars with Different Maturities. *Field Crops Res, 215*, 156–162. DOI: 10.1016/j.fcr.2017.10.008.

Chaves, M.M, Pereira, J.S, Maroco, J, Rodrigues, M.L, Ricardo, C.P.P, Osório, M.L, Carvalho, I, Faria, T. & Pinheiro, C. (2002). How Plants Cope with Water Stress in the Field? *Photosynthesis and Growth. Ann. Bot*, 89(7), 907–916.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2025). Erişim Tarihi (06.09.2025) : https://www.fao.org/home/en

Kesiime, V.E, Tusiime, G, Kashaija, I.N, Edema, R, Gibson, P, Namugga, P.& Kakuhenzire, R. (2016). Characterization and Evaluation of Potato Genotypes (*Solanum tuberosum* L.) for Tolerance to Drought in Uganda. *Am. J. Potato Res. 93*, 543–551.

Mafakheri, A, Siosemardeh, A.F, Bahramnejad, B, Struik, P.C. & Sohrabi, Y. (2010). Effect of Drought Stress on Yield, Proline and Chlorophyll Contents in Three Chickpea Cultivars. *Aust. J. Crop Sci. 4*, 580–585.

Muthoni, J. & Kabira, J.N. (2016). Potato Production under Drought Conditions: Identification of Adaptive Traits. *Int. J. Hortic. 6*.

T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü. (2016). Patates Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele. Erişim Tarihi (01.09.2025) : https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Uretici_Bilgi_Kosesi/Dokumanlar/patates.pdf

Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK). (2025). İstatistik Veri Portalı. Erişim Tarihi (01.09.2025) : https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111

Pinheiro, C. & Chaves, M.M. (2011). Photosynthesis and Drought: Can We Make Metabolic Connections from Available Data? *J. Exp. Bot, 62*, 869–882.

Serraj, R. Krishnamurthy, L. Kashiwagi, J. Kumar, J. Chandra, S. & Crouch, J.H. (2004). Variation in Root Traits of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Grown under Terminal Drought. *Field Crops Res, 88*, 115–127.

Tuberosa R. (2012). Phenotyping for drought tolerance of crops in the genomics era. Front. Physiol., 3: Article 347.

Turner, N.C. Blum, A. Cakir, M. Steduto, P. Tuberosa. R. & Young, N. (2014). *Strategies to increase the yield and yield stability of crops under drought – are we making progress?* Funct. Plant Biol., 41: 1199-1206.

DİYARBAKIR'DA KİRAZ YETİŞTİRİCİLİĞİ: POTANSİYEL, SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Dr. Kenan ÇELİK
GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi , Diyarbakir, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-5780-6342

ÖZET
Diyarbakır ili, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin sahip olduğu ekolojik çeşitlilik ve tarımsal potansiyel bakımından önemli bir merkezdir. Bölgede tahıl ve pamuk üretimi öne çıksa da, son yıllarda meyvecilikte çeşitlenme eğilimleri dikkat çekmektedir. Kiraz (*Prunus avium* L.), yüksek pazar değeri, ihracat potansiyeli ve tüketici talebindeki artış nedeniyle Diyarbakır için önemli bir alternatif ürün niteliğindedir. Bu çalışmada Diyarbakır'daki kiraz yetiştiriciliğinin mevcut durumu, üretim alanları, verimlilik, iklim ve toprak koşulları, karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri ele alınmıştır. Çalışmada Tarım ve Orman Bakanlığı istatistikleri, yerel üretici gözlemleri ve literatür verileri değerlendirilmiştir. Bulgulara göre Diyarbakır'ın özellikle Çermik, Çüngüş, Ergani, Dicle ve Hani ilçelerinde kiraz yetiştiriciliğine uygun ekolojik alanlar bulunduğu; ancak sulama yetersizliği, bilgi eksikliği ve pazarlama sorunlarının gelişmeyi sınırlandırdığı görülmektedir. Bölgeye özgü modern bahçe tesislerinin artırılması, yeni çeşitlerin adaptasyon denemeleri ve üretici birliklerinin güçlendirilmesi önerilmektedir.
Anahtar Kelimeler: Kiraz, Diyarbakır, Meyvecilik, İklim, Tarımsal Potansiyel

CHERRY CULTIVATION IN DIYARBAKIR: POTENTIAL, PROBLEMS, AND PROPOSED SOLUTIONS

ABSTRACT
Diyarbakır Province, situated in the Southeastern Anatolia Region, represents a significant hub in terms of ecological diversity and agricultural potential. While cereal and cotton production have traditionally dominated the region, recent years have seen a notable trend toward diversification in fruit cultivation. Cherry (Prunus avium L.) emerges as a promising alternative crop for Diyarbakır, owing to its high market value, export potential, and growing consumer demand.

This study provides a comprehensive assessment of cherry cultivation in Diyarbakır, addressing production areas, yields, climatic and soil conditions, prevailing challenges, and potential solutions. The analysis draws on data from the Ministry of Agriculture and Forestry, field observations from local growers, and existing literature. Findings indicate that districts such as Çermik, Çüngüş, Ergani, Dicle, and Hani possess ecological conditions conducive to cherry production; however, factors such as insufficient irrigation, limited technical knowledge, and marketing constraints hinder further development. To enhance productivity and sustainability, the study recommends expanding modern, region-specific orchard establishments, conducting adaptation trials for new cultivars, and strengthening producer cooperatives.
Keywords: Cherry, Diyarbakır, Fruit Cultivation, Climate, Agricultural Potential

GİRİŞ
Diyarbakır ili, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer almakta olup, 1,7 milyon hektarlık tarım arazisiyle bölgenin önemli tarımsal merkezlerinden biridir. İlde tarımsal üretim büyük ölçüde buğday, arpa, pamuk ve mercimek gibi tarla ürünlerine dayalıdır. Ancak son yıllarda iklim değişikliğinin etkileri, üretim deseninde çeşitlendirme ihtiyacı ve katma değeri yüksek ürünlere yönelme çabaları meyvecilik sektörünü ön plana çıkarmıştır.

Kiraz (*Prunus avium* L.), dünyada ve Türkiye'de ekonomik değeri yüksek meyve türlerinden biridir. Türkiye, 2023 yılı itibarıyla yaklaşık 725 bin ton üretim ile dünya kiraz üretiminde ilk sırada yer almaktadır (FAO, 2023).

Özellikle Ege ve Marmara Bölgeleri Türkiye'nin kiraz üretim merkezleri olsa da, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde de kiraz yetiştiriciliğine uygun ekolojik alanların bulunduğu bilinmektedir. Diyarbakır'ın iklim koşulları (sıcak yazlar, soğuk kışlar, düşük nem oranı), kiraz yetiştiriciliği için belirli avantajlar sunmaktadır. Yaz aylarında meyvelerin kaliteli renklenmesi, şeker birikiminin artması ve aromatik özelliklerin gelişmesi bu avantajlardan bazılarıdır. Ancak, ilkbahar geç donları, yaz kuraklığı ve sulama olanaklarının kısıtlılığı bölgedeki kiraz yetiştiriciliğinin gelişimini sınırlamaktadır.
Bu çalışmada Diyarbakır'da kiraz yetiştiriciliğinin mevcut durumu ele alınmakta; ekolojik uygunluk, üretim potansiyeli, sorunlar ve çözüm önerileri ayrıntılı olarak tartışılmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, literatür taraması, resmi istatistikler ve üretici gözlemlerine dayalı olarak hazırlanmıştır. Tarım ve Orman Bakanlığı Diyarbakır İl Müdürlüğü kayıtları, TÜİK verileri ve FAO istatistikleri incelenmiştir. Ayrıca Çermik, Çüngüş, Ergani, Dicle ve Hani ilçelerindeki üreticilerle yapılan görüşmelerden elde edilen bilgiler çalışmaya dahil edilmiştir.
Yöntem olarak betimleyici analiz yaklaşımı benimsenmiş, mevcut durum, potansiyel ve sorunlar nitel veriler üzerinden değerlendirilmiştir. Ayrıca Diyarbakır'ın iklim ve toprak verileri incelenerek kiraz yetiştiriciliği için uygunluk değerlendirmesi yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Diyarbakır'ın İklim ve Toprak Özellikleri

Diyarbakır, karasal iklim özelliklerine sahip olup yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk geçmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 16,5 °C, yıllık yağış miktarı ise yaklaşık 490 mm'dir. Bu değerler kiraz yetiştiriciliği açısından sınırda koşullar sunsa da özellikle sulama desteği ile başarılı üretim yapılabilmektedir.
Toprak yapısı bakımından ilde kireçli, tınlı-killi topraklar yaygın olup, pH değeri genellikle 7,5–8,2 arasındadır. Bu durum bazı kiraz çeşitleri için sorun oluşturabilse de uygun anaç seçimi (özellikle kuş kirazı [Prunus avium] ve mahaleb [Prunus mahaleb]) ile uyum sağlanabilmektedir.

Diyarbakır'da Kiraz Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumu

Diyarbakır'da kiraz üretim alanı son yıllarda artış göstermektedir. TÜİK verilerine göre 2015 yılında yaklaşık 1.200 dekar olan kiraz bahçesi varlığı, 2023 yılında 2.800 dekara ulaşmıştır. Üretim miktarı ise 2.500 ton civarındadır.
Özellikle Ergani, Çermik, Dicle ve Hani ilçeleri kiraz üretiminde öne çıkmaktadır. Bu ilçelerde yüksek rakım (800–1.200 m) ve gece-gündüz sıcaklık farklarının belirgin olması, meyve kalitesini artırmaktadır.
Bölgede genellikle 0900 Ziraat, Regina ve Bing kiraz çeşitleri yetiştirilmektedir. 0900 Ziraat çeşidi ihracat potansiyeli nedeniyle en fazla tercih edilen çeşittir. Ancak bazı üreticiler yerel çeşitleri de küçük ölçekte üretmeye devam etmektedir.

Üretimde Karşılaşılan Sorunlar

Kiraz yetiştiriciliğinde en önemli sorunlar şunlardır:

- Sulama yetersizliği: Yaz aylarında sıcaklıkların 40 °C'nin üzerine çıkması nedeniyle sulama ihtiyacı artmaktadır. Ancak birçok bahçe yeterli sulama altyapısına sahip değildir.
- İlkbahar geç donları: Özellikle Nisan ayı sonlarında görülen don olayları çiçek ve küçük meyve dökülmelerine neden olmaktadır.
- Hastalık ve zararlılar: Monilya (Monilinia spp.), kiraz sineği (Rhagoletis cerasi) ve yaprak bitleri üreticilerin en çok karşılaştığı sorunlardır.
- Pazarlama: Üreticiler çoğunlukla ürünlerini yerel pazarlarda düşük fiyatlarla satmak zorunda kalmakta, ihracata yönelim sınırlı kalmaktadır.
- Bilgi ve teknik destek eksikliği: Modern bahçe tesisinde doğru çeşit-anaç kombinasyonu ve budama teknikleri hakkında üreticilerin bilgi eksikliği bulunmaktadır.

Pazarlama ve Dış Ticaret Olanakları

Diyarbakır'ın coğrafi konumu, GAP bölgesindeki lojistik avantajlarla birleştiğinde, kiraz ihracatına uygun bir potansiyel sunmaktadır. Özellikle Irak ve Orta Doğu ülkelerine yakınlık, dış ticarette önemli bir avantajdır.

Ancak, mevcut üretim miktarının ihracat için yeterli ölçeğe ulaşamaması, soğuk zincir altyapısının eksikliği ve üretici örgütlenmesinin yetersizliği bu avantajın kullanımını sınırlamaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Diyarbakır ili, iklim ve toprak özellikleri bakımından kiraz yetiştiriciliğine uygun potansiyele sahiptir. Özellikle yüksek rakımlı ilçelerde kaliteli ve aromatik kiraz üretimi mümkündür. Ancak sulama yetersizliği, ilkbahar donları, pazarlama sorunları ve teknik bilgi eksikliği üretimin gelişmesini sınırlamaktadır.

Bu bağlamda şu öneriler geliştirilebilir:

1. Modern sulama sistemlerinin (damla sulama vb.) yaygınlaştırılması,
2. Don zararını azaltacak bahçe tesis yöntemlerinin geliştirilmesi,
3. Hastalık ve zararlılarla biyoteknik ve entegre mücadele yöntemlerinin uygulanması,
4. Çeşit ve anaç adaptasyon denemelerinin yapılması,
5. Üretici birliklerinin ve kooperatiflerin güçlendirilmesi,
6. Soğuk hava depoları ve lojistik altyapının geliştirilmesi,
7. İhracata yönelik kalite standartlarının üreticiye öğretilmesi.

Diyarbakır'ın kiraz yetiştiriciliğinde gelecekte önemli bir üretim merkezi olma potansiyeli yüksektir. Planlı yatırımlar ve doğru stratejilerle bölgenin ulusal ve uluslararası pazarda rekabet gücü artırılabilir.

KAYNAKÇA

FAO (2023). FAOSTAT Database. http://www.fao.org/faostat

TÜİK (2023). Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.

Tarım ve Orman Bakanlığı (2023). Diyarbakır İl Tarım Raporu.

Çelik, Y., & Sarıaltın, H. K. (2019). Türkiye'de kiraz üretiminin yapısal analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 6*(4), 596–607. https://www.dergipark.gov.tr/turkjans

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

TÜRKİYE'DE BADEM YETİŞTİRİCİLİĞİNDE GÜNEYDOĞU ANADOLU'NUN STRATEJİK ÖNEMİ

Dr. Kenan ÇELİK
GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi , Diyarbakir, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-5780-6342

ÖZET
Badem (*Prunus dulcis*), yüksek besin değeri ve ekonomik önemi ile dünya genelinde stratejik bir sert kabuklu meyve türü olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde badem yetiştiriciliğinin mevcut durumunu, ekolojik uygunluğunu ve sürdürülebilir üretim potansiyelini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Araştırmada, resmi istatistikler, saha gözlemleri, üretici görüşmeleri, araştırma merkezleri verileri ile uzun dönemli iklim ve toprak analizleri incelenmiştir. Bulgular, bölgenin yazları sıcak ve kurak, kışları ılıman geçen iklimi, verimli toprak yapısı ve geniş tarım alanlarıyla badem yetiştiriciliği için elverişli olduğunu göstermektedir. Son 15–20 yılda üretim alanlarının hızla arttığı, modern sulama sistemleri ve devlet destekleri sayesinde verimlilik ve üretici ilgisinin yükseldiği gözlenmiştir. Bölgede hem uluslararası ticari çeşitler (Ferragnes, Ferraduel, Lauranne, vb.) hem de yerel genotipler yetiştirilmektedir. Ancak iklim değişikliği ve kuraklık riski, sürdürülebilir üretim açısından önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Bu nedenle su yönetimi stratejilerinin etkin uygulanması, çeşit adaptasyonu ve modern üretim tekniklerinin yaygınlaştırılması gerekmektedir. Sonuç olarak, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Türkiye'nin badem ihtiyacını karşılamanın yanı sıra uluslararası pazarda rekabet edebilecek güçlü bir üretim merkezi olma potansiyeline sahiptir.
Anahtar Kelimeler: Badem, Güneydoğu Anadolu, ekolojik uygunluk, iklim değişikliği, sürdürülebilir üretim

STRATEGIC IMPORTANCE OF SOUTHEASTERN ANATOLIA FOR ALMOND CULTIVATION IN TURKEY

ABSTRACT
Almond (*Prunus dulcis*) is an important nut crop with high nutritional value, drought tolerance, and growing global demand. Considered a strategic crop for agricultural diversification in Turkey, almond cultivation has been rapidly expanding in the Southeastern Anatolia Region. Particularly Diyarbakır, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, and Gaziantep provide highly favorable climatic and soil conditions for almond production. In recent years, government incentives, farmers' growing interest, and the establishment of new orchards have positioned the region as a potential production hub.
This study evaluates the ecological suitability, current production trends, and distribution of almond cultivars in Southeastern Anatolia. In addition, the possible impacts of climate change and drought, the role of irrigation strategies, and approaches for sustainable production are discussed. Findings indicate that the region holds strong potential to become a strategic center for almond cultivation in Turkey, with significant contributions to both domestic markets and export.
Keywords: Almond, Southeastern Anatolia, agricultural potential, climate change, sustainable production

GİRİŞ
Badem (*Prunus dulcis*), dünya genelinde yüksek besin değeri ve ekonomik önemi nedeniyle stratejik konuma sahip sert kabuklu meyve türlerinden biridir. İçeriğinde bulunan yüksek orandaki doymamış yağ asitleri, protein, lif, vitamin (özellikle E vitamini) ve mineral maddeler, bademi insan sağlığı açısından değerli bir fonksiyonel gıda haline getirmektedir (Sathe et al., 2009; Wien et al., 2010). Ayrıca yüksek antioksidan kapasitesi ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde rol oynayan bileşenleri sayesinde badem, yalnızca tarımsal bir ürün değil, aynı zamanda sağlık ve beslenme politikaları açısından da stratejik bir gıda olarak değerlendirilmektedir (Chen et al., 2006).

Tarımsal üretim boyutunda ise badem; kuraklığa dayanıklılığı, düşük bakım maliyetleri ve uzun ömürlü bir tür olması nedeniyle yarı kurak ve kurak ekolojilerde sürdürülebilir tarımsal kalkınma için önemli fırsatlar sunmaktadır (Egea et al., 2003). Küresel ölçekte artan tüketim talebi, bademin ekonomik değerini giderek yükseltmiş; üretim alanlarının genişlemesini ve yeni plantasyon yatırımlarının hız kazanmasını beraberinde getirmiştir. Nitekim dünya badem üretimi son 20 yılda %60'ın üzerinde artış göstermiş, başta ABD, İspanya, İran ve Türkiye olmak üzere birçok ülkede stratejik bir yatırım alanı haline gelmiştir (FAO, 2023).

Türkiye, bademin gen merkezi olarak kabul edilmekte ve sahip olduğu geniş ekolojik çeşitlilik sayesinde farklı bölgelerde başarıyla badem yetiştirilebilmektedir (Kester & Gradziel, 1996). Bununla birlikte son yıllarda Güneydoğu Anadolu Bölgesi, ekolojik uygunluğu, geniş tarım alanları, verimli toprak yapısı ve iklimsel avantajlarıyla öne çıkmaktadır. Özellikle Diyarbakır, Mardin, Siirt, Şanlıurfa ve Gaziantep illerinde kurulan modern badem plantasyonları, devlet destekleri ve üretici ilgisinin artışıyla birleşerek bölgenin badem yetiştiriciliğinde stratejik bir merkez olma potansiyelini güçlendirmektedir (TÜİK, 2023; Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022). Bu durum, hem ülkenin badem arz güvenliği hem de dış ticarette rekabet gücünün artırılması açısından önemli bir gelişme olarak değerlendirilmektedir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde badem (*Prunus dulcis*) yetiştiriciliğinin mevcut durumunu ortaya koymak, bölgenin ekolojik ve sosyo-ekonomik açıdan taşıdığı potansiyeli değerlendirmek ve geleceğe yönelik sürdürülebilir üretim stratejilerini tartışmak amacıyla yürütülmüştür. Araştırma, nitel ve nicel veri kaynaklarının birlikte kullanıldığı **karma yöntem** yaklaşımı çerçevesinde kurgulanmıştır.

Çalışmanın temel veri kaynaklarını şu unsurlar oluşturmuştur:

1. **Resmî İstatistikler:** Tarım ve Orman Bakanlığı'nın yıllık üretim raporları ile Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayımlanan bitkisel üretim istatistikleri kullanılmıştır. Bu veriler aracılığıyla bölgedeki badem ekim alanları, üretim miktarları ve yıllara göre değişim eğilimleri analiz edilmiştir.
2. **Saha Gözlemleri ve Üretici Görüşmeleri:** Diyarbakır, Mardin, Siirt, Şanlıurfa ve Gaziantep illerinde farklı ölçeklerde faaliyet gösteren badem üreticileri ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen nitel veriler değerlendirilmiştir. Bu yöntemle üretim sürecinde karşılaşılan sorunlar, çiftçi beklentileri ve bölgesel uygulama farklılıkları ortaya konmuştur.
3. **Araştırma Kurumları Bulguları:** GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi tarafından yürütülen deneme sonuçları, çeşit adaptasyonu çalışmaları ve sulama uygulamalarına ilişkin veriler değerlendirilmiştir.
4. **Ekolojik Veriler:** Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen uzun dönemli iklim verileri ile bölgesel toprak analiz raporları incelenmiş; özellikle sıcaklık rejimleri, yağış dağılımları, toprak pH'sı ve tekstür özellikleri gibi faktörler badem yetiştiriciliği açısından yorumlanmıştır.

Ayrıca, kuraklık ve iklim değişikliği senaryoları çerçevesinde bölgeye özgü sulama stratejileri (ör. damla sulama, yağmur suyu hasadı, sulama zamanlaması) ve sürdürülebilir üretim yaklaşımları tartışılmıştır. Veriler, hem mevcut üretim kapasitesini ortaya koymak hem de geleceğe dönük stratejik planlamalara ışık tutmak amacıyla betimsel analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

1. Ekolojik Uygunluk

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılıman geçen iklim özellikleriyle badem yetiştiriciliği için oldukça elverişli bir ekolojiye sahiptir. Uzun yıllık meteorolojik veriler, bölgenin yıllık güneşlenme süresinin Türkiye ortalamasının üzerinde olduğunu, düşük bağıl nemin ise mantari hastalıkların yayılma riskini azalttığını göstermektedir. Ayrıca kuraklığa dayanıklı çeşitlerin bölge koşullarına adaptasyonu yüksek bulunmuştur (Egea et al., 2003). Özellikle Diyarbakır ve Mardin ovaları, derin alüvyal toprakları, iyi drenaj kapasitesi ve hafif alkalin özellikleri ile badem tarımı için avantaj sağlamaktadır.

2. Üretim Eğilimleri

Son 15–20 yıllık süreçte bölgede badem üretim alanlarında dikkate değer bir artış gözlenmiştir. TÜİK (2023) verilerine göre Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin badem üretimindeki payı giderek yükselmekte, özellikle Siirt, Mardin ve Diyarbakır illeri ön plana çıkmaktadır. Bu gelişmede devletin kırsal kalkınma projeleri, hibe programları ve fidan destekleri önemli rol oynamıştır. Modern sulama sistemleriyle kurulan yeni plantasyonlar sayesinde verimlilik artışı sağlanmış, aynı zamanda üretici ilgisi de belirgin şekilde yükselmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022).

3. Çeşit Dağılımları

Bölgede yaygın olarak yetiştirilen çeşitler arasında Ferragnes, Ferraduel, Texas ve Nonpareil gibi uluslararası pazarda rekabet gücü yüksek ticari çeşitler yer almaktadır. Bunun yanında yerel ekotipler, özellikle kuraklığa adaptasyon kabiliyetleri ve hastalıklara dayanıklılıkları ile dikkate değerdir. Ancak, ihracat odaklı pazarlama stratejileri nedeniyle son yıllarda ticari çeşitlerin tercih edilme oranı artmaktadır (Kester & Gradziel, 1996). Çeşit seçiminde pazar talebi, çiçeklenme dönemi ve sulama imkânları belirleyici faktörler olmaktadır.

4. İklim Değişikliği ve Kuraklık Etkisi

İklim değişikliği, Güneydoğu Anadolu'da yağış rejimlerinde düzensizliklere, artan sıcaklık değerlerine ve kuraklık riskinde yükselmeye neden olmaktadır. Özellikle badem gibi uzun ömürlü bitki türlerinde su kısıtlılığı verim ve kaliteyi doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi kritik önem taşımaktadır. Damla sulama, yağmurlama sulama ve yağmur suyu hasadı gibi modern sulama yöntemlerinin yaygınlaştırılması, kuraklık riskinin azaltılması açısından büyük önem arz etmektedir (Fereres & Soriano, 2007).

5. Sürdürülebilir Üretim Yaklaşımları

Sürdürülebilir üretim anlayışı çerçevesinde organik badem üretimi, entegre zararlı yönetimi, modern budama ve mekanik hasat teknikleri giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Ayrıca üretici kooperatiflerinin güçlendirilmesi, ortak pazarlama ağlarının geliştirilmesi ve ihracata yönelik sertifikasyon süreçlerinin yaygınlaştırılması, bölgenin rekabet gücünü artıracaktır (Wien et al., 2010). Bu uygulamalar sayesinde bölgedeki badem üretiminin hem ekonomik hem de ekolojik açıdan sürdürülebilirliği desteklenecektir.

SONUÇ

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, sahip olduğu iklim avantajları, geniş tarım alanları, uygun toprak yapısı ve artan yatırım olanaklarıyla Türkiye'de badem yetiştiriciliğinin stratejik merkezlerinden biri olma yolundadır. Devlet destekleri, üretici ilgisi ve modern bahçe tesislerinin yaygınlaşması ile bölgenin badem üretimindeki payının önümüzdeki yıllarda daha da artacağı öngörülmektedir.

Bununla birlikte, iklim değişikliği ve kuraklık riski bölgenin üretim sürdürülebilirliği için kritik tehditler oluşturmaktadır. Bu nedenle, su yönetimi stratejilerinin etkin uygulanması, çeşit adaptasyon çalışmalarının hızlandırılması ve modern üretim tekniklerinin yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Sonuç olarak, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, yalnızca Türkiye'nin badem ihtiyacını karşılamakla kalmayacak, aynı zamanda uluslararası pazarda rekabet edebilecek güçlü bir üretim üssü haline gelebilecek potansiyele sahiptir.

KAYNAKÇA

Chen, C.Y., Lapsley, K. and Blumberg, J. (2006) Nutrition and Health Perspective on Almonds. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86, 2245-2250. http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.2659

Egea, J., Ortega, E., Martínez-Gómez, P., & Dicenta, F. (2003). Chilling and heat requirements of almond cultivars for flowering. *Scientia Horticulturae, 97*(1), 107–114. https://doi.org/10.1016/S0304-4238(02)00188-1

FAO (2023). FAOSTAT: Crops and livestock products. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from http://www.fao.org/faostat

Fereres, E., & Soriano, M. A. (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. Journal of Experimental Botany, 58(2), 147–159. https://doi.org/10.1093/jxb/erl165

Kester, D. E., & Gradziel, T. M. (1996). Almonds. In J. Janick & J. N. Moore (Eds.), Fruit Breeding (pp. 1–97). John Wiley & Sons.

Sathe, S. K., Seeram, N. P., Kshirsagar, H. H., Heber, D., & Lapsley, K. A. (2009). Fatty acid composition of California grown almonds. Journal of Food Science, 74(9), C607–C614. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2008.00936.x

Tarım ve Orman Bakanlığı (2022). Türkiye Badem Üretim Raporu. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Yayınları.

TÜİK (2023). Bitkisel üretim istatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu. Retrieved from https://data.tuik.gov.tr

Wien, M., Bleich, D., Raghuwanshi, M., Gould-Forgerite, S., Gomes, J., Monahan-Couch, L., & Oda, K. (2010). Almond Consumption and Cardiovascular Risk Factors in Adults with Prediabetes. *Journal of the American College of Nutrition, 29*(3), 189–197.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE IMPACT OF COVID-19 AND MARMARAY ON GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN CLIMATE-RESILIENT UNIVERSITY CAMPUS

Assoc. Prof. Orhan SEVİMOĞLU
Gebze Technical University, Enginering Faculty, Environmental Enginering Department, Kocaeli, Turkiye
ORCID: ID/ 0000-0003-4861-5154

ABSTRACT
Greenhouse gas (GHG) emissions occur during the fulfillment of daily life needs, contributing significantly to global warming and climate change. In particular, the combustion of fossil fuels such as coal, petroleum-derived products, and natural gas leads to an increase in atmospheric GHG concentrations, thereby enhancing the Earth's heat retention capacity and raising global temperatures. In response to these effects, numerous institutions and organizations have set targets to reduce GHG emissions and mitigate the adverse impacts of climate change on human life. In recent years, the growing urgency of global warming has prompted higher education institutions to develop sustainable development strategies aimed at reducing their carbon footprints. Universities, by virtue of hosting diverse populations, possessing advanced research infrastructure, and offering comprehensive educational resources, are well-equipped to measure, manage, and report their GHG emissions. Although each campus has its own unique structure, studies of this nature can serve as a reference for other national and international university campuses. In this context, the present study evaluates the GHG emissions of the Gebze Technical University campus for the years 2019–2023, using the Scope 1, Scope 2, and Scope 3 methodologies defined by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Both direct and indirect emissions from the campus were calculated in metric tons of carbon dioxide equivalent (tCO_2e). For the conversion of various greenhouse gases to CO_2 equivalents, the Global Warming Potential (GWP) values from the IPCC's Fifth Assessment Report (AR5, 2014) were employed.
Keywords: Greenhouse Gas Emissions, University Campus, CO2, Reduction

İKLİME DAYANIKLI ÜNİVERSİTE KAMPÜSÜNDE COVİD-19 VE MARMARAY'IN SERA GAZI EMİSYONLARINA ETKİSİ

ÖZET
Günlük yaşamın sürdürülebilmesi için gerçekleştirilen faaliyetler sırasında atmosfere sera gazı salınımı gerçekleşmektedir. Bu gazlar, küresel ısınmaya ve dolayısıyla iklim değişikliğine neden olmaktadır. Özellikle kömür, petrol türevleri ve doğal gaz gibi fosil yakıtların yanması sonucunda atmosfere salınan sera gazlarının artışı, dünyanın ısıyı tutma kapasitesini yükselterek atmosfer sıcaklığının artmasına yol açmaktadır. Bu etkilerin önüne geçebilmek amacıyla, birçok kurum ve kuruluş sera gazı emisyonlarını azaltmayı hedefleyen politikalar geliştirmektedir. Son yıllarda küresel ısınmanın etkilerinin artmasıyla birlikte, yükseköğretim kurumları da sürdürülebilir kalkınma stratejileri çerçevesinde sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik çalışmalar yürütmektedir. Üniversiteler; farklı deneyimlere sahip bireyleri bünyelerinde barındırmaları, gelişmiş araştırma altyapıları ve eğitim olanaklarıyla sera gazı emisyonlarının ölçülmesi, yönetilmesi ve raporlanması için gerekli kaynaklara sahiptir. Her üniversite kampüsü kendine özgü bir yapıya sahip olmakla birlikte, bu tür çalışmalar diğer ulusal ve uluslararası üniversitelere yol gösterici nitelik taşımaktadır. Bu bağlamda, çalışmada Gebze Teknik Üniversitesi kampüsünün 2019–2023 yılları arasındaki sera gazı emisyonları, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından belirlenen Kapsam 1, Kapsam 2 ve Kapsam 3 yöntemleri kullanılarak hesaplanmıştır. Kampüste oluşan doğrudan ve dolaylı sera gazı emisyonları, ton karbondioksit eşdeğeri (tCO_2e) cinsinden belirlenmiştir. Hesaplamalarda, sera gazlarının karbondioksit eşdeğerine dönüştürülmesinde IPCC'nin 2014 tarihli Beşinci Değerlendirme Raporu'nda (AR5) yer alan küresel ısınma potansiyeli (GWP) katsayıları esas alınmıştır..
Anahtar kelimeler: Sera Gazı Emisyonu, Üniversite Kampüsü, CO2, Ezaltım

ÇEVRE SOSYOLOJİSİNDE EKOLOJİK EŞİTSİZLİKLER: ENDÜSTRİYEL KİRLİLİK VE FARKLILAŞAN ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Ahmed Hamza ALPAY
Bayburt Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Yaşlı Bakımı Pr.
ORCID ID: 0000-0002-8781-6939

ÖZET
Bu çalışma, çevre sosyolojisi perspektifinden ekolojik eşitsizlikleri ele alarak, endüstriyel kirliliğin toplumsal etkileri ve ayrıştırıcı sonuçlarına odaklanmaktadır. Çalışmanın temel amacı, ekolojik eşitsizliklerin yalnızca çevresel bir sorun değil, aynı zamanda derin toplumsal eşitsizlikleri yeniden üreten bir olgu olduğunu ortaya koymaktır. Bu çerçevede, çalışmada üç temel boyut üzerinde durulmaktadır: Kuramsal zemin, yapısal kırılganlıklar ve toplumsal farkındalık düzeyi. İlk bölümde, ekolojik eşitsizlik kavramı çevre sosyolojisinin temel teorik yaklaşımları ışığında ele alınmakta; çevresel yüklerin sınıfsal, mekânsal ve kültürel ayrımlarla nasıl iç içe geçtiği irdelenmektedir. İkinci bölümde ise, endüstriyel kirliliğin neden olduğu çevresel zararların, toplumsal kırılganlıkla olan ilişkisi analiz edilmekte; özellikle düşük gelirli ve marjinalleştirilmiş grupların bu tür kirliliklerden orantısız şekilde nasıl etkilendiği ortaya konmaktadır. Üçüncü ve son bölümde, ekolojik eşitsizliklere yönelik toplumsal farkındalık düzeyine odaklanılmakta; çevresel sorunların toplumda nasıl algılandığı, bu algının hangi faktörlerle şekillendiği ve farkındalığın sınıfsal ya da kültürel dinamiklerle nasıl farklılaştığı tartışılmaktadır. Bu bağlamda çalışma, çevresel eşitsizliklerin toplumsal katmanlarda nasıl deneyimlendiğini; sınıfsal konum ve mekânsal yerleşim bağlamında ele almakta ve bu eşitsizliklerin toplumsal farkındalık düzeyleri üzerindeki etkilerini tartışmaktadır. Bu çalışma, çevresel adalet tartışmalarına sosyolojik bir derinlik kazandırarak, literatüre toplumsal farkındalık temelli özgün bir katkı sunmayı amaçlamaktadır. Aynı zamanda, çevre politikalarının ekolojik eşitlikçi bir zeminde yeniden düşünülmesi gerektiğine dair eleştirel bir bakış geliştirmektedir.
Anahtar Kelimeler: Çevre Sosyolojisi, Ekolojik Eşitsizlik, Endüstriyel Kirlilik, Sosyal Kırılganlık, Toplumsal Farkındalık

ECOLOGICAL INEQUALITIES IN ENVIRONMENTAL SOCIOLOGY: INDUSTRIAL POLLUTION AND ITS DIFFERENTIATED IMPACTS

ABSTRACT
This study, from the perspective of environmental sociology, examines ecological inequalities by focusing on the societal impacts and divisive consequences of industrial pollution. The primary aim is to demonstrate that ecological inequalities are not merely environmental issues but phenomena that actively reproduce deep-rooted social disparities. In this context, the study centers around three core dimensions: theoretical foundations, structural vulnerabilities, and the level of social awareness. In the first section, the concept of ecological inequality is analyzed in light of key theoretical approaches within environmental sociology, exploring how environmental burdens intersect with class, spatial, and cultural distinctions. The second section investigates the relationship between the environmental damage caused by industrial pollution and social vulnerability, with particular emphasis on how low-income and marginalized groups are disproportionately affected by such pollution. The third and final section addresses the level of social awareness regarding ecological inequalities, examining how environmental problems are perceived by society, what factors shape these perceptions, and how awareness varies according to class and cultural dynamics. Within this framework, the study explores how environmental inequalities are experienced across different social strata, particularly in relation to class position and spatial location, and discusses their implications for levels of social awareness. By providing a sociologically grounded analysis, this study aims to contribute a distinctive perspective to the environmental justice literature, one rooted in social awareness. Moreover, it offers a critical reflection on the need to reconsider environmental policies on a more ecologically equitable basis.
Keywords: Environmental Sociology, Ecological Inequality, Industrial Pollution, Social Vulnerability, Social Awareness

1. GİRİŞ

Günümüzde çevresel sorunlar yalnızca ekosistemlerin sürdürülebilirliği açısından değil, aynı zamanda toplumsal yapılar içerisindeki eşitsizliklerin görünür kılınması bakımından da ele alınmaktadır. Çevresel bozulma, kaynakların tükenmesi ve iklim krizinin derinleşmesi gibi sorunlar, her toplumsal kesimi eşit biçimde etkilememekte; aksine bu etkiler sınıfsal, mekânsal ve kültürel farklılıklar üzerinden belirgin biçimde farklılaşmaktadır. Bu durum, çevresel zararların fiziksel olduğu kadar toplumsal bir dağılıma da sahip olduğu gerçeğini ortaya koymaktadır. Çevre sosyolojisinin temel ilgi alanlarından biri hâline gelen ekolojik eşitsizlik kavramı, tam da bu kesişim noktasında önem kazanmaktadır.

Ekolojik eşitsizlikler; çevresel yüklerin ve risklerin toplumun farklı kesimleri arasında adaletsiz biçimde dağıtılması, kimi grupların bu yükleri orantısız şekilde üstlenmesiyle oluşur. Özellikle sanayi faaliyetlerinin yoğunlaştığı bölgelerde, kirlilikten en fazla etkilenen topluluklar genellikle düşük gelirli, marjinalleştirilmiş ya da siyasal temsilden yoksun bırakılmış kesimlerdir. Bu bağlamda çevresel sorunlar, yalnızca doğaya zarar vermekle kalmamakta; aynı zamanda sosyoekonomik kırılganlıkları derinleştirerek, toplumsal adaletsizlik biçimlerinin yeniden üretilmesine aracılık etmektedir. Bu nedenle çevresel adalet ve ekolojik eşitlik tartışmaları, çevresel sorunların teknik çözümlerle aşılabileceği varsayımını sorgulamaya açmakta, daha bütüncül ve eleştirel bir bakış açısını gerekli kılmaktadır.

Bu çalışmada, çevre sosyolojisi perspektifinden hareketle ekolojik eşitsizliklerin yapısal boyutları, endüstriyel kirlilik bağlamında ele alınmakta ve bu eşitsizliklerin toplumsal farkındalık düzeyleriyle ilişkisi incelenmektedir. İlk bölümde, ekolojik eşitsizlik kavramı çevre sosyolojisinin kuramsal çerçevesi içerisinde değerlendirilmekte; çevresel yüklerin sınıfsal ve mekânsal farklılıklar üzerinden nasıl dağıldığı tartışılmaktadır. İkinci bölümde, endüstriyel kirliliğin neden olduğu çevresel zararların, toplumsal kırılganlıkla olan ilişkisi analiz edilerek; bu zararların hangi toplumsal kesimleri, ne ölçüde etkilediği incelenmektedir. Son bölümde ise, ekolojik eşitsizliklere dair toplumsal farkındalık düzeyleri, bu farkındalığı şekillendiren etkenler ve algı farklılıkları üzerinde durulmaktadır. Bu bağlamda çalışma, çevresel sorunların yalnızca doğal kaynakların korunmasına indirgenemeyeceğini; toplumsal eşitsizliklerle derin bağlara sahip olduğunu ortaya koyarak, çevre politikalarının daha adil ve kapsayıcı bir zeminde yeniden düşünülmesi gerektiğini savunmaktadır.

2. METODOLOJİ

Bu çalışma, çevre sosyolojisi perspektifinden ekolojik eşitsizlik olgusunu analiz etmeyi amaçlayan kuramsal ve kavramsal temelli bir araştırmadır. Araştırmada, ekolojik eşitsizliklerin tarihsel, yapısal ve toplumsal boyutları; çevre sosyolojisi literatüründe yer alan akademik kaynaklar, teorik metinler, raporlar ve güncel araştırmalardan hareketle eleştirel analiz yöntemiyle incelenmiştir. Özellikle çevresel adalet, toplumsal kırılganlık ve endüstriyel kirlilik konularında yapılan uluslararası çalışmalar, karşılaştırmalı bir yaklaşımla değerlendirilmiştir. Literatürden elde edilen veriler, içerik analizi yöntemiyle ele alınmış; kavramsal çözümlemeler yoluyla ekolojik eşitsizlik olgusunun toplumsal görünümleri açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışmanın üç ana bölümden oluşan yapısı, araştırma konusunun bütüncül olarak ele alınmasını sağlamaktadır. İlk bölümde kavramsal ve kuramsal bir çerçeve çizilerek, ekolojik eşitsizliğin çevre sosyolojisindeki yeri tartışılmış; ikinci bölümde ise endüstriyel kirliliğin toplumsal etkileri, özellikle sınıfsal ve mekânsal bağlamda analiz edilmiştir. Son bölümde ise, söz konusu eşitsizliklere dair toplumsal farkındalık düzeyi, ilgili literatür ve güncel tartışmalardan hareketle değerlendirilmiştir. Bu bağlamda çalışma, saha verilerine dayalı ampirik bir araştırma olmaktan ziyade, çevreye ilişkin toplumsal eşitsizliklerin kuramsal bir analizini sunmakta ve mevcut literatüre eleştirel bir katkı yapmayı amaçlamaktadır.

3. ÇEVRE SOSYOLOJİSİ BAĞLAMINDA EKOLOJİK EŞİTSİZLİK

Çevre sosyolojisi, insan-toplum-doğa ilişkilerini disiplinlerarası bir perspektifle ele alarak, çevresel sorunların toplumsal kökenlerini ve etkilerini analiz eden bir alt alan olarak ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda çevre ve toplum arasındaki etkileşimlerin incelenmesi, çevre sosyolojisinin kurucu temellerinden birini oluşturur. Çevre sosyologları, bu etkileşimlerin karmaşık doğası gereği çeşitli çevresel olguları incelemektedir.

Biyolojik düzeyde bir ekosistem, etkileşim içindeki biyotik topluluklar ve çevresinden oluşur; ancak sosyolojik düzeyde bu etkileşimler, insan topluluklarının sosyal örgütlenme, kültür ve teknoloji aracılığıyla çevreye uyum sağlama biçimleri üzerinden ele alınır (Dunlap & Catton, 1979: 251). Çevre sosyolojisinin gelişimiyle birlikte, disiplin içerisinde çeşitli teorik çerçeveler ve paradigma tartışmaları şekillenmiştir.

Dunlap (1992: 55), çevre sosyolojisindeki temel bakış açılarını insan ekolojisinden çevreci yaklaşımlara ve modern toplumlarda ekolojik paradigma yönündeki argümanlara kadar geniş bir yelpazede tanımlamıştır. Bu gelişim sürecinde beş ana çalışma alanı ön plana çıkmıştır: (1) yeni insan ekolojisi, (2) çevresel tutumlar, değerler ve davranışlar, (3) çevre hareketi, (4) teknolojik risk değerlendirmesi ve (5) çevresel politikaların politik ekonomisi. Buttel'in (1987: 465) belirttiği gibi, ilk çevre sosyologları sosyal teoriyi çevresel meselelerle yeniden yapılandırma hedefi taşımış olsalar da çevre sosyolojisi disiplinin geneli üzerinde sınırlı bir etki göstermiştir. Bununla birlikte, parçalanmışlık ve teori ile orta düzey ampirik sorunlar arasında gidip gelen yapısıyla, sosyolojinin genel yönelimine benzer bir konum edinmiştir.

Son dönemde, çevre sosyolojisinde hem kuramsal hem de yöntemsel açılımlar genişlemiş; özellikle kentlerin ve kentsel alanların hem sosyokültürel hem de ekolojik akışlarla şekillendiği çevresel yapılar olarak ele alınması gerektiği vurgulanmıştır. Bu bağlamda, şehirlerin yalnızca fiziksel alanlar olarak değil, aynı zamanda kültürel, ekonomik ve ekolojik ilişkiler ağı içinde yer alan dinamik sistemler olarak anlaşılması gerektiği ileri sürülmektedir (Parthasarathy & Singh, 2018: 1). Ekolojik eşitsizlik tartışmaları, çevresel yüklerin toplumsal olarak nasıl üretildiğini ve dağıtıldığını açıklamaya yönelik teorik çerçevelerle desteklenmektedir. Pascual ve Howe (2018: 5), ekosistem olgularının kavramsallaştırılmasında kullanılan "çekirdek" ve "uydu" çerçevelerini ayırt ederek, çevresel etkilerin yalnızca biyofiziksel değil, aynı zamanda sosyal ve kültürel süreçlerle ortak üretildiğini ortaya koymuştur. Bu yaklaşım, çevresel kaynaklara erişimin ve çevresel risklerden korunmanın toplumsal eşitsizliklerle nasıl iç içe geçtiğini kavramaya olanak tanımaktadır.

İklim değişikliği, günümüzün en kritik küresel çevre sorunlarından biri olarak, ekolojik eşitsizliklerin sadece yerel düzeyde değil, aynı zamanda uluslararası ölçekte de derinlemesine var olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, farklı coğrafi bölgelerde ve iklim koşullarında yaşayan toplulukların çevresel risklere karşı eşit olmayan düzeylerde savunmasız olduğunu göstermektedir. İklim değişikliğine karşı geliştirilen adaptasyon biçimleri, ekosistemlerin öz düzenleme kapasitesinin önemli belirleyicilerinden biridir. Örneğin, bitki ve hayvan türlerinin çevresel değişikliklere uyum sağlama yetenekleri, ekosistemlerin genel sağlığını ve işlevselliğini doğrudan etkiler. Biyoçeşitliliğin korunması, toplam biyokütlenin artışı ve biyosferin üretkenliğinin sürdürülebilirliği; sadece ekolojik süreçlerin değil, aynı zamanda bu süreçlerin sosyopolitik bağlamda şekillenmesinin de bir sonucudur. Farklı toplumsal grupların iklim değişikliğine karşı uygulayabildikleri adaptasyon stratejileri, kaynaklara erişim, ekonomik güç ve politik temsil gibi faktörlerle yakından ilişkilidir. Bu nedenle, iklim değişikliğinin etkileriyle mücadelede ve adaptasyon politikalarının geliştirilmesinde, sosyal adalet ve ekolojik sürdürülebilirlik ilkelerinin birlikte ele alınması gerekmektedir. Ekolojik ve sosyal dinamiklerin kesişimi, ekosistemlerin dayanıklılığı ve insanların refahını artırma potansiyeli barındırmaktadır (Hufnagel, Mics, Pálinkás, & Homoródi, 2019: 3). Sonuç olarak, çevre sosyolojisi bağlamında ekolojik eşitsizlikler; yalnızca çevresel bozulmanın değil, aynı zamanda bu bozulmanın sosyal yapılarla nasıl kesiştiğinin analizini gerektirir. Ekosistem etkilerinin dağılımı, çevresel risklere maruziyet ve bu risklere karşı geliştirilen toplumsal tepkiler; sınıfsal, mekânsal ve kültürel faktörlerle iç içe geçmiş çok boyutlu süreçler olarak ele alınmalıdır.

4. ENDÜSTRİYEL KİRLİLİK VE SOSYAL KIRILGANLIK

Endüstriyel kirlilik, çevresel sorunlar arasında su erozyonu ve kirliliği gibi kritik faktörlerden biridir. Endüstriyel faaliyetler sonucu ortaya çıkan kimyasal ve biyo-kimyasal kirleticiler, özellikle su kaynaklarına ve dolayısıyla tarım sektörüne zarar vermektedir. Endüstriyel atıklar arsenik, kurşun gibi ağır metaller içermekte olup; civa, kadmiyum ve çinko gibi toksik kimyasalların su kaynaklarına yoğun şekilde karışması yerel ekosistemler ve insan sağlığı üzerinde ciddi olumsuz etkiler yaratmaktadır.

Bu kirleticiler, sulama için kullanılan suyun kalitesini düşürerek hem ürünlere hem de hayvansal kaynaklara zarar verirken, tarımsal verimlilikte de önemli kayıplara yol açmaktadır (Behera & Reddy, 2002: 257). Endüstriyel süreçlerden açığa çıkan hava kirliliği de sosyal kırılganlığı artıran önemli bir unsurdur. Bacalardan salınan uçucu kül, kükürtdioksit, metan ve çeşitli karbonmonoksit gazları, çevrede yaşayanların solunum sağlığını olumsuz etkilerken; toprakların verimliliğini azaltmakta ve ekosistem üzerinde tahribat yaratmaktadır (Dutta, 1986: 153). Ancak, ticari çıkarların ön planda tutulduğu bağlamlarda, mesleki sağlık ve güvenlik konuları genellikle göz ardı edilmekte; işyerlerinin kapatılması gibi radikal önlemler nadiren gündeme gelmektedir (Nihila, 1995: 1484).

Endüstriyel kirliliğin kontrolü ve azaltılması sürecinde ekonomik ve sosyal faktörler belirleyici rol oynar. Azaltma maliyetlerinin tahmin edilmesi ve bu maliyetlerin sermaye, işgücü gibi kaynaklara nasıl dağıldığına dair varsayımlar, politika geliştirme süreçlerini etkiler (Robison, 1988: 188). Sosyal-ekolojik dayanıklılık kavramı, geleneksel doğal kaynak yönetimi yaklaşımlarını sorgulamakta ve daha uyarlanabilir yönetişim modellerine vurgu yapmaktadır. Karmaşık sosyal-ekolojik sistemlerde değişim dinamiklerini dikkate alan bu anlayış, endüstriyel kirlilikle mücadelede daha esnek ve bütüncül stratejilerin geliştirilmesini gerektirir (Wilkinson, 2012: 149).

Endüstriyel su kirliliğinin düzenlenmesi, çevresel kirliliğin diğer türlerinden, özellikle hava ve katı atık kirliliği kontrolü alanlarından belirgin şekilde farklılık göstermektedir. Çevre hukukunda hava ve katı atık kirliliğini kontrol etmeye yönelik oluşturulan düzenleyici süreçler genellikle belirli standartlara ve uygulamalara dayanırken, su kirliliğiyle ilgili mevzuatın kapsamı ve işleyişi daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu farklılık, suyun hareketli ve çoğu zaman sınır aşan doğasından kaynaklanmaktadır; su kirliliği, yerel, bölgesel ve ulusal düzeyde farklı etkilere yol açabildiği için düzenleme mekanizmalarının da bu değişkenliği göz önünde bulundurması gerekmektedir. Dolayısıyla, yasal uyum süreçleri ve yaptırımlar, hava ve katı atık kirliliğinde uygulanan standartlara kıyasla daha farklı ve bazen daha esnek bir yapıda şekillenmektedir. Bu durum, su kirliliğiyle mücadelede hem uygulayıcılar hem de denetleyici kurumlar açısından önemli zorluklar doğurmaktadır. Yasal düzenlemelerin etkinliği, yalnızca yasaların varlığı ile değil, aynı zamanda bu yasaların nasıl uygulandığı, denetlendiği ve gerektiğinde yaptırım gücünün nasıl kullanıldığı ile doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda, su kirliliğine yönelik düzenlemelerin dinamik doğası, kirlilikle mücadeleyi karmaşıklaştırmakta ve daha bütüncül, disiplinlerarası yaklaşımların geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (Yeager, 1993: 100).

Son olarak, endüstriyel kirliliğin ekosistem üzerindeki etkilerini tam anlamıyla kavrayabilmek için bitki biyolojisi ve ekolojisi alanındaki disiplinlerarası çalışmalar büyük önem taşımaktadır. Bitki üreme ekolojisi, bitkilerle tozlayıcılar arasındaki karmaşık etkileşimleri ve tohum çimlenmesi süreçlerini inceleyerek, kirleticilerin bitki yaşam döngüsü üzerindeki olası zararlarını anlamada kritik bir rol üstlenir. Bu etkileşimler, sadece bireysel bitki türlerinin değil, aynı zamanda daha geniş ekosistemlerin sağlık ve sürdürülebilirliği açısından da belirleyicidir. Kirleticilerin, bitkilerin üreme başarısını ve yayılımını olumsuz yönde etkilemesi, biyoçeşitlilik kayıplarına ve ekosistem fonksiyonlarında bozulmalara yol açmaktadır. Bu nedenle, bitki koruma biyolojisi gibi disiplinlerarası alanlar, çevresel zararların bilimsel olarak tespit edilmesi ve yönetilmesi için vazgeçilmezdir. Ayrıca, bu alanlardan elde edilen bilimsel veriler, çevre politikalarının geliştirilmesi ve uygulanması sürecinde sağlam bir temel oluşturarak, ekosistemlerin korunması ve restorasyonu yönünde etkin stratejilerin hayata geçirilmesini mümkün kılar (Molano-Flores & Cohen, 2024: 1). Böylece, disiplinlerarası çalışmalar endüstriyel kirliliğin doğrudan ve dolaylı etkilerinin bütüncül bir şekilde ele alınmasına katkıda bulunarak, sürdürülebilir çevre yönetimi ve ekolojik adaletin sağlanması için kritik bir araç işlevi görür.

5. EKOLOJİK EŞİTSİZLİĞİN TOPLUMSAL FARKINDALIĞI

Çevre hareketinin öncü kirlilik karşıtı savunucuları kirlenme, endüstri, siyaset, adaletsizlik ve zarar gibi karmaşık ve iç içe geçmiş unsurlar arasındaki bağlantıları ortaya koymuşlardır. Ekolojik eşitsizliklere karşı ulusal düzeyde güçlü bir tepkinin oluşmasında önemli bir katalizör işlevi görmüşlerdir. Bu savunucular, sadece çevresel tahribatın doğrudan etkilerine odaklanmakla kalmamış, aynı zamanda çevre kirliliğinin toplumların özellikle marjinal ve dezavantajlı kesimleri üzerindeki adaletsiz etkilerine dikkat çekmişlerdir.

Mağdur tazminatı hareketini destekleyerek, kirlilikten zarar gören toplulukların haklarının tanınması ve telafi edilmesi için siyasi ve hukuki zeminin güçlendirilmesine ön ayak olmuşlardır (Avenell, 2017: 36). Bu hareket, çevresel sorunların sadece ekosistemleri değil, aynı zamanda toplumsal yapıları, ekonomik eşitsizlikleri ve politik güç dengelerini de etkilediğini vurgulayarak, çevre adaleti kavramının gelişimine önemli katkılar sağlamıştır. Böylece çevre hareketi, çevresel adaletsizliklerin farkındalığını artırarak, hem çevresel hem de toplumsal politikaların şekillenmesinde belirleyici bir rol üstlenmiştir.

Ekosistemler, doğaları gereği karmaşık uyarlanabilir sistemler olarak tanımlanır ve bu sistemlerin etkin bir şekilde yönetilmesi, sadece sabit ve statik yaklaşımlar değil; aynı zamanda yüksek düzeyde esneklik ve çevresel geri bildirimlere hızlı yanıt verebilme kapasitesini gerektirir. Bu tür sistemlerde, değişim ve belirsizlik kaçınılmazdır; dolayısıyla yöneticiler ve paydaşlar, sürekli olarak yeni koşullara uyum sağlamak, hatalarından öğrenmek ve yeni bilgileri entegre etmek zorundadırlar. Bu süreç, sadece doğrudan gözlemlerle sınırlı kalmaz, aynı zamanda toplumların kurumları, örgütleri ve sosyal yapıları aracılığıyla ortaya çıkan kolektif bilgi ve deneyimlerin sistematik bir şekilde öğrenilmesini içerir. Böylece, çevresel yönetimde başarı, farklı ölçeklerdeki kurumlar arasındaki işbirliği ve sosyal ağların etkin kullanımıyla mümkündür. Ölçekler arası kurumsal çerçeveler; yerel, bölgesel ve küresel düzeyde karşılaşılan çevresel sorunların birbirine bağlı doğasını anlamak ve yönetmek için kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, sadece biyolojik ve ekolojik dinamiklere değil, aynı zamanda sosyal ve politik dinamiklere de hâkim olunması, sürdürülebilir çevresel yönetim için vazgeçilmezdir (Folke, 2004). Bununla birlikte, çevre koruma uygulamalarında devlet kurumlarının ve düzenleyici kurulların finansman eksikliği ve sınırlı kaynakları, uygulamadaki etkilerini sınırlandırmaktadır. Yaptırım eylemleri genellikle talep edilen seviyenin altında kalmakta ve caydırıcı nitelikteki yasalar etkin biçimde uygulanamamaktadır (Kathuria & Haripriya, 2000: 3870).

Toplumsal farkındalık ve çevre eğitimi süreçlerinde, çevresel meselelerin toplumsal sorunlardan ayrı düşünülemeyeceği gerçeği göz önünde bulundurulmalıdır. Çevresel bozulmaların genellikle toplumsal eşitsizliklerle iç içe geçmiş yapısı, çevre eğitiminin yalnızca doğaya yönelik bilgi aktarımıyla sınırlı kalmaması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, çevresel kavramların, hedeflerin ve stratejilerin öğretimi; kapsayıcı, çok boyutlu ve eleştirel bir bakış açısıyla tasarlanmalıdır. Eğitim süreci, bireyleri yalnızca bilgi sahibi yapan değil, aynı zamanda çevresel ve toplumsal sorunlara yönelik eleştirel düşünme, sorgulama ve eyleme geçme becerileri kazandıran bir yapıda olmalıdır. Öğrenme sürecinin kendisi, nihai sonuçlardan daha büyük bir önem taşımakta; bireylerin çevresel sorunları anlamalarını ve bu sorunlara dair bilinçli, sorumlu kararlar alabilmelerini sağlayan bir dönüşüm süreci olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, çevresel eğitim programlarının içerikleri, günlük yaşamla ilişkilendirilebilecek şekilde yapılandırılmalı ve bireylerin yaşadıkları çevrede karşılaştıkları somut sorunlara karşı duyarlılık geliştirmelerine olanak tanımalıdır. Bu anlamda, sürdürülebilir bir çevresel farkındalık düzeyine ulaşmak, ancak çevre eğitiminin sosyal boyutlarıyla birlikte ele alınmasıyla mümkün olmaktadır (Fang, Hassan, & LePage, 2023: 20). Çevre hareketi zamanla, yalnızca yerel kaynakların ve yaban hayatının korunması gibi dar kapsamlı kaygılardan, daha geniş ve bütüncül bir yaklaşıma evrilmiştir. Bu dönüşüm, çevresel sorunların sosyo-politik boyutlarının da toplumsal bilinçte yer bulmasını sağlamıştır (Mertig, 2015: 55). Ancak çevre sosyolojisi literatürünün önemli bir bölümü, bu alanın disiplinlerarası doğasını vurgulamakla beraber, klasik sosyoloji geleneğiyle birlikte bir tepki niteliği taşır. Özellikle çevre sorunları üzerine artan tartışmalar, sosyologların kamuoyuyla paylaştığı beklentilerle örtüşmemektedir (Pellow & Brehm, 2013: 230; Catton & Dunlap, 1978: 42).

Son yıllarda insan faaliyetlerinin doğaya olan etkisi, özellikle biyoçeşitlilik kaybı ve tarımsal üretimde gözlemlenen çeşitlilik azalması şeklinde kendini göstermektedir. Bu durum yalnızca ekosistemlerin biyolojik bütünlüğünü tehdit etmekle kalmamakta, aynı zamanda doğrudan ve dolaylı yollardan insan refahını da ciddi şekilde etkilemektedir. Bitki ve hayvan türlerindeki azalma, ekosistemlerin işlevselliğini zayıflatmakta; bu da gıda güvenliği, temiz suya erişim, iklim düzenleme ve kültürel değerler gibi temel yaşam destek sistemlerinin sürdürülebilirliğini riske atmaktadır. Özellikle yüksek verimli türlerin tercih edilmesiyle geleneksel tarım çeşitliliğinin azalması, hem ekolojik hem de kültürel birikimin yitirilmesine yol açmaktadır. Bu bağlamda, refah kavramının yalnızca ekonomik göstergelerle değil, aynı zamanda ekosistemlerin niteliği ve sürekliliğiyle birlikte ele alınması gerektiği açıktır.

Ekosistemlerin sunduğu imkânların insanların yaşam kalitesine, toplumsal eşitsizliklerin azaltılmasına ve yoksullukla mücadeleye nasıl katkıda bulunduğu konusu; çevre sosyolojisinin daha fazla önem verdiği bir araştırma alanı hâline gelmiştir. Ekosistemlerin insan refahına olan katkılarını anlamak, yalnızca çevre politikalarının etkinliğini değil, aynı zamanda adil ve sürdürülebilir bir toplum inşa etme çabalarını da doğrudan etkilemektedir (Mauch, 2019: 8; Norström, Balvanera, Spierenburg, & Bouamrane, 2017).

SONUÇ

Ekolojik sorunların günümüzde yalnızca çevresel bir tehdit olmaktan çıkarak, toplumsal adaletsizlik biçimlerinin bir yansıması hâline geldiği açıktır. Bu çalışmada, ekolojik eşitsizliklerin çevre sosyolojisinin kuramsal çerçevesi içinde nasıl anlam kazandığı, endüstriyel kirliliğin hangi toplumsal kesimleri ne şekilde etkilediği ve bu eşitsizliklerin toplumsal algılarla nasıl ilişkili olduğu ele alınmıştır. Ortaya çıkan temel bulgu, çevresel zararların toplumun tüm katmanlarına eşit yayılmadığı; aksine, bu zararların özellikle sosyal, ekonomik ve mekânsal olarak dezavantajlı gruplar üzerinde yoğunlaştığıdır. Ekolojik eşitsizlik, salt çevresel bir problem değil; aynı zamanda politik, ekonomik ve kültürel boyutlarla iç içe geçmiş toplumsal bir sorundur. Endüstriyel faaliyetlerin neden olduğu çevresel tahribat, kırılgan grupların yaşam alanlarında daha yoğun hissedilmekte; bu da mekânsal ayrışma ve sınıfsal dışlanmayı pekiştiren bir mekanizma hâline gelmektedir. Dahası, bu eşitsizliklerin fark edilme biçimleri de eşit dağılmamakta; çevreye dair farkındalık, toplumsal konum, eğitim düzeyi ve kültürel sermaye gibi etkenlerle yakından ilişkili biçimde şekillenmektedir.

Çalışmanın ortaya koyduğu diğer bir önemli sonuç, çevre politikalarının ve çevresel düzenlemelerin teknik müdahalelerin ötesine geçmesi gerektiğidir. Ekolojik adaletin sağlanabilmesi, yalnızca doğayı korumaya değil; aynı zamanda toplumsal eşitsizlikleri azaltmaya yönelik bütüncül politikalara bağlıdır. Bu bağlamda, çevresel yüklerin adil dağılımı, kırılgan grupların korunması ve çevresel bilincin tüm toplumsal kesimlere yayılması; çevre sosyolojisinin hem kuramsal hem de pratik düzeyde gündeminde yer almalıdır. Sonuç olarak ekolojik eşitsizlikler, çevre krizinin yapısal ve toplumsal boyutlarını görünür kılarken; çevre sosyolojisi, endüstriyel sorunları çözmek için güçlü bir analitik araç sunmaktadır. Çevresel adaletin sağlanabilmesi için, yalnızca çevresel etkilerin değil, bu etkilerin toplumsal yapıyı nasıl dönüştürdüğünün de sorgulanması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Avenell, S. (2017). Japanese Industrial Pollution and Environmental Injustice. *Transnational Japan in the Global Environmental Movement* (pp. 24–51). University of Hawai'i Press. http://www.jstor.org/stable/j.ctt1wn0qwk.6

Behera, B., & Reddy, V. R. (2002). Environment and Accountability: Impact of Industrial Pollution on Rural Communities. *Economic and Political Weekly*, 37(3), 257–265. http://www.jstor.org/stable/4411634

Buttel, F. H. (1987). New Directions in Environmental Sociology. *Annual Review of Sociology*, 13, 465–488. http://www.jstor.org/stable/2083257

Catton, W. R., & Dunlap, R. E. (1978). Environmental Sociology: A New Paradigm. *The American Sociologist*, 13(1), 41-49. http://www.jstor.org/stable/27702311

Dunlap, R. E., & Catton, W. R. (1979). Environmental Sociology. *Annual Review of Sociology*, 5, 243–273. http://www.jstor.org/stable/2945955

Dunlap, R. E. (1992). Sociology 532: Environmental Sociology. *Environmental History Review*, 16(1), 55–63. https://doi.org/10.2307/3985020

Dutta, N. (1986). Movement against Industrial Pollution. *Economic and Political Weekly*, 21(4), 153–154. http://www.jstor.org/stable/4375244

Fang, W-T., Hassan, A., & LePage, B. A. (2023). *The Living Environmental Education: Sound Science Toward a Cleaner, Safer, and Healthier Future.* Gateway East, Singapore: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-4234-1

Folke, C. (2004). Traditional Knowledge in Social–Ecological Systems. *Ecology and Society*, 9(3). http://www.jstor.org/stable/26267675

Hufnagel, L., Mics, F., Pálinkás, M., & Homoródi, R. (2019). Introductory Chapter: Global Aspects and Scientific Importance of Desert Ecological Research. Hufnagel, L. (Ed.), *Community and Global Ecology of Deserts* (pp. 1-10). London: IntechOpen. http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.72093

Kathuria, V., & Haripriya, G. S. (2000). Industrial Pollution Control: Choosing the Right Option. *Economic and Political Weekly*, 35(43/44), 3870–3878. http://www.jstor.org/stable/4409896

Mauch, C. (2019). Slow Hope: Rethinking Ecologies of Crisis and Fear. *RCC Perspectives*, 1, 1–43. https://www.jstor.org/stable/26588127

Mertig, A. G. (2015). From Conservationists to Environmentalists: The American Environmental Movement. Sommer, B. (Ed.), *Cultural Dynamics of Climate Change and the Environment in Northern America* (pp. 55-76). Leiden: Brill. https://doi.org/10.1163/9789004300712_001

Molano-Flores, B., & Cohen, J. I. (Eds.). (2024). Introduction to the Special Issue of Plants on "Advances in Plant Reproductive Ecology and Conservation Biology". *Advances in Plant Reproductive Ecology and Conservation Biology* (pp. 1-4). Basel: MDPI. https://doi.org/10.3390/books978-3-7258-1958-4

Nihila, M. (1995). Industrial Pollution and Workers' Health. *Economic and Political Weekly*, 30(25), 1484–1485. http://www.jstor.org/stable/4402904

Norström, A. V., Balvanera, P., Spierenburg, M., & Bouamrane, M. (2017). Programme on Ecosystem Change and Society: Knowledge for Sustainable Stewardship of Social-Ecological Systems. *Ecology and Society*, 22(1). http://www.jstor.org/stable/26270047

Parthasarathy, D., & Singh, B. (2018). Introduction: Culture, Place and Ecology. *Indian Anthropologist*, 48(2), 1–6. https://www.jstor.org/stable/26757761

Pascual, U., & Howe, C. (2018). Seeing the Wood for the Trees: Exploring the Evolution of Frameworks of Ecosystem Services for Human Wellbeing. Schreckenberg, K., Mace, G., & Poudyal, M. (Eds.), *Ecosystem Services and Poverty Alleviation: Trade-offs and Governance* (pp. 3-21). London: Routledge. https://www.taylorfrancis.com/chapters/oa-edit/10.4324/9780429507090-2/seeing-wood-trees-unai-pascual-caroline-howe

Pellow, D. N., & Brehm, H. N. (2013). An Environmental Sociology for the Twenty-First Century. *Annual Review of Sociology*, 39, 229-250. http://www.jstor.org/stable/43049634

Robison, H. D. (1988). Industrial Pollution Abatement: The Impact on Balance of Trade. *The Canadian Journal of Economics / Revue Canadienne d'Economique*, 21(1), 187–199. https://doi.org/10.2307/135219

Wilkinson, C. (2012). Social-Ecological Resilience: Insights and Issues for Planning Theory. *Planning Theory*, 11(2), 148–169. http://www.jstor.org/stable/26004220

Yeager, P. C. (1993). Industrial Water Pollution. *Crime and Justice*, 18, 97–148. http://www.jstor.org/stable/1147655

GÜNEYDOĞU KARADENİZ'DE DİKENLİ VATOZ (*RAJA CLAVATA*) BOLLUĞUNUN ZAMAN-MEKANSAL DEĞİŞİMİ

Doç. Dr. Hatice ONAY
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-3463-7360

ÖZET
Kıkırdaklı balık türleri, balıkçılık faaliyetlerine karşı yüksek duyarlılık göstermeleri nedeniyle aşırı avlanma ve ekosistem istikrarı açısından "gösterge türler" olarak değerlendirilmektedir. Elasmobranch'lar, Türkiye ve Karadeniz balıkçılığında önemli bir yan av grubunu oluşturmakla birlikte, ticari değer taşımamakta ve halen herhangi bir yasal düzenleme ya da izleme programı kapsamında yer almamaktadır. Bu çalışma, Güneydoğu Karadeniz kıyılarında dip trol avcılığı ile yakalanan *Raja clavata* türünün av miktarının zamansal ve derinlik boyutunda dağılımını incelemiştir. Nisan 2017 – Mart 2018 döneminde araştırma gemisi ile toplam otuz sekiz örnekleme yapılmış, her ay tek bir istasyonda üç farklı derinlik kademesinde (0–30 m, 30–45 m, 45–60 m) trol çekimleri gerçekleştirilmiştir. Araştırma süresince toplam 1414,918 (ort. 117,90) kg *R. clavata* yakalanmıştır. Birim zamanda yakalanan av miktarı incelendiğinde, en yüksek değer nisan ayında (437 kg/saat) kaydedilmiş; mevsimsel olarak ise kış döneminde en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Derinlik açısından ise en yüksek av verimi 30–45 m derinlik aralığında tespit edilmiştir (1283,91 ort. 106,99 kg/saat). Bulgular, *R. clavata*'nın mevsimsel ve derinlik bazında av verimindeki değişimlerin türün üreme dönemi veya göç davranışlarıyla ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Sonuç olarak, bu çalışma, *R. clavata* ve benzeri ticari değeri düşük türler için balıkçılık alanlarında sürdürülebilirlik temelli bir yönetim programının geliştirilmesine katkı sağlayabilecek temel verileri sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Rajidae, *Raja clavata*, Karadeniz

SPATIO-TEMPORAL VARIATION IN THE ABUNDANCE OF THORNBACK RAY (*RAJA CLAVATA*) IN THE SOUTH-EAST BLACK SEA

ABSTRACT
Cartilaginous fishes are considered "indicator species" due to their high sensitivity to fishing activities, overexploitation, and ecosystem stability. Elasmobranchs constitute an important bycatch group in Turkish and Black Sea fisheries; however, they have no commercial value and are currently not subject to any legal regulations or monitoring programs. This study investigated the temporal and depth-related distribution of the catch of Raja clavata obtained through bottom trawling along the southeastern Black Sea coast. Between April 2017 and March 2018, a total of thirty-eight sampling operations were conducted using a research vessel, with monthly trawl hauls performed at three different depth strata (0–30 m, 30–45 m, and 45–60 m) at a single station. Over the study period, a total of 1,414.918 kg (mean 117.90 kg) of R. clavata were caught. Catch per unit effort (CPUE) analysis indicated that the highest value was recorded in April (437 kg/h), with seasonal peaks occurring during winter. In terms of depth distribution, the highest catch efficiency was observed at 30–45 m (1,283.91 kg total; mean 106.99 kg/h). These findings suggest that temporal and depth-related variations in the catch of R. clavata may be associated with reproductive cycles or migratory behavior. In conclusion, this study provides fundamental data that may contribute to the development of sustainability-based fisheries management programs for R. clavata and other non-commercial species in fishing grounds.
Keywords: Rajidae, *Raja clavata*, Black Sea

DİP TROL AVLARINDAN ELDE EDİLEN DİKENLİ VATOZUN (*RAJA CLAVATA*) UZUNLUK-AĞIRLIK İLİŞKİSİNDEKİ MEVSİMSEL DEĞİŞİM

Doç. Dr. Hatice ONAY
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-3463-7360

ÖZET

Uzunluk-ağırlık ilişkileri balıkçılık araştırmaları için oldukça önemlidir. Bu ilişki hesaplamaları ile uzunluk-büyüme denklemlerinin stok değerlendirme modellerinde kullanılmak üzere ağırlık-büyüme denklemlerine dönüştürülmesine, uzunluk gözlemlerinden biyokütlenin tahmin edilmesine ve balığın durumunun tahmin edilmesine olanak tanır. Ayrıca türlerin yaşam öykülerinin bölgeler arası karşılaştırılması için yararlıdır. Dikenli vatoz (*Raja clavata*) Rajidae familyasından bir vatoz balığı türüdür. Dikenli vatoz, Avrupa ve Batı Afrika'nın Atlantik kıyı sularında, Güney Afrika'dan güneybatı Hint Okyanusu'na kadar ayrıca Akdeniz ile Karadeniz'de de bulunur. Bu çalışmada türün mevsimsel boy-ağırlık ilişkilerini belirlemek amacıyla Güneydoğu Karadeniz sahillerinden toplam 501 adet vatoz balığı (dişi 283, erkek 218) Nisan 2017- Mart 2018 tarihleri arasında 0-60+ m arasında değişen derinliklerden seçiciliği olmayan ağ ile donatılmış dip trolü kullanılarak yakalanmıştır. Tüm bireyler için boy ağırlık ilişkisi W= 0, 1088.$L^{2,3312}$ ve r^2= 0,94 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca dişi ve erkek bireyler için boy ağırlık ilişkisi ayrı ayrı hesaplanmıştır. Dişi bireyler için W= 0, 1853.$L^{2,2141}$ ve r^2= 0,94, erkek bireyler için W= 0,0631. $L^{2,4504}$ ve r^2=0,95 olarak belirlenmiştir. Hem tüm bireyler hem de dişi ve erkek bireylerin ayrı ayrı negatif allometrik büyüme gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca tüm bireyler için mevsimsel boy-ağırlık ilişkisi değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda ilkbahar W= 0,1848. $L^{2,1955}$ ve r^2=0,94, yaz W= 0,3478. $L^{2,0749}$ ve r^2=0,94, sonbahar W= 0,0982. $L^{2,347}$ ve r^2=0,96 ve kış W= 0,0206. $L^{2,7209}$ ve r^2=0,92 olarak hesaplanmış olup tüm bireylerin dört mevsimde negatif allometrik büyüme gösterdiği belirlenmiştir. Bu çalışmanın bulguları, farklı zamanlarda ve yerlerde yürütülen diğer çalışmaların sonuçlarını karşılaştırmak için kaynaklık edecektir.

Anahtar kelimeler: Rajidae, *Raja clavata,* Karadeniz

SEASONAL VARIATION IN THE LENGTH–WEIGHT RELATIONSHIP OF THE THORNBACK RAY (*RAJA CLAVATA*) FROM BOTTOM TRAWL CATCHES

ABSTRACT

Length–weight relationships are of great importance in fisheries research. Calculations of this relationship allow the conversion of length–growth equations into weight–growth equations for use in stock assessment models, the estimation of biomass from length observations, and the evaluation of the condition of the fish. Furthermore, they are useful for comparing the life histories of species between different regions. The thornback ray (*Raja clavata*), a species of skate belonging to the family Rajidae, is found in the Atlantic coastal waters of Europe and West Africa, from South Africa to the southwestern Indian Ocean, as well as in the Mediterranean and Black Seas. In the present study, a total of 501 individuals (283 females and 218 males) were collected from the southeastern Black Sea coast between April 2017 and March 2018, from depths ranging between 0 and 60+ m, using a bottom trawl equipped with a non-selective net, in order to determine the seasonal length–weight relationships of the species. For all individuals combined, the length–weight relationship was calculated as $W = 0.1088 \times L^{2.3312}$ with $r^2 = 0.94$. The relationship was also calculated separately for females and males. For females, the relationship was $W = 0.1853 \times L^{2.2141}$ with $r^2 = 0.94$, and for males, it was $W = 0.0631 \times L^{2.4504}$ with $r^2 = 0.95$. Both all individuals combined and the sexes separately exhibited negative allometric growth. In addition, the seasonal length–weight relationships were evaluated for all individuals combined. The results were as follows: spring $W = 0.1848 \times L^{2.1955}$ ($r^2 = 0.94$), summer $W = 0.3478 \times L^{2.0749}$ ($r^2 = 0.94$), autumn $W = 0.0982 \times L^{2.347}$ ($r^2 = 0.96$), and winter $W = 0.0206 \times L^{2.7209}$ ($r^2 = 0.92$). In all four seasons, the species displayed negative allometric growth.

The findings of this study will serve as a valuable reference for comparisons with the results of other studies conducted at different times and in different locations.
Key words: Rajidae, *Raja clavata*, Black Sea

GİRİŞ

Kıkırdaklı balıklar (Chondrichthyes), uzun yaşam döngüleri, yavaş büyüme hızları, geç cinsel olgunluk ve düşük üreme kapasitesi gibi yaşam öyküsü özellikleri nedeniyle balıkçılık yönetimi açısından son derece hassas türlerdir. Özellikle ticari değere sahip türlerin avcılığı sırasında yan av (by-catch) olarak yakalanmaları, bu kırılganlığı daha da artırmaktadır (Bengil & Başusta, 2018; Dulvy vd., 2016; Kettemer, 2012). Besin zincirinin üst basamaklarında yer almaları göz önüne alındığında, bu türlerin biyolojileri, yaşam döngüleri ve stok durumlarının ayrıntılı biçimde ortaya konulması, sürdürülebilir balıkçılık yönetimi açısından kritik öneme sahiptir (Cailliet & Goldman, 2004). Elasmobranch'lar, deniz ekosistemlerindeki en önemli yırtıcı gruplardan birini oluşturarak özellikle alt tropikal bölgelerde hem balık hem de omurgasız popülasyonlarının dinamiklerini etkilemektedir (Ellis vd., 1996). Geniş batimetrik dağılıma sahip olmaları, bu türleri farklı av araçları kullanan balıkçılık faaliyetleri açısından erişilebilir kılmaktadır. *Raja clavata* gibi türler, çoğu elasmobranch'ta olduğu gibi, yavaş büyüme, uzun yaşam süresi, geç olgunlaşma ve düşük doğurganlık gibi yaşam stratejileri sergilemeleri nedeniyle balıkçılık baskısına karşı yüksek düzeyde hassasiyet göstermektedir (Serena, 2005). Nitekim düşük içsel yenilenme kapasitesine sahip bu türlerin, avcılık baskısından en fazla etkilenen gruplar arasında olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur. Rajidae familyasına ait dikenli vatoz (*R. clavata*), Akdeniz'in kıyı ve neritik bölgelerinde yayılım gösteren, demersal bir elasmobranch türüdür (Tortonese, 1975). Doğu Atlantik'te Norveç ve İzlanda kıyılarından başlayarak Kuzeybatı Afrika'ya kadar uzanan geniş bir coğrafi dağılıma sahiptir. Ayrıca Akdeniz ve Karadeniz'de de yaygın olarak bulunur (Stehmann & Bürkel, 1984). Türkiye sularında ise Ege, Akdeniz, Marmara ve Karadeniz'de 10–350 m derinliklerde yaşam alanı bulmaktadır. Kıta sahanlığı ve üst yamaç bölgelerinde yaşayan bu tür, çoğunlukla dipteki omurgasızlarla, özellikle kabuklularla beslenir (Stehmann & Bürkel, 1984).

Uluslararası Doğa Koruma Birliği (IUCN) tarafından "Neredeyse Tehdit Altında" (Near Threatened) kategorisinde listelenen dikenli vatozun sürdürülebilir yönetimi, stok durumu ve yaşam öyküsü parametreleri (ör. büyüme hızı, olgunlaşma yaşı, üreme kapasitesi) hakkında güvenilir verilere duyulan ihtiyacı ortaya koymaktadır. Literatürde Karadeniz kıyılarında *R. clavata*'nın boy ağırlık ilişksinin değerlendirildiği çalışmalar bulunmaktadır (Demirhan vd., 2005; Kasapoğlu & Düzgüneş, 2013; Yankova vd., 2014; Bilgin & Köse, 2018) ancak sürdürülebilir bir balıkçılık yönetimi için hedef dışı olarak avlanan bu türün takip edilmesi ekolojik ve ekonomik olarak önem arz etmektedir.

Balık türlerinin biyolojik özellikleri arasında yer alan boy–ağırlık ilişkileri hem ekolojik hem de balıkçılık yönetimi açısından önemli bir araçtır. Boy–ağırlık ilişkileri; (i) stok değerlendirme modellerinde boy verilerinden ağırlığa dönüşüm imkânı sağlar, (ii) biyokütle tahminine olanak tanır, (iii) balığın kondisyonunun değerlendirilmesine yardımcı olur ve (iv) türler arası veya bölgesel yaşam öyküsü karşılaştırmaları için temel veri sunar (Stergiou ve Moutopoulos, 2001). Ayrıca bu parametreler; yaş, üreme dönemi, beslenme durumu, deniz suyu sıcaklığı ve mevsimsel değişimler gibi ekolojik faktörlerle de yakından ilişkilidir (Weatherley, 1972).

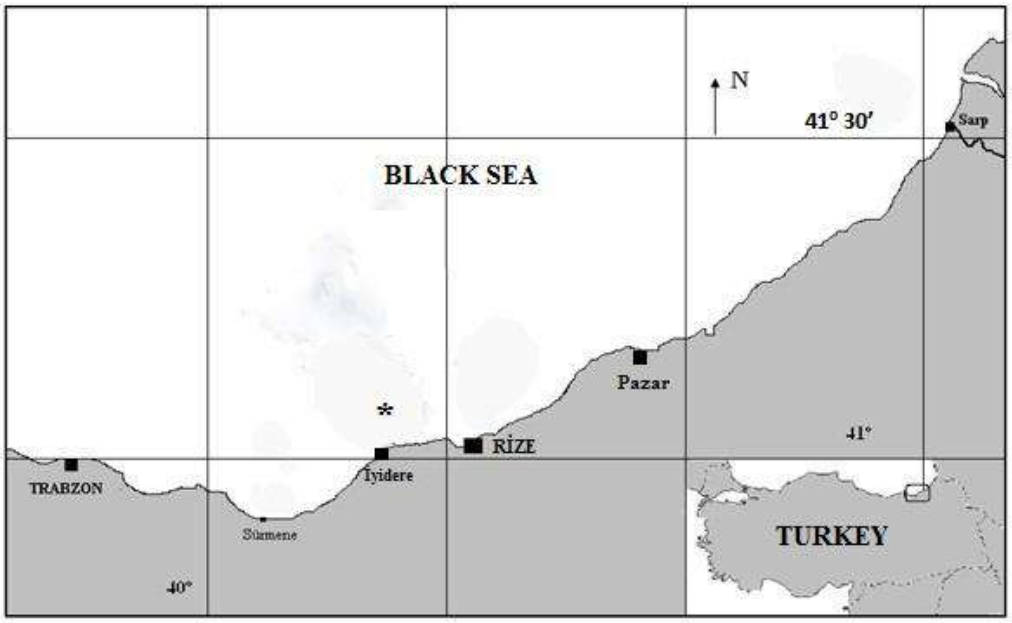
Bu çalışma, Türkiye'nin Karadeniz kıyılarında dip trol ağı ile yakalanan hedef dışı bir tür olan dikenli vatozun (*R. clavata*) mevsimsel boy–ağırlık ilişkilerini belirlemeyi ve elde edilen parametreleri farklı coğrafi bölgelerden bildirilen verilerle karşılaştırmayı amaçlamaktadır. Çalışma sonuçlarının, Karadeniz'deki *R. clavata* popülasyonlarının biyolojik özelliklerinin anlaşılmasına ve bu türün sürdürülebilir balıkçılık yönetimine katkı sağlaması beklenmektedir.

MATERYAL ve METOT

Örnekleme alanı ve metodu

Örneklemeler Nisan 2017- Mart 2018 ayları arasında aylık olarak, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi'ne bağlı "Karadeniz Araştırma" isimli araştırma gemisi ile gerçekleştirilmiştir. Örnekleme aracı olarak kör ağ ile sonlanan deneysel trol ağı kullanılmıştır. Trol ağının kurşun yaka uzunluğu 32 m, torba uzunluğu 6 m, torbanın göz açıklığı 12 mm, toplam uzunluğu 46 m dir.

Dip trol operasyonları üç farklı derinlikte (0-30, 30-45 ve 45- 60+ m) Rize ili İyidere ilçesi kıyılarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Örnekleme alanı (Onay, 2019)

Boy ve Ağırlık İlişkisi

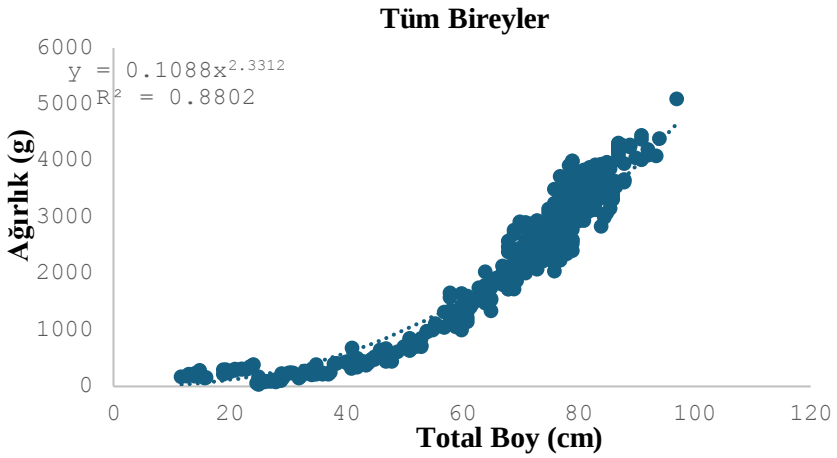
Boy ağılık hesaplaması için her bireyin cinsiyeti belirlenerek total boy ve total vücut ağırlığı alınmıştır. Türün cinsiyeti belirlendikten sonra boy ölçümleri 0,1 mm'lik ölçüm tahtasıyla, vücut ağırlığı ise 0,01 g hassasiyetli terazi ile ölçülmüştür. Boy ve ağırlık arasındaki ilişki, oldukça yaygın olarak kullanılan, aşağıdaki denkleme göre belirlenmiştir (Ricker, 1975).

$W=a*L^b$

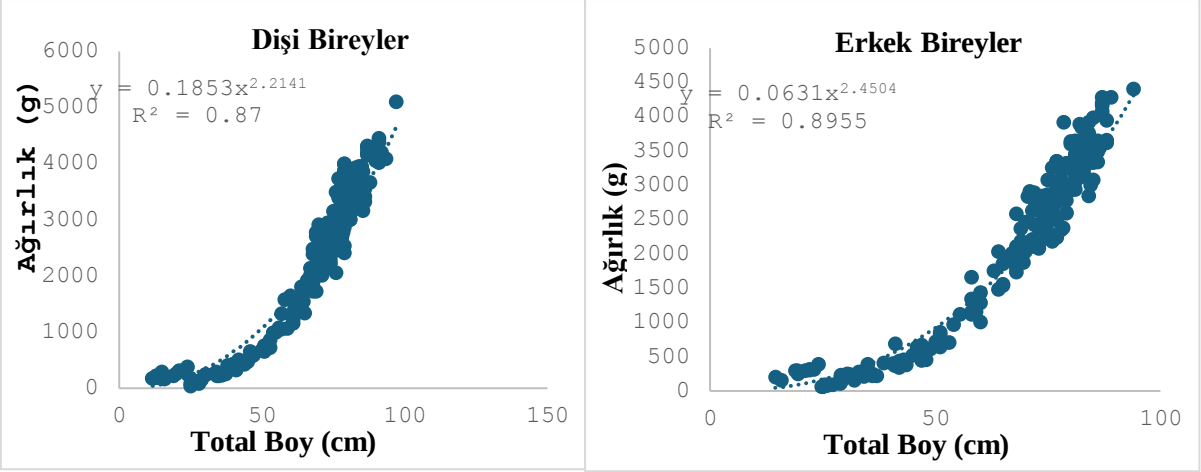
Burada, L=Tam boy (cm), W=Balık ağırlığı (g), a=Regresyon denkleminin kesişim noktası, b=Regresyon denkleminin eğim değerini göstermektedir. Boy-ağırlık ilişkisi, erkek, dişi ve tüm bireyler için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

BULGULAR

2017–2018 yılları arasında gerçekleştirilen 12 aylık trol örneklemeleri sonucunda, toplam 501 *R. clavata* bireyi (283 dişi, 218 erkek) elde edilmiştir. Mevsimsel dağılıma göre bireylerin 77'si ilkbaharda, 99'u yazın, 150'si sonbaharda ve 175'i kış mevsiminde yakalanmıştır. Tüm bireylerin total boy aralığı 11,7-97 (ort. 67,7) cm; total ağırlık 40-5100 (ort. 2388,05) g, dişi bireylerin 11,7-97 (ort. 69,75) cm; total ağırlık 40-5100 (ort. 2579,08) g, erkek bireylerin 14,5-94 (±) cm; total ağırlık 58,2-4400 (ort. 2140,67) g arasında değişmektedir. Ayrıca mevsimsel olarak tüm bireylerin boy aralığı ilkbahar 14,9-88 (ort 61,45) cm, yaz 13-97 (ort. 72,02) cm, sonbahar 11,7-91 (ort. 62,50) cm ve kış 19-89 (ort. 72,27) cm arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 1).



Şekil 2. Türkiye'nin Doğu Karadeniz bölgesinde dip trol ağıyla yakalanan vatoz balığının (dişi+erkek) boy-ağırlık ilişkileri.

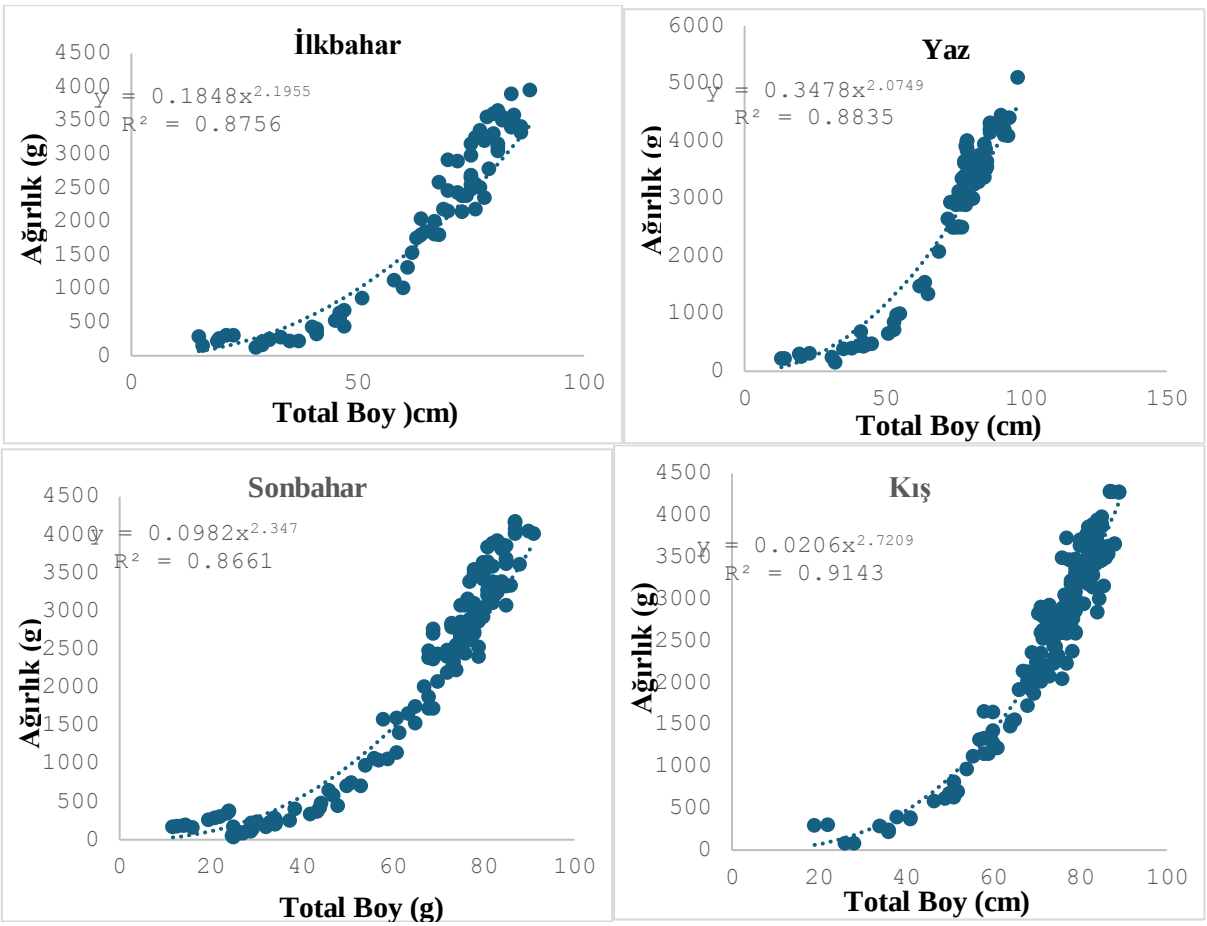


Şekil 3. Türkiye'nin Doğu Karadeniz bölgesinde dip trol ağıyla yakalanan vatoz balığının dişi ve erkek bireylerin boy-ağırlık ilişkileri.

Tüm bireyler için boy ağırlık ilişkisi W= 0, 1088.$L^{2,3312}$ ve r^2= 0,94 olarak hesaplanmıştır (Şekil 2). Ayrıca dişi ve erkek bireyler için boy ağırlık ilişkisi ayrı ayrı hesaplanmıştır. Dişi bireyler için W= 0, 1853.$L^{2,2141}$ ve r^2= 0,94, erkek bireyler için W= 0,0631. $L^{2,4504}$ ve r^2=0,95 olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Hem tüm bireyler hem de dişi ve erkek bireylerin ayrı ayrı negatif allometrik büyüme gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca tüm bireyler için mevsimsel boy-ağırlık ilişkisi değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda ilkbahar W= 0,1848. $L^{2,1955}$ ve r^2=0,94, yaz W= 0,3478. $L^{2,0749}$ ve r^2=0,94, sonbahar W= 0,0982. $L^{2,347}$ ve r^2=0,96 ve kış W= 0,0206. $L^{2,7209}$ ve r^2=0,92 olarak hesaplanmış olup tüm bireylerin dört mevsimde negatif allometrik büyüme gösterdiği belirlenmiştir.

Tablo 1. Cinsiyetlere ve mevsime göre *R. clavata* boy-ağırlık ilişkileri parametreleri. L: toplam uzunluk (cm), a: kesişim, b: eğim, n: örnek sayısı, W: tpoplam ağırlık (g).

Birey sayısı (N)	Cinsiyet/Mevsim	Min-Max Boy (L)	a	b	r^2	Min-Max Ağr. (W)	Referans
501	Tüm	11,7-97	0,109	2,33	0,94	40-5100	Bu Çalışma
283	Dişi	11,7-97	0,185	2,21	0,94	40-5100	Bu Çalışma
218	Erkek	14,5-94	0,063	2,45	0,95	58,2-4400	Bu Çalışma
77	İlkbahar	14,9-88	0,1848	2,1953	0,94	120-3950	Bu Çalışma
99	Yaz	13-97	0,3478	2,0749	0,94	150-5100	Bu Çalışma
150	Sonbahar	11,7-91	0,0982	2,347	0,96	40-4180	Bu Çalışma
175	Kış	19-89	0,0206	2,7209	0,92	80-4285	Bu Çalışma



Şekil 4. Türkiye'nin Doğu Karadeniz bölgesinde dip trol ağıyla yakalanan vatoz balığının tüm bireylerin mevsimsel boy-ağırlık ilişkileri.

TARTIŞMA

Çalışmamızda bulunan uzunluk-ağırlık ilişkisinde, "a" sabiti, diğer çalışmalarda bildirilen diğer tüm değerlerden daha büyüktür. Ayrıca mevsimsel olarak değerlendirildiğinde kendi içinde sonbahar ve kış mevsiminde diğer mevsimlere göre daha küçük değer hesaplanmış olsa da genel değerlendirmede mevsimsel "a" sabiti değeri diğer çalışmalardan daha büyüktür.

Tablo 2. *R. clavata* boy-ağırlık ilişkileri parametreleri ile diğer bölgelerdeki çalışmaların karşılaştırılması. L: toplam uzunluk (cm), a: kesişim, b: eğim, n: örnek sayısı.

Birey sayısı (N)	Cinsiyet/Mevsim	Min-Max Boy (L)	a	b	r2	Bölge	Referans
501	**Tüm**	**11,7-97**	**0,109**	**2,33**	**0,94**	**Doğu Karadeniz**	**Bu Çalışma**
283	**Dişi**	**11,7-97**	**0,185**	**2,21**	**0,94**	**Doğu Karadeniz**	**Bu Çalışma**
218	**Erkek**	**14,5-94**	**0,063**	**2,45**	**0,95**	**Doğu Karadeniz**	**Bu Çalışma**
77	**İlkbahar**	**14,9-88**	**0,1848**	**2,1953**	**0,94**	**Doğu Karadeniz**	**Bu Çalışma**
99	**Yaz**	**13-97**	**0,3478**	**2,0749**	**0,94**	**Doğu Karadeniz**	**Bu Çalışma**
150	**Sonbahar**	**11,7-91**	**0,0982**	**2,3476**	**0,96**	**Doğu Karadeniz**	**Bu Çalışma**
175	**Kış**	**19-89**	**0,0206**	**2,7209**	**0,92**	**Doğu Karadeniz**	**Bu Çalışma**
960	Tüm	10-101	0,0032	3,19	0,99	Atlas Okyanusu	Dorel, 1986
123	Tüm	11--98	0,0032	3,29	0,99	Atlas Okyanusu	Dorel, 1986
29	Tüm	20,5-99	0,0016	3,269	0,87	Kuzey Ege	Filiz & Mater, 2002
37	Tüm	20,5-99	0,0016	3,34	0,94	Kuzey Ege	Filiz & Mater, 2002
21	Dişi	20,5-99	0,0018	3,255	0,86	Kuzey Ege	Filiz & Mater, 2002
8	Erkek	29,7-67	0,0006	3,566	0,96	Kuzey Ege	Filiz & Mater, 2002
63	Tüm	30,6-86,2	0,0025	3,23	0,92	Akdeniz	Mendes vd., 2004
86	Tüm	15,3-95,2	0,0021	3,27	0,99	Atlas Okyanusu	Torres vd., 2012
24	Tüm	56-79	0,001	2,36	0,86	Karadeniz	Yankova vd., 2015
75	Tüm	25-70	0,023	2,64	0,76	Akdeniz	Başusta vd., 2012
8	Tüm	8,5-77	0,001	3,35	0,91	Akdeniz	Barria vd., 2015
73	Tüm	9,5-95,5	0,0081	2,98	0,98	Kuzey Denizi	Wilhelms, 2015
25	Tüm	39-59	0,002	3,25	0,95	Akdeniz	Crechriou vd., 2013
63	Tüm	13,2-90	0,001	3,29	0,97	Karadeniz	Kasapoğlu vd., 2013
608	Tüm	3-112	0,003	3,17	0,90	Atlantik Okyanusu	Mahe vd., 2018

19	Tüm	25-70	0,003	3,2	0,97	Lübnan Suları	Lteif vd., 2016
256	Erkek	11-85,1	0,0019	3,28	0,98	Adriyatik Denizi	Pallaoro vd., 2005
278	Dişi	11,4-105	0,0012	3,39	0,97	Adriyatik Denizi	Pallaoro vd., 2005
534	Tüm	11-105	0,0015	3,34	0,97	Adriyatik Denizi	Pallaoro vd., 2005
-	Erkek	48-95	0,005	3	0,96	Güneydoğu Karadeniz	Demirhan vd., 2005
-	Dişi	34,3-88,2	0,0003	3,7	0,94	Güneydoğu Karadeniz	Demirhan vd., 2005
52	Tüm	34,3-95	0,001	3,42	0,91	Güneydoğu Karadeniz	Demirhan vd., 2005
130	Tüm	11,3-69,5	0,0007	3,53	0,98	Marmara Denizi	Barrientos-Medina vd., 2013
66	Erkek	12,8-69,5	0,0005	3,6	0,98	Marmara Denizi	Barrientos-Medina vd., 2013
64	Dişi	11,3-67,5	0,0008	3,59	0,97	Marmara Denizi	Barrientos-Medina vd., 2013
105	Tüm	38-92	0,0062	3,03	0,97	Karadeniz	Tserkova vd., 2023
55	Dişi	49-92	0,0041	3,13	0,97	Karadeniz	Tserkova vd., 2024
50	Erkek	38-90	0,098	2,92	0,97	Karadeniz	Tserkova vd., 2025

Bu çalışmada bulunan uzunluk-ağırlık ilişkisi "b" sabiti, dişi bireyler için 2,21 olarak hesaplanmıştır. Bu değer diğer çalışmalardan farklılık göstermiş olup >3 olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra bu çalışmada erkek bireylerin b değeri 2,45 olarak hesaplanmıştır. Diğer çalışmalarda bu değer Tserkova vd. (2023) tarafından yapılan çalışma ile benzerlik gösterirken diğer çalışmalardan daha küçük belirlenmiştir.

Her iki cinsiyetin değerlendirildiği b değerinin ise Wilhelms (2015), Yankova vd. (2015) ve Başusta vd. (2012) r-tarafından yapılan çalışmalar ile benzerlik gösterirken diğer çalışmalardan farklı ve küçük hesaplanmıştır (Tablo 2). Balık türlerinde gözlemlenen b değerlerindeki farklılıklar, bireylerin büyüme dinamikleri ve yaşamsal döngüleri ile doğrudan ilişkilidir. Bu farklılıklar, türler arasındaki büyüme hızı, yaş yapısı ve üreme olgunluğuna erişim süresi gibi biyolojik faktörlerden kaynaklanabileceği gibi; örnekleme dönemleri, besin miktarı ve kalitesi, beslenme alışkanlıkları gibi çevresel ve ekolojik etkenlerden de etkilenebilmektedir. Ayrıca, sıcaklık, tuzluluk, oksijen seviyesi ve mevsimsel değişimler gibi çevresel koşullar da balıkların büyüme oranlarını ve dolayısıyla b değerlerini önemli ölçüde etkileyebilir. Bu faktörler yalnızca farklı türler arasında değil, aynı türün farklı coğrafi bölgelerdeki popülasyonları arasında da b değerlerinde değişimlere yol açabilmektedir. b değerindeki farklılıkların yorumlanmasında hem biyolojik özellikler hem de çevresel koşullar dikkate alınmalı; bu tür veriler, balık stoklarının değerlendirilmesinde ve sürdürülebilir balıkçılık yönetiminde önemli birer gösterge olarak kullanılmalıdır.

SONUÇ

Boy–ağırlık ilişkileri, sürdürülebilir balıkçılık yönetiminin temel bileşenlerinden biridir ve doğru şekilde hesaplandığında balıkçılık yönetimi açısından önemli faydalar sağlamaktadır. Bu çalışma, *Raja clavata* popülasyonlarının mevsimsel boy–ağırlık ilişkilerine dair temel veriler sunarak, özellikle Türkiye'nin Karadeniz kıyı sularında bu türün sürdürülebilir şekilde yönetilmesine katkı sağlamaktadır. Küresel ölçekte ve Karadeniz ekosisteminde yaşanan iklimsel değişiklikler, birçok balık türünün büyüme hızını, biyolojisini, dağılım alanlarını ve üreme döngülerini etkilemektedir. Bu nedenle, deniz ekosistemindeki nesli tehlike altındaki balık türlerinin korunması ve bu alandaki bilimsel araştırmaların kesintisiz olarak sürdürülmesi büyük önem taşımaktadır.

Teşekkürler

Hazırlanan bu bildiri Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi BAP tarafından FDK- 2017-754 nolu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Başusta, A., Başusta, N., Sulikowski, J. A., Driggers, W. B. III, Demirhan, S. A., & Çiçek, E. (2012). Length–weight relationships for nine species of batoids from the Iskenderun Bay, Turkey. Journal of Applied Ichthyology, 28(5), 850–851. https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2012.01938.x

Barría, C., Navarro, J., Coll, M., Fernández-Arcaya, U., & Sáez-Liante, R. (2015). Morphological parameters of abundant and threatened chondrichthyans in the northwestern Mediterranean Sea. Journal of Applied Ichthyology, 31(1), 114–119. https://doi.org/10.1111/jai.12724

Barrientos-Medina, R. C., Avilés-Torres, S., & Navarro-Alberto, J. A. (2013). Length-weight relationships of eight fish species from a small Caribbean coastal lagoon in Mexico. Acta Ichthyologica et Piscatoria, 43(1), 71–74. https://doi.org/10.3750/AIP2013.43.1.08

Bengil, E. G. T., & Başusta, N. (2018). Chondrichthyan species as by-catch: A review on species inhabiting Turkish waters. Journal of Black Sea/Mediterranean Environment, 24(3), 285–299.

Cailliet, G. M., & Goldman, K. J. (2004). Age determination and validation in chondrichthyan fishes. In J. Carrier, J. A. Musick, & M. Heithaus (Eds.), Biology of Sharks and Their Relatives (pp. 399–447). CRC Press.

Crec'hriou, R., Neveu, R., & Lenfant, P. (2013). Length-weight relationship of main commercial fishes from the French Catalan coast. Journal of Applied Ichthyology, 29(6), 1191–1192. https://doi.org/10.1111/jai.12240

Demirhan, S. A., Engin, S., Seyhan, K., & Akamca, E. (2005). Some biological aspects of thornback ray (Raja clavata L., 1758) in the southeastern Black Sea. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 5(1), 75–83.

Dulvy, N. K., Allen, D. J., Ralph, G. M., & Walls, R. H. L. (2016). The conservation status of sharks, rays and chimaeras in the Mediterranean Sea. IUCN, 1–56.

Ellis, J. R., Pawson, M. G., & Shackley, S. E. (1996). The comparative feeding ecology of six species of shark and four species of ray (Elasmobranchii) in the North-East Atlantic. Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom, 76(1), 89–106. https://doi.org/10.1017/S002531540002767X

Filiz, H., & Mater, S. (2002). A preliminary study on length-weight relationships for seven elasmobranch species from the North Aegean Sea, Turkey. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 19(2), 401–409.

Kasapoglu, N., & Duzgunes, E. (2013). Length-weight relationships of marine species caught by five gears from the Black Sea. Mediterranean Marine Science, 15(1), 95–100. https://doi.org/10.12681/mms.221

Kettemer, L. E. (2012). Global estimate of shark mortality induced by longline fisheries (Doctoral dissertation, Albert Ludwigs Universität Freiburg).

Lteif, M., Mouawad, R., Jemaa, S., Khalaf, G., Lenfant, P., & Verdoit-Jarraya, M. (2016). The length-weight relationships of three sharks and five batoids in the Lebanese marine waters, eastern Mediterranean. Egyptian Journal of Aquatic Research, 42(4), 475–477. https://doi.org/10.1016/j.ejar.2016.12.004

Mahé, K., Bellamy, E., Delpech, J.-P., Lazard, C., Salaun, M., Vérin, Y., Coppin, F., & Travers-Trolet, M. (2018). Evidence of a relationship between weight and total length of marine fish in the Northeastern Atlantic Ocean: Physiological, spatial, and temporal variations. Journal of Marine Biological Association, 98(3), 617–625. https://doi.org/10.1017/S0025315417001882

Mendes, B., Fonseca, P., & Campos, A. (2004). Weight-length relationships for 46 fish species of the Portuguese west coast. Journal of Applied Ichthyology, 20(5), 355–361. https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2004.00621.x

Pallaoro, A., Jardas, I., & Santic, M. (2005). Weight-length relationships for 11 chondrichthyan species in the eastern Adriatic Sea. Cybium, 29(1), 93–96.

Ricker, W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of Fisheries Research Board of Canada, 191, 1–382.

Serena, F. (2005). Field identification guide to the sharks and rays of the Mediterranean and Black Sea. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes.

Stehmann, M., & Bürkel, D. L. (1984). Rajidae. In P. J. P. Whitehead, M. L. Bauchot, J. C. Hureau, J. Nielsen, & E. Tortonese (Eds.), Fishes of the North-Eastern Atlantic and Mediterranean (pp. 163–196). UNESCO.

Tserkova, F. M., Mihneva, V. V., & Petrova-Pavlova, E. P. (2023). Biological parameters and biomass and abundance indices of two demersal species, turbot (Scophthalmus maximus) and thornback ray (Raja clavata), estimated by a trawl survey in the Western Black Sea. Fishes, 8(8), 400. https://doi.org/10.3390/fishes8080400

Tortonese, E. (1975). Osteichthyes (pesci Ossei). Fauna d'Italia. Ed. Calderini Bologna.

Wilhelms, I. (2013). Atlas of length-weight relationships of 93 fish and crustacean species from the North Sea and the Northeast Atlantic (No. 12). Johann Heinrich von Thünen Institute, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries.

Weatherley, A. H. (1972). Growth and ecology of fish populations. Academic Press.

Yankova, M., Pavlov, D., Ivanova, P., Karpova, E., Boltachev, A., Öztürk, B., Bat, L., Oral, M., & Mgeladze, M. (2014). Marine fishes in the Black Sea: Recent conservation status. Mediterranean Marine Science, 15(2), 366–379. https://doi.org/10.12681/mms.497

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON WATERSHED HYDROLOGY

Arş. Gör. Elif Şeyda KESİK
Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Isparta, Türkiye
ORCID: ID/0009-0007-8809-7183

Prof. Dr. Nilüfer YAZICI
Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Isparta,Türkiye
ORCID: ID/0000-0002-4397-5639

ABSTRACT
Climate change has emerged as a complex and multi-dimensional global phonomenon, since the Industrial Revolution. Primarily driven by anthropogenic greenhouse gas emissions, climate change has become one of the major environmental challenges of the 21st century. Key climatic variables such as rising temperatures, irregularities in precipitation regimes, increased evaporation rates; and more frequent extreme weather events directly affect the functioning of the hydrological cycle. These changes pose serious threats to both water quantity and quality, thereby endangering ecosystems and human well-being. This study aims to comprehensively evaluate the impacts of climate change on watershed hydrology by reviewing international literature and recent scientific data specific to Türkiye. The findings indicate that increasing temperatures shorten the duration of snow cover, alter river flow regimes, and disrupt flow continuity—particularly in snow-fed watershed. In lower latitudes, reduced precipitation leads to declining streamflows and more frequent drought events. Türkiye, located within the Mediterranean climate zone and characterized by limited renewable water resources, is highly vulnerable to these impacts. While drought risks are intensifying in Southeastern Anatolia, Central Anatolia, and the inland regions of the Aegean, flood risks are becoming more pronounced in the Black Sea region. In this context, Representative Concentration Pathways (RCP) scenarios and regional climate model outputs suggest that Türkiye is likely to experience a drier climate pattern with increasingly irregular precipitation. Thise study emphasizes that to mitigate the impacts of climate change and enhance the resilience of watersheds, integrated water management, nature-based solutions, climate projection-based planning, and locally scaled hydrological modeling must be prioritized. Developing integrated watershed management strategies supported by climate projections and hydrological models is essential to ensur the long-term sustainability of water resources.
Keywords: Global warming, Water resources, Sustainability, Watershed hydrology

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN HAVZA HİDROLOJİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ

ÖZET
İklim değişikliği, Sanayi Devrimi'nden bu yana insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının hızlı artmasıyla ortaya çıkan karmaşık ve çok yönlü bir küresel fenomen olarak öne çıkmaktadır. İklimde olan bu değişiklik, 21. yüzyılın en önemli çevresel sorunlarından biri hâline gelmiştir. Sıcaklıkların artması, yağış rejimlerinde düzensizlikler, evapotranspirasyonun artması ve daha sık görülen aşırı hava olayları gibi temel iklim değişkenleri, hidrolojik döngüyü doğrudan etkilemektedir. Bu değişiklikler su verimi ve kalitesini tehdit etmekte ve böylece ekosistemleri ve insan refahını tehlikeye atmaktadır. Bu çalışma, uluslararası literatürü ve Türkiye'ye özgü son bilimsel verileri inceleyerek havza hidrolojisi üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bulgular, artan sıcaklıkların kar örtüsünün süresini kısalttığını, akarsu rejimlerinde tuzluluğu arttırdığını ve özellikle karla beslenen havzalarda akarsu debisinde değişikliklere neden olduğunu göstermektedir. Düşük enlemlerde azalan yağışlar, akarsu debisinin azalmasına ve daha sık kuraklık olaylarına yol açmaktadır. Akdeniz iklim kuşağında yer alan ve sınırlı yenilenebilir su kaynakları ile karakterize edilen Türkiye, bu etkilere karşı oldukça savunmasızdır.

Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu ve Ege'nin iç bölgelerinde kuraklık riskleri yoğunlaşırken, Karadeniz bölgesinde sel riskleri daha belirgin hale gelmektedir. Bu bağlamda, RCP (Representative Concentration Pathways) senaryoları ve bölgesel iklim çıktıları, Türkiye'nin giderek daha düzensiz yağışlarla daha kurak bir iklim modeli yaşayacağını göstermektedir. Bu çalışma, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak ve havzaların dayanıklılığını arttırmak için entegre havza yönetimi, doğaya dayalı çözümler, iklim projeksiyonlarına dayalı planlama ve yerel ölçekli hidrolojik modellemelerin önceliklendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. İklim projeksiyonları ve hidroloji modellerle desteklenen entegre havza yönetim stratejilerinin gelişmesi, su kaynaklarının uzun vadeli sürdürülebilirliğini sağlamak için gereklidir.
Anahtar kelimeler: Küresel ısınma, Su kaynakları, Sürdürülebilirlik, Havza hidrolojisi.

1. GİRİŞ

Son elli yıldır yaşanan nüfus artışı, hız kazanan göç hareketleri ve sosyo-ekonomik faaliyetlerdeki artış, çevresel koşullarda derin ve kalıcı değişimlere yol açmıştır. Bu değişimler, iklim sisteminin geçmişteki dengeli yapısını bozarak, iklim değişikliğinin artık doğal değişkenliğin ötesine geçmesine neden olmuştur (Milly ve ark., 2008). Uzun vadeli insan faaliyetleri, çevresel sistemleri doğrudan etkilemiş; özellikle karbondioksit (CO_2), su buharı (H_2O), metan (CH_4), nitröz oksit (N_2O) ve ozon (O_3) gibi sera gazlarının atmosferdeki yoğunluğu artarak doğal sera etkisini kuvvetlendirmiştir (Vitousek, 1994; Vitousek ve ark., 1997). Atmosferdeki bu gaz bileşimlerindeki değişimler, küresel ölçekte iklim sistemini etkileyerek yeryüzünün normalden fazla ısınmasına ve dolayısıyla küresel ölçekte iklim değişikliğinin ortaya çıkmasına yol açmıştır (Jiang ve ark., 2007; Erlat, 2014). Yapılan araştırmalar, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının küresel ortalama sıcaklığı yaklaşık 0.6 °C artırdığını ve bu artışın, hidrolojik döngü üzerinde önemli değişikliklere yol açarak insan yaşamını her açıdan etkilediğini göstermektedir (Dibike ve Coulibaly, 2005; Mall, 2006). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne göre iklim değişikliği, "doğal iklim değişikliklerine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini etkileyen insan kaynaklı faaliyetler sonucu ortaya çıkan iklimsel değişiklikler" şeklinde tanımlanmaktadır. Bu faaliyetler arasında; hızlı nüfus artışıyla birlikte gelişen sanayileşme, ormansızlaşma, fosil yakıt kullanımı, hatalı arazi yönetimi, çevre kirliliği, düzensiz kentleşme ve doğal çevrenin tahribatı yer almaktadır (Kırış ve Toprak, 2007). Sıcaklık artışı ve iklim değişikliği; suyun erişilebilirliği, yağış rejimleri, nem oranı ve hava hareketlerinde değişikliklere neden olmakta; bu durum seller, taşkınlar, sıcak hava dalgaları, kuraklıklar ve çölleşme süreçlerinin hızlanması gibi ekstrem hava olaylarının sıklığını ve şiddetini artırmaktadır (IPCC, 2012). Bu tür afetlerin gelecekte daha geniş coğrafyalarda daha sık yaşanması beklenmekte; iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin yeterince dikkate alınmaması durumunda, bu etkilerin tüm yaşam alanlarında daha hızlı ve yoğun biçimde hissedileceği öngörülmektedir (Öztürk, 2002). Su, yaşamın sürdürülebilirliği açısından temel bir kaynak olmasına karşın; arazi kullanımındaki değişiklikler ve iklim değişikliği, su kaynaklarının hem miktarını hem de kalitesini tehdit etmektedir (Kaushal ve ark., 2017). Yağış ve sıcaklıkta meydana gelen uzun vadeli değişimler özellikle akarsu debileri üzerinde doğrudan etkili olmaktadır (Barnett ve ark., 2005). Yağış ve sıcaklık gibi iklimsel parametreler yerel ölçekte farklılık gösterebilmekte ve bu durum akarsu rejimlerini doğrudan etkilemektedir (Boorman ve Sefton, 1997).

Bu bağlamda, iklim değişikliğinin hidrolojik sistem üzerindeki etkilerinin bilimsel temelde incelenmesi ve sürdürülebilir havza yönetimi için gerekli stratejilerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, literatür taramasına dayalı olarak iklim değişikliğinin havza hidrolojisi üzerindeki etkileri değerlendirilmiş hem küresel ölçekte hem de Türkiye özelinde yapılan araştırmalar ışığında bulgular ortaya konmuştur.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. İklim Değişikliği ve Etkileri

İnsan faaliyetleri sonucunda atmosfere salınan sera gazları, doğal sera etkisini kuvvetlendirerek yeryüzünün ortalama sıcaklığını artırmakta ve bu durum iklimde gözlenen değişimlerin temelini oluşturmaktadır (Dellal ve ark., 2011).

İklim değişikliği, yalnızca sıcaklık artışıyla sınırlı kalmayıp; atmosferdeki gaz bileşimlerindeki değişiklikler, yağış rejimlerinde sapmalar ve ekstrem hava olaylarında artış gibi çok yönlü etkilerle kendini göstermektedir. Bu süreçlerin bir sonucu olarak, atmosfere salınan sera gazlarının miktarında hızla artış yaşanmakta; bu artış ise yüzey sıcaklıklarında yükselmelere, yağış rejimlerinde değişikliklere ve aşırı hava olaylarında artışlara neden olmaktadır (Aksay ve ark., 2005). Küresel ısınmanın etkileri, okyanusların derinliklerinden dağ zirvelerine, kutuplardan ekvatora kadar dünyanın her yerinde hissedilmekte; sel, kuraklık ve susuzluk gibi çevresel felaketlerle karşı karşıya bırakmaktadır. Sıcaklık artışı, ekstrem hava olaylarının hem sıklığını ve hem de şiddetini arttırmakta; hidrolojik döngüde bozulmalara, buzulların erimesine, okyanusların ısınması ve asidifikasyonuna, deniz seviyesinin yükselmesine, kuraklık ve çölleşme süreçlerinin hızlanmasına yol açmaktadır (Başoğlu, 2014).

Nehir sistemlerinin iklim değişikliğine duyarlılığı, çok sayıda bilimsel çalışma ile ortaya konmuştur. Arora ve Boer (2001), 23 büyük nehir havzası üzerinde küresel ısınmanın etkisi simüle edilmiş; bu çalışmada, 15 nehirde yıllık ortalama akışta medyan %32 azalma tespit edilirken, 8 nehirde ise %13'lük artış gözlenmiştir. Orta ve yüksek enlemlerde kar yağışında azalma ve ilkbahar erimesinin erken gerçekleşmesi nedeniyle su döngüsünde faz kaymaları meydana gelmiş; düşük enlemlerde ise değişim, daha çok toplam akım hacmi üzerinde etkili olmuştur. Ayrıca, taşkın büyüklükleri ve frekansında da belirgin düşüşler saptanmıştır.

Barnett ve ark. (2005) ile Singh (2004), uzun vadeli sıcaklık ve yağış değişikliklerinin özellikle karla beslenen sistemlerde kar erimesi zamanlamasını ve toplam akış miktarını değiştirdiğini belirtmiştir. Bu durum, enerji üretimi, tarımsal sulama ve taşkın kontrolü gibi alanlarda ciddi yansımalara neden olmaktadır.

Singh ve Kumar (2018), çeşitli nehir havzalarının hidrolojik rejimleri üzerindeki etkileri araştırmış; Arktik buzulların %40 oranında eridiğini, deniz seviyesinin 0.09–0.88 metre yükseldiğini ve Hindistan alt kıtasında sıcaklığın 0.48 °C arttığını belirtmiştir. Ganj-Brahmaputra-Meghna, Mekong ve Nil deltalarının 2050'ye kadar iklim değişikliğine karşı yüksek düzeyde savunmasız olduğu tespit edilmiştir. GBM havzasında su kaynaklarının azalacağı ve kişi başına düşen su miktarının düşeceği öngörülmektedir.

Abdo ve ark. (2009), Gilgel Abay alt havzasında yağış ve akış değişkenliklerini analiz etmiş; 2080'lerde yıllık akışın %2.6–2.9 azalacağını, yaz aylarında ise %59'a varan akış düşüşleri yaşanacağını vurgulamıştır. Sridhar ve ark. (2019), ise Mavi Nehir Havzası'nda %5 oranında akım artışı bulgulamıştır. Sridhar ve Jin (2013), Salmon Nehri'nde 90 yıl içinde sıcaklığın 3-5 °C artacağını ve akımın %3 azalacağını tahmin etmektedir.

Jin ve Sridhar (2012), Spokane ve Boise havzalarında SWT ve GCM modelleriyle yaptıkları analizlerde sıcaklık artışı, buharlaşma ve yağış değişimlerinin etkisini göstermiştir. Soliman ve ark. (2008), Mavi Nil havzasında ECHAM5 ve RegCM3 modelleriyle öngörülerin çelişkili olabileceğini, dolayısıyla karar vericiler için model seçiminin önemli olduğunu vurgulamıştır. Gelete ve ark. (2020), Mavi Nil'de buharlaşmanın %19 artacağı, yağışların %25 azalacağı ve sediment taşınımının %21 artacağını ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, ağaçlandırma ve toprak-su koruma uygulamalarının önemini göstermektedir.

Hamlet ve Lettenmaier (1999), Kolombiya Nehri Havzası'nda VIC modeliyle yaptıkları simülasyonlarda sıcaklık artışı nedeniyle kar suyu eşdeğerinin %35 azalacağını, yaz akımlarının %75 düşeceğini ve su yönetiminde sorunlar yaşanacağını ifade etmiştir. Ficklin ve ark. (2013), Upper Colorado Nehri'nde ilkbahar akımlarında %36, yaz akımlarında %46 azalma öngörmüştür. Bu değişimlerin ekosistemler, tarım ve su temini üzerinde ciddi etkileri olacağı, alt havzalar arası farklar göstereceği vurgulanmaktadır.

Zhang ve ark. (2012), Yangtze Nehri Havzası üzerinde yaptıkları çalışmalarda 2071-2100 dönemlerinde sıcaklık, yağış ve buharlaşmada artış, yaz aylarında sel riskinde yükselme ve kurak dönemlerde su sıkıntısında artış öngörmüşlerdir. RegCM3 modelinin yerel düzeyde detaylı sonuçlar verdiği ve havza temelli uyum stratejilerinin geliştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Diğer taraftan, mevsimsel kar örtüsünün alanını daraltmakta, karla kaplı kalma süresini kısaltmakta ve kar erimesine bağlı yüzey akışlarını azaltmaktadır.

Sonuç olarak su kaynaklarının miktarında belirgin düşüş yaşanmakta; buna bağlı olarak orman yangınlarının sıklığı ve şiddeti artmakta, ekosistemlerde geri dönülmesi zor bozulmalar meydana gelmektedir. Hidrolojik döngü içerisindeki süreçler arasındaki doğal denge, bu değişikliklerden olumsuz yönde etkilenmektedir (Türkeş, 1994).

Su, yaşamın sürdürülebilirliği açısından temel bir kaynak olmasına rağmen, miktar ve kalite bakımından güvenli suya erişim giderek zorlaşmaktadır. Arazi kullanımındaki değişiklikler ve iklim değişikliği, su kaynaklarının hem miktarını hem de kalitesini tehdit etmektedir (Kaushal ve ark., 2017). Nehir suyu sıcaklıkları, genellikle hava sıcaklıkları ile paralel bir şekilde artmakta; bu artış, buharlaşmanın artmasına, yağış-akım rejimlerinin değişmesine ve kirleticilerin su kütlelerinde seyrelme kapasitesinin azalmasına yol açmaktadır. Bunun sonucunda kirlilik konsantrasyonları artmakta, çözünmüş oksijen seviyeleri düşmekte ve oksijen ihtiyacı yüksek olan sucul organizmalar için yaşam koşulları olumsuz etkilenmektedir.

2.2. Türkiye'de İklim Değişikliği ve Etkileri

Türkiye, sahip olduğu karmaşık iklim yapısı nedeniyle, küresel ısınmanın neden olduğu iklim değişikliklerinden en fazla etkilenecek ülkeler arasında yer almaktadır (Kapluhan, 2013). Üç tarafı denizlerle çevrili, değişken topografyaya ve orografik özelliklere sahip olan Türkiye'de farklı bölgeler iklim değişikliğinden farklı düzeylerde etkilenmektedir. Bu değişim su kaynaklarında azalma, orman yangınları, kuraklık, çölleşme ve buna bağlı ekolojik bozulmalar gibi birçok sorunu beraberinde getirmektedir. Ayrıca, ısı dalgalarına bağlı ölümler ve vektör kaynaklı hastalıklarda da artış beklenmektedir (Türkeş ve ark., 2000). Özellikle çölleşme riskiyle karşı karşıya olan Güneydoğu ve İç Anadolu gibi kurak-yarı kurak alanlar ile su kaynakları sınırlı olan Ege ve Akdeniz bölgeleri, iklim değişikliğinden daha fazla etkilenmesi beklenen alanlardır (Öztürk, 2002). Türkiye'nin su kaynaklarının azalması, tarımsal verimliliğin düşmesi, erozyonun artması, hastalık ve zararlı organizmaların yaygınlaşması gibi etkiler, iklim değişikliğinin doğrudan sonuçlarıdır. Bu faktörler, Türkiye'yi iklim değişikliğine karşı kırılgan ülkeler arasında konumlandırmaktadır (Çakmak ve Gökalp, 2011). Zaman içerisinde iklim değişikliği ve insan kaynaklı faaliyetlerin etkisiyle sıcaklık artışı ve yağış azalmasına bağlı olarak bitki örtüsünde meydana gelen bozulmalar çölleşme sürecini hızlandırmaktadır. Bilinçsiz arazi kullanımı, bu süreci tetikleyen başlıca faktörlerden biridir. Bitki türleri yalnızca belirli iklimsel koşullar altında sağlıklı şekilde gelişebilmektedir. Bu koşulların değişmesi durumunda, türlerin ya uyum sağlaması ya da yaşam alanlarını terk ederek yeni bölgelere göç etmesi gerekmektedir (Demir, 2009).

2.3. İklim Değişikliğinin Havza Hidrolojisi Üzerine Etkileri

İklim değişikliği, dünya genelinde tüm su kaynakları üzerinde artan olumsuz etkiler yaratmaktadır. Sıcaklık, yağış ve buharlaşma gibi meteorolojik parametrelerde gözlenen düzensizlikler ve değişimler, hidrolojik döngü üzerinde ciddi baskılara neden olmaktadır. Bu baskılar sonucunda yağış rejimlerinde ve akarsu akımlarında önemli değişiklikler meydana gelmekte; bu durum toprak neminden su kalitesine kadar çok sayıda hidrolojik süreci olumsuz yönde etkilemektedir (Ediş, 2018). Yağışın miktarı, zamanı ve formu ile buharlaşma ve terleme oranları, toprak nemi gibi değişkenler aracılığıyla hidrolojik döngü önemli ölçüde etkilenmektedir (Merritt ve ark., 2006). Özellikle yağış, buharlaşma, sızma ve yüzey akışı gibi temel su döngüsü bileşenleri iklim değişikliğinden doğrudan etkilenmektedir (Sridhar ve ark., 2018; 2019). Dolayısıyla iklim değişikliği hem mekânsal hem de zamansal ölçekte suyun erişilebilirliğini ve kullanımını değiştirmektedir (Melaku, 2016). Hidrolojik döngünün deseninde ve değişkenliğinde meydana gelen değişimler sel ve kuraklık gibi ekstrem olayların sıklığını artırmakta bu da başta enerji, gıda ve tarım üretimi olmak üzere birçok sektör üzerinde dolaylı etkiler oluşturmaktadır (Kim ve Kaluarachchi, 2009). UNESCO ve UN-Water (2020) tarafından yayımlanan Dünya Su Gelişim Raporu'na göre, iklim değişikliği dünya genelinde dönemsel su kıtlığı riskini artırmakta; aynı zamanda ısı dalgaları, şiddetli yağışlar, fırtınalar ve fırtına dalgaları gibi ekstrem hava olaylarının sıklığını yükseltmektedir. Su sıcaklıklarının artışı ve çözünmüş oksijen seviyelerindeki düşüş, tatlı su ekosistemlerinin özümleme kapasitesini azaltacaktır.

İklim değişikliğine bağlı olarak hidrolojik döngüde meydana gelen temel değişkenler şu şekilde sıralanabilir (Yıldırım Coşkun, 2023):

- Yağış örüntüsündeki değişimler
- Ortalama yıllık yüzey akışı değişimleri
- Kıyı bölgelerinde gözlenen hidrolojik etkiler
- Su kalitesindeki bozulmalar
- Yeraltı sularındaki değişiklikler
- Sel ve kuraklıkların şiddeti ve sıklığı
- Su sıcaklıkları üzerindeki etkiler
- Su talebindeki değişiklikler

Son yıllarda bilimsel çalışmalar, iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkilerini değerlendirmeye ve bu etkilere yönelik uyum stratejileri geliştirmeye odaklanmaktadır (Loaiciga ve ark., 1996; Vicuna ve Dracup, 2007; Hattermann ve ark., 2008; Wilby ve ark., 2008; Allamano ve ark., 2009; Goulden ve ark., 2009). Bu kapsamda taşkın frekansı, akım süresi eğrileri ve hidrolojik döngü bileşenlerindeki değişiklikler hem modelleme çalışmaları hem de karar alma süreçlerinde önemli analiz araçları olarak değerlendirilmektedir (Blöschl ve Montanari, 2010).
İklim verilerinin işlenmesi ve iklim etkisi modellemesi konularında farklı yöntemler geliştirilmiş, bu alanda çok sayıda derleme çalışması yapılmıştır (Her ve ark., 2019; Kundzewicz ve ark., 2018; Schoof, 2013; Trzaska ve Schnarr, 2014; Xu ve ark., 2019). Ancak, tüm bu ilerlemelere rağmen model tahminlerinde ve öngörülerde hâlâ belirli düzeyde belirsizlikler bulunmaktadır (Kundzewicz ve ark., 2018).

2.4. İklim Değişikliğinin Havza Hidrolojisi Üzerine Etkileri: Türkiye

Türkiye, iklim değişikliğinden en fazla etkilenmesi beklenen bölgelerden biri olan Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. Hofste ve arkadaşlarına (2019) göre, Orta Doğu ve Kuzey Afrika ile Türkiye de dünyada en yüksek yeraltı suyu stresinin yaşanacağı bölgeler arasında yer almaktadır. Bu durum, Türkiye'de su stresinin ilerleyen yıllarda daha da artacağına işaret etmektedir. İklim değişikliğine bağlı olarak değişen sıcaklık ve yağış rejimleri, nehir havzalarında ciddi etkiler yaratmaktadır. Örneğin, Fırat-Dicle Havzası gibi iç ve güney bölgelerde yağışın azalması ve kar örtüsünün süresinin kısalması, su kaynaklarının beslenmesini olumsuz yönde etkilemektedir. Kar örtüsünün erken erimesi, yüzey akışında düzensizliklere yol açmaktadır. Öte yandan, Kuzey ve Batı Anadolu'da yaz yağışlarının artışı, taşkın riskini yükseltmektedir (Demircan ve ark., 2017). Gediz Havzası'nda yer alan Demirköprü Barajı üzerine yapılan bir çalışmada, iklim değişikliği nedeniyle baraj giriş akımlarında uzun vadeli bir azalma öngörülmüş; bu da yeni su depolama yapılarının gerekliliğini gündeme getirmiştir (Görgüner ve ark., 2019). Kuraklık üzerine yapılan araştırmalar ise Akdeniz kıyıları ve Suriye sınırında %50'nin üzerinde kuraklık ve aşırı kuraklık riski olduğunu göstermektedir. RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları doğrultusunda yapılan projeksiyonlara göre, 2021–2050 döneminde Türkiye'nin güneybatısında kış yağışlarında belirgin azalmalar beklenirken, kuzey bölgelerde artış öngörülmektedir. Yağışlı gün sayısında özellikle batı ve güney kesimlerde azalma, Karadeniz kıyılarında ise artış öne çıkmaktadır. Ayrıca, ekstrem yağışların Trakya, Ege ve Akdeniz kıyılarında azalacağı; Karadeniz bölgesinde ise sınırlı artış göstereceği tahmin edilmektedir. Kuraklık indisi kullanılarak yapılan analizlerde, Türkiye'nin yakın gelecekte daha kurak bir iklim yapısına sahip olacağını göstermektedir. İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Ege'nin iç kesimlerinde yarı kurak koşulların yaygınlaşması beklenmekte; bununla birlikte çölleşmeye eğilimli alanların da genişlemesi öngörülmektedir (Türkeş, 2020).

2.5. İklim Modelleri ve Senaryoları

İklim değişikliğinin gelecekteki etkilerini öngörmede en yaygın ve bilimsel yaklaşım, sayısal iklim modellemeleridir (Akçakaya ve ark., 2013; Demir ve ark., 2013; Demircan ve ark., 2014). Bu modeller mevcut çevresel koşulları ve fiziksel süreçleri temel alarak, ileriki dönemlerdeki olası sıcaklık, yağış ve diğer atmosferik değişkenler hakkında projeksiyonlar sunmaktadır. Bu bağlamda, IPCC tarafından geliştirilen ve CMIP5 kapsamında sunulan Temsili Konsantrasyon Yolları (RCP) senaryoları, küresel ısınmanın farklı emisyon düzeylerinde nasıl bir seyir izleyeceğini göstermektedir. Örneğin, düşük emisyonlu RCP2.6 senaryosunda küresel sıcaklık artışı 1 °C ile sınırlı kalırken; yüksek emisyonlu RCP8.5 senaryosunda bu artışın 4 °C'yi aşması beklenmektedir (Knutti ve Sedlácek, 2013).

Bu sıcaklık artışları, bölgesel su dengelerinde ve hidrolojik süreçlerde önemli sapmalara neden olabilmektedir (Poitras ve ark., 2011; Bolch ve ark., 2012). İklim simülasyonlarında Bölgesel İklim Modelleri (RCM), küresel modellere kıyasla daha yüksek mekânsal çözünürlük sunduğu için yerel iklim özelliklerinin detaylı bir şekilde modellenmesine olanak tanımaktadır (Giorgi ve ark., 1999; Pal ve ark., 2004). Atmosfer, kara yüzeyi ve okyanus etkileşimlerini dikkate alan bu modeller; albedo, bitki örtüsü ve toprak özellikleri gibi yüzey parametrelerini de içerecek şekilde çalışmaktadır (Trenberth, 1992; Hamilton ve Ohfuchi, 2008). Nil Nehri, Ganj-Brahmaputra, Kolombiya ve Yangtze gibi büyük nehir havzaları üzerine yapılan çalışmalarda, iklim modellerinin hem geçmiş hem de mevcut iklim koşullarını yeniden üretebildiği ve gelecekteki değişimlere dair başarılı tahminler sunduğu ortaya konmuştur (Randall ve ark., 2007; Meehl ve ark., 2007). Ancak yağış projeksiyonlarında bugün dahi ciddi belirsizlikler bulunmaktadır (Roe ve Baker, 2007; Kundzewicz ve Stakhiv, 2010). Bu belirsizlikler, iklim modellerinin hidrolojik modellerle entegrasyonunda karşılaşılan ölçek uyumsuzluğu ve konvektif süreçlerin parametrizasyonu gibi sorunlardan kaynaklanmaktadır (Beven, 2006; Di Baldassarre ve Montanari, 2009). İklim modeli çıktıları, özellikle su kaynakları yönetimi, taşkın kontrolü ve tarımsal faaliyetlerin planlanması gibi alanlarda önemli bir referans noktasıdır. Ancak bu çıktılar kullanılmadan önce istatistiksel yöntemlerle ölçek küçültme işlemi uygulanmalı; böylece yerel düzeyde güvenilir tahminler elde edilebilmelidir (Wilby ve ark., 2009; Wilby, 2010). Ayrıca, çoklu model ve senaryo kombinasyonlarıyla yapılacak analizler, belirsizliklerin etkisini azaltarak karar vericilere daha sağlam veri tabanı sunmaktadır (Kang ve Hong, 2008; Schoof ve ark., 2009).

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

İklim değişikliği, yalnızca sıcaklık artışıyla sınırlı kalmayan; su döngüsünün işleyişinden ekosistemlerin dengesine kadar çok sayıda süreci etkileyen, çok katmanlı ve uzun vadeli sonuçlar doğuran küresel bir sorundur. Sıcaklık artışı, yağış rejimlerindeki değişimler, buharlaşma miktarlarındaki yükseliş ve ekstrem hava olaylarının sıklığındaki artış gibi birçok parametre, hidrolojik döngünün temel bileşenlerini doğrudan etkileyerek hem su miktarı hem de su kalitesi üzerinde baskı oluşturmaktadır. Bu durum, doğal sistemlerin yanı sıra insan yaşamını da tehdit eden çevresel, ekonomik ve sosyal riskleri beraberinde getirmektedir.

Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde yağış miktarlarının azalması, sıcaklıklardaki yükselişle birlikte buharlaşmanın artması ve kar örtüsünün erken erimesi, su kaynaklarının doğal yenilenme süreçlerini sekteye uğratmaktadır. Bununla birlikte, taşkın ve kuraklık gibi ekstrem olaylardaki artış ise mevcut su altyapısının yetersizliğini gün yüzüne çıkarmaktadır. Türkiye, Akdeniz iklim kuşağında yer alması, topografik çeşitliliği ve sınırlı su kaynakları nedeniyle iklim değişikliğine karşı yüksek kırılganlık gösteren ülkelerden biridir. Özellikle Akdeniz, Ege ve İç Anadolu bölgelerinde gelecekte daha kurak iklim koşulların hâkim olacağı öngörüsü, ülkemizde havza bazlı su yönetimi yaklaşımlarının yeniden gözden geçirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Bu bağlamda, iklim değişikliğinin havza hidrolojisi üzerindeki etkilerinin doğru ve bütüncül bir şekilde anlaşılması, sürdürülebilir su kaynakları yönetimi açısından kritik öneme sahiptir. Mevcut ve gelecekteki risklerin azaltılabilmesi için iklim projeksiyonlarına dayalı planlamalar yapılmalı, havza yönetim planları güncellenmeli ve modelleme çalışmalarına ağırlık verilmelidir. Aynı zamanda, ağaçlandırma ve toprak-su koruma uygulamaları gibi doğa temelli çözümler önceliklendirilerek doğal altyapılar güçlendirilmelidir. Böylece hem su kaynaklarının sürdürülebilirliği sağlanabilecek hem de iklim değişikliğine karşı dirençli havzaların oluşturulması mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

Abdo, K. S., Fiseha, B. M., Rientjes, T. H. M., Gieske, A. S. M. & Haile, A. T. (2009). Assessment of climate change impacts on the hydrology of Gilgel Abay catchmentin Lake Tana basin, Ethiopia. Hydrol. Process. 23, 3661–3669.

Akçakaya, A., Atay, H. & Demir, Ö. (2013). İklim değişikliği senaryolarında yeni dönem: Paralel yaklaşım ve Temsili Konsantrasyon Rotaları (RCP), 6th Atmospheric Science Symposium, İstanbul. http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim-degisikligisenaryolari.pdf

Aksay, C. S., Ketenoğlu, O. & Kurt, L. (2005). Küresel ısınma ve iklim değişikliği, S.Ü. Fen Ed. Fak. Fen Derg. Sayı 25, 29 -41, Konya.

Allamano, P., Laio, F. & Claps, P. (2009). Global warming increases flood risk in mountainous areas. *Geophys. Res. Lett*. 36 (24), L24404.

Arora, V. K. & Boer, G. J. (2001). Effects of simulated climate change on the hydrology of major river basins. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 106 (D4), 3335–3348. https://doi.org/10.1029/2000JD900620

Barnett T. P., Adam J. C. & Lettenmaier D. P. (2005). Potential impacts of a warming climate on water availability in snow-dominated regions. Nature, 438:303–309. https://doi.org/10.1038/nature04141

Başoğlu, A. (2014). Küresel iklim değişikliğinin ekonomik etkileri. *Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı 7, s. 175-196.

Beven, K. (2006). A manifesto for the equifinality thesis. *J. Hydrol*, 320, 18–36.

Blöschl, G. & Montanari, A. (2010). Climate change impacts—throwing the dice? *Hydrol,* 24, 374–381.

Bolch, T., Kulkarni, A., Kääb, A., Huggel, C., Paul, F., Cogley, J. & Scheel, M. (2012). The state and fate of Himalayan glaciers. Science, 336 (6079), 310–314.

Boorman, D. B. & Sefton, C. E. M. (1997). Recognising the uncertainty in the quantification of the effects of climate change on hydrological response. Clim Chang, 35:415–434

Çakmak, B. & Gökalp, Z. (2011). İklim değişikliği ve etkin su kullanımı. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, (1), 87-95.

Dellal, İ., McCarl, B. A. & Butt, T. (2011). The economic assessment of climate change on Turkish agriculture. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, *12*(1), 376-385.

Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu O., Tuvan, A., Demircan M. & Akçakaya, A. (2013). Rcp4.5 senaryosuna göre Türkiye'de sıcaklık ve yağış projeksiyonları, III. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, İstanbul, http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/rcp-45.pdf

Demir, A. (2009). Küresel iklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem kaynakları üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, *1*(2), 37-54.

Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Yazıcı, B., Tuvan, A. & Akçakaya, A. (2014). Climate change projections for Turkey with new scenarios, The Clımate Change And Clımate Dynamıcs Conference, Istanbul, http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/8ClimateChangeProjectionsForTurkey.pdf

Demircan, M., Gürkan, H., Arabacı, H. & Coşkun, M. (2017). Türkiye için iklim değişikliği projeksiyonları. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası*, *16*, 3-6.

Di Baldassarre, G. & Montanari, A. (2009). Uncertainty in river discharge observations: A quantitative analysis. *Hydrol. Earth System Sci*. 13, 913–921.

Dibike, Y. B. & Coulibaly, P. (2005). The hydrologic impact of climate change in the saguenay watershed: Comparison of downscaling methods and hydrologic models. Journal of Hydrology, 307:145–63.

Ediş, S. (2018). Yarı kurak havzalarda hidrolojik modelleme ile iklim parametrelerinin ve arazi kullanımındaki değişimlerin su kalitesi üzerine etkilerinin analizi: Terme Çayı havzası örneği. Doktora Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,

Erlat, E. (2014). İklim sistemi ve iklim değişmeleri. Türkiye, Ege Üniversitesi Yayınları, 5. Baskı, İzmir.

Ficklin, D. L., Stewart, I. T. & Maurer, E. P. (2013). Climate change impacts on streamflow and subbasin-scale hydrology in the Upper Colorado River Basin. *PLoS ONE, 8*(8), e71297. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071297

Gelete, G., Gökçekuş, H. & Gichamo, T. (2020). *Impact of climate change on the hydrology of Blue Nile basin, Ethiopia: a review*. Journal of Water and Climate Change, 11(4), 1539–1549. https://doi.org/10.2166/wcc.2019.014

Giorgi, F. & Mearns, L. O. (1999). Introduction to special section: Regional climate modeling revisited. *J. Geophys. Res*., 104, 6335–6352.

Goulden, M., Conway, D. & Persechino, A. (2009). Adaptation to climate change in international river basins in Africa: A review. *Hydrol. Sci. J*., 54(5), 805–828.

Görgüner, M., Kavvas, M. L. & Ishida, K. (2019). Dinamik olarak küçültülmüş CMIP5 projeksiyonları kullanılarak Türkiye'deki Gediz Havzası'nın hidroklimatolojisi üzerinde gelecekteki iklim değişikliğinin etkilerinin değerlendirilmesi. Toplam Çevre Bilimi, *648*, 481-499.

Hamilton, K. & Ohfuchi, W. (2008). High resolution numerical modelling of the atmosphere and ocean. Springer-Verlag, Berlin.

Hamlet, A. F. & Lettenmaier, D. P. (1999). Effects of climate change on hydrology and water resources in the Columbia River Basin. Journal of the American Water Resources Association, 35(6), 1597–1623. https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1999.tb04240.x

Hattermann, F., Krysanova, V., Post, J., Dworak, T. H., Wrobel, M., Kadner, S. & Leipprand, A. (2008). Understanding consequencesof climate change for water resources and water-related sectors in Europe. In: *The Adaptiveness of IWRM, Analysing European IWRM Research* (J. G. Timmerman, C. Pahl-Wostl ve J. Moltgen, eds), 89–112. London: IWA Publishing.

Her, Y., Yoo, S. H., Cho, J., Hwang, S., Jeong, J. & Seong, C. (2019). Uncertainty in hydrological analysis of climate change: multi-parameter vs. multi-GCM ensemble predictions. Sci Rep 9:1–22. https://doi.org/10.1038/s41598-019-41334-7

Hofste, R. W., Reig, P. & Schleifer, L. (2019). 17 Countries home to one-quarter of the world's population. *Face Extremely High Water Stress*.

IPCC. (2012). Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. In: Field, C.B., Barros, V., Stocker, T.F., Qin, D.,Dokken, D.J., Ebi, K.L., Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Plattner, G.-K., Allen, S.K., Tignor, M., Midgley, P.M. (Eds.), A Special Report of Working Groups Iand II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

Jiang, T., David, Y., Xu, C., Chen, X., Singh, V. P. & Chen, X. (2007). Comparison of hydrological impacts of climate change simulated by six hydrological models in the Dongjiang Basin, South China. Journal of Hydrology, 3,16–33.

Jin, X. & Sridhar, V. (2012). Impacts of climate change on hydrology and water resources in the Boise and Spokane River Basins. Journal of the American Water Resources Association, 48, 197–220. https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2011.00605.x.

Kang, H. S. & Hong, S. Y. (2008) Sensitivity of the simulated East Asian summer monsoon climatology to four convective parameterization schemes. *J. Geophys. Res*., 113, D15119. doi:10.1029/2007JD009692.

Kapluhan, E. (2013). Türkiye'de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi. Marmara Coğrafya Dergisi, 27, 487-510.

Kaushal, S. S., Gold, A. J. & Mayer, P. M. (2017). Land use, climate, and water resources-global stages of interaction. Water, 9:815, Switzerland. https://doi.org/10.3390/w9100815

Kırış, R. & Toprak, S. (2007). İklim değişikliğinde ormanların rolü. *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi*, 379-384.

Kim, U. & Kaluarachchi, J. J. (2009). Climate change impacts onwater resources in the upper blue Nile River Basin. Journal of the American Water Resources Association, 45 (6),1361–1378, Ethiopia.

Knutti, R. & Sedlácek, J. (2013). Robustness and uncertainties in the new CMIP5 climate model projections. Nat. Clim. Chang., 3 (4):369–373. https://doi.org/10.1038/nclimate1716.

Kundzewicz, Z. W., Krysanova, V., Benestad, R. E., Hov, Ø., Piniewski, M. & Otto, I. M. (2018). Uncertainty in climate change impacts on water resources. Environ Sci Policy, 79:1–8. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.10.008

Kundzewicz, Z. W. & Stakhiv, E. Z. (2010). Are climate models “ready for prime time” in water resources management applications, or is more research needed? Editorial. *Hydrol. Sci. J*., 55(7), 1085–1089.

Loaiciga, H. A., Valdes, J. B., Vogel, R., Garvey, J. & Schwarz, H. (1996). Global Warming and the Hydrologic Cycle, J. Hydrology 174, 83–127.

Mall, R. K., Gupta, A., Singh, R., Singh, R. S. & Rathore, L. S. (2006). Water resources and climate change: An Indian perspective. Current Science, 90, 1610–1626.

Meehl, G. A., Stocker, T. F., Collins, W. D., Friedlingstein, P., Gaye, A.T., Gregory, J.M., ... & Zhao, Z.C. (2007). Küresel iklim projeksiyonları. Bölüm 10.

Melaku, M. S. (2016). Effect of climate change on water resources. Journal of Water Resources and Ocean Science, 5 (1), 14–21. https://doi.org/10.11648/j.wros.20160501.12.

Merritt, W. S., Alila, Y., Barton, M., Taylor, B., Cohen, S. & Neilsen, D. (2006). Hydrologic response to scenarios of climate change in subwatersheds of the Okanagan basin, Journal of Hydrology, 326, 79e108, British Columbia.

Milly, P. C., Betancourt, J., Falkenmark, M., Hirsch, R. M., Kundzewicz, Z. W., Lettenmaier, D. P. & Stouffer, R. J. (2008). Durağanlık öldü: Su yönetimi nereye gidiyor?. Science, 319 (5863), 573-574.

Öztürk, K. (2002). Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(1), 47-65.

Pal, J. S., Giorgi, F. & Bi, X.Q. (2004). Consistency of recent European summer precipitation trends and extremes with future regional climate projections. Geophysical Research Letters, 31, L13202. https://doi:10.1029/2004GL019836.

Poitras, V., Sushama, L., Seglenieks, F., Khaliq, M.N. & Soulis, E. (2011). Projected changes to streamflow characteristics over western Canada as simulated by the Canadian RCM. J. Hydrometeorol., 12 (6), 1395–1413.

Randall, D. A., Wood, R. A. & Bony, S. (2007). Climate models and their evaluation. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor ve H. L. Miller, eds), 589–662. Cambridge: Cambridge University Press.

Roe, G. H. & Baker, M. B. (2007). Why is climate sensitivity so unpredictable? Science, 318(5850), 629–632.

Schoof, J. T. (2013). Statistical downscaling in climatology. Geogr. Compass., 7:249–265. https://doi.org/10.1111/gec3.12036

Schoof, J. T., Shin, D. W., Cocke, S., LaRow, T. E., Limb, Y. K. & O'Brien, J. J. (2009). Dynamically and statistically downscaled seasonal temperature and precipitation hindcast ensembles for the Southeastern USA. *Int. J. Climatol*., 29, 243–257.

Singh, P. & Bengtsson, L. (2004). Hydrological sensitivity of a large Himalayan basin to climate change. Hydrological Processes, 18(13), 2363–2385. https://doi.org/10.1002/hyp.1468:contentReference[oaicite:0]{index=0}.

Singh, U. K. & Kumar, B. (2018). Climate change ımpacts on hydrology and water resources of Indian river basins. Current World Environment, 13(1), 32–43. https://doi.org/10.12944/CWE.13.1.04

Soliman, E. S. A., Sayed, M. A. A., Nour El-Din, M. & Samy, G. (2008). Integration of NFS with regional climate model to simulate the Nile basin hydro-climatology. Nile Basin Water Engineering Scientific Magazine, 1, 75–85.

Sridhar, V., Billah, M. M. & Hildreth, J. W. (2018). Coupled surface and groundwater hydrological modeling in a changing climate. Groundwater, 56 (4), 618–635. https://doi.org/10.1111/gwat.12610.

Sridhar, V., Kang, H. & Ali, S. A. (2019). Human-induced alterations to land use and climate and their responses for hydrology and water management in the Mekong River Basin. Water, 11, 1307. https://doi.org/10.3390/w11061307.

Sridhar,V. & Jin, X. (2013). Explaining the hydroclimatic variability and change in the Salmon River basin. Climate Dynamics, 40, 1921–1937. https://doi.org/10.1007/s00382-012-1467-0.

Trenberth, K. (1992). Climate system modeling. Cambridge: Cambridge University Press.

Trzaska, S. & Schnarr, E. (2014). İklim değişikliği projeksiyonları için ölçek küçültme yöntemlerine ilişkin bir inceleme. Amerika Birleşik Devletleri Uluslararası Kalkınma Ajansı (Tetra Tech ARD), *45* (05), 45-2621.

Türkeş, M. (1994). Artan sera etkisinin Türkiye üzerindeki etkileri. TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 321, 71, Ankara.

Türkeş, M. (2020). İklim değişikliğinin fiziksel bilim temeli-II. *Toplum ve Hekim*, *35*(1), 3-31.

Türkeş, M., Sümer, U. M. & Çetiner, G. (2000). Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md.,Ankara.

UNESCO & UN-Water. (2020). *United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change*. Paris.

Vicuna, S. & Dracup, J. A. (2007). The evolution of climate changeimpact studies on hydrology and water resources in California. Climatic Change, doi:10.1007/s10584-006-9207–2.

Vitousek, P.M. (1994). Beyond global warming: ecology and global change. Ecology, 75:494–499

Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J. & Melillo, J. M. (1997). Human domination of Earth's ecosystems. Science (80-) 277:494–499. https://doi.org/10.1007/978-0-387-73412-5_1

Wilby, R. L. (2010). Evaluating climate model outputs for hydrological applications-opinion. *Hydrol. Sci. J*., 55(7), 1090–1093.

Wilby, R. L., Beven, K. J. & Reynard, N. S. (2008). Climate change and fluvial flood risk in the UK: more of the same? *Hydrol.Processes,* 22, 2511–2523.

Wilby, R. L., Troni, J., Biot, Y., Tedd, L., Hewitson, B. C., Smith, D. M. & Sutton, R. T. (2009). A review of climate risk information for adaptation and development planning. *Int. J. Climatol*, 29, 1193–1215.

Xu, Z., Han, Y. & Yang, Z. (2019). Dynamical downscaling of regional climate: a review of methods and limitations. Sci China Earth Sci, 62:365–375. https://doi.org/10.1007/s11430-018-9261-5

Yıldırım Coşgun, A. (2023). *İklim değişikliğinin Türkiye su kaynaklarına etkileri ve uyum*. İçinde TÜBA (Ed.), İklim Değişikliği ve Türkiye, Bölüm 7, s. 139–153. Türkiye Bilimler Akademisi. https://doi.org/10.53478/TUBA.978-625-8352-56-6.ch07

Zhang, D., Liu, C., Xia, J. & Yu, Z. (2012). Impact of climate change on the hydrological processes of the Yangtze River Basin. *Climate Change Research*, 110, 245–257. https://doi.org/10.1016/j.clim.2012.01.003

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

FİTALATLARIN TOKSİKOLOJİK ETKİLERİ

Zehra Kelime KASAKOLU
Ankara University, Ankara University, Graduate School of Health Sciences, Ankara, Türkiye
ORCİD: ID/ 0009-0000-3096-6103

Prof. Dr. Ayhan FİLAZİ
Ankara University, Ankara University, Graduate School of Health Sciences, Ankara, Türkiye
ORCİD: ID/ 0000-0002-2800-6215

ÖZET
Fitalat esterleri (PAE'ler), polivinilklorür başta olmak üzere çok sayıda polimerik materyalde plastikleştirici amaçla kullanılan lipofilik yapılı organik bileşiklerdir. Endüstriyel uygulamalarda geniş ölçekte kullanımları ve polimere kovalent bağlanmamaları sebebiyle kolaylıkla çevresel matrikslere migrasyona uğrarlar. Oral, inhalasyon ve dermal yollarla organizmaya alınan PAE'ler faz I ve faz II biyotransformasyon süreçleriyle monoester metabolitlerine dönüşür; özellikle MEHP gibi oksidatif türevi biyolojik olarak yüksek toksisite gösterir. Fitalatlar, P450 ve UGT enzimleri aracılığıyla glukuronid konjugatlara metabolize edilerek atılsa da albümin bağlanmaları ve yağ dokusunda biyobirikime uğramaları nedeniyle toksikokinetik dirence neden olur. Toksikodinamik açıdan PAE'ler HPG ekseni, PPAR ve östrojen reseptörlerine bağlanarak antiandrojenik ve ksenoöstrojenik etki gösterirler; epigenetik modifikasyonlarla kromatin yoğunluğunu değiştirerek gen ekspresyonunu bozarlar. Etkileri arasında spermatotoksisite, anogenital mesafe kısalması, testiküler disjenez sendromu, erken ergenlik, endometriozis, hepatotoksisite, nefrotoksisite, kardiyovasküler patolojiler, obezite-diyabet ilişkili metabolik bozukluklar ve çeşitli karsinom formları yer alır. Epidemiyolojik bulgular, idrarda yaygın fitalat metabolit varlığının kronik maruziyete işaret ettiğini; hayvan çalışmalarında ise DEHP'nin aterosklerotik lezyon oluşumunu hızlandırdığını, MEHP'nin Sertoli hücresinde apoptotik süreci aktive ettiğini ortaya koymuştur. Bu toksikolojik riskler sebebiyle uluslararası düzenleyici otoriteler özellikle çocuk ürünleri, tıbbi cihazlar ve kozmetiklerde DBP, DEHP ve BBP gibi PAE'lere ciddi kısıtlamalar getirmiştir. Fitalatların halk sağlığı açısından oluşturduğu tehdit dikkate alınarak maruziyetin önlenmesine yönelik tedbir ve politika geliştirilmesi zorunludur.

TOXICOLOGICAL EFFECTS OF PHTHALATES

ABSTRACT
Phthalate esters (PAEs) are lipophilic organic compounds that are used as plasticisers in many polymeric materials, particularly polyvinyl chloride (PVC). Due to their widespread use in industrial applications and non-covalent binding to polymers, they easily migrate to environmental matrices. PAEs that enter the body via the oral, inhalation or dermal routes are transformed into monoester metabolites by phase I and phase II biotransformation processes. Oxidative derivatives, such as MEHP, in particular, exhibit high biological toxicity. Although phthalates are metabolised into glucuronide conjugates by P450 and UGT enzymes and subsequently excreted, they can still cause toxicokinetic resistance due to binding to albumin and bioaccumulation in adipose tissue. PAEs exhibit antiandrogenic and xenoestrogenic toxicodynamic effects by binding to the HPG axis, peroxisome proliferator-activated receptors (PPARs) and oestrogen receptors, disrupting gene expression by altering chromatin density through epigenetic modifications. These effects include spermatotoxicity, shortening of the anogenital distance, testicular dysgenesis syndrome, precocious puberty, endometriosis, hepatotoxicity, nephrotoxicity, cardiovascular pathologies, metabolic disorders related to obesity and diabetes, and various forms of carcinoma. Epidemiological findings indicate that the presence of widespread phthalate metabolites in urine is indicative of chronic exposure. Animal studies have shown that DEHP accelerates the formation of atherosclerotic lesions, while MEHP activates the apoptotic process in Sertoli cells. Due to these toxicological risks, international regulatory authorities have imposed serious restrictions on PAEs such as DBP, DEHP and BBP, particularly in products intended for children, medical devices and cosmetics.

Given the threat that phthalates pose to public health, it is imperative to develop measures and policies to prevent exposure.
Keywords: Phthalate Esters, Toxicokinetics, Endocrine Disruptor, Epigenetics, Reproductive Toxicity

GİRİŞ

Fitalatlar plastikleri daha yumuşak ve daha esnek hale getirmek için yaygın olarak plastikleştirici olarak kullanılan organik kimyasallardır. (Guerreiro vd.,2018) Fitalat plastikleştiricinin polimer sistemi ile kimyasal bir bağı olmadığından ve ortamdaki küçük değişiklikler örneğin, yüksek veya düşük pH, sıcaklık ve basınç, ışınlama UV, güneş ışığı, mikrodalga fırın ile temas fitalatın çevreye sızmasını, buharlaşmasını hızlandırdığı ve insan sağlığına zararlı etkilere neden olduğu bilinmektedir. (Benjamin, vd., 2017)

Vücutta, biyolojik olarak aktif maddelerle reaksiyona giren ve vücudun hayati fonksiyonlarını bozabilen toksik metabolitlere metabolize edilirler. Di-2-etilhekzil fitalat (DEHP) ve di-n-bütil fitalat (DBP), toksik ve en sık kullanılan fitalatlar arasındadır. Bu maddeler lipofilik yapıdadır ve bu nedenle yağ dokusunda birikir. PAE kalıntıları, canlı organizmalarda, yemlerde, ham maddelerde ve gıdalarda çevrenin tüm bileşenlerinde tespit edilmiştir. Çevrede PAE içeren atıkların muazzam üretimi, genel kullanımı, depolanması, atık yakma tesislerinde yakılarak yetersiz imha edilmesi ve PAE'lerin insan sağlığı üzerindeki olası olumsuz etkileri büyük küresel çevre ve sağlık riskleri oluşturmaktadır. (Barenkino, vd., 2022)

ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA), altı ftalik asit esterini birincil risk kirleticileri arasında listelemiştir. Bunlar dimetil fitalat (DMP), dietil fitalat (DEP), di-n-bütil fitalat (DBP), di-2-etilhekzil fitalat (DEHP), di-n-oktil fitalat (DOP) ve dibütilbenzil fitalattır (BBP). (Barenkino, vd., 2021)

2.1. Maruz Kalma Yolları

İnsanlar fitalatlara çoğunlukla gıda, su, hava ve yapı malzemeleri, ev mobilyaları, giyim, kozmetikler, ilaçlar, besin takviyeleri, tıbbi cihazlar, takma dişler, çocuk oyuncakları,kişisel bakım ürünleri, gıda ambalajları, otomobiller, yağlayıcılar, mumlar, temizlik malzemeleri ve böcek ilaçları dahil olmak üzere tüketici ürünlerinden maruz kalırlar (Marcilla vd., 2004) İnfüzyon setleri, periton diyalizi ve hemodiyaliz setleri, kan ve kan türevlerini saklamak için pvc torbalar, parenteral beslenme ve birçok tıbbi operasyonlarda kullanılır. (Jarasova A, 2006) Bu tıbbi cihazlar ve fitalat içeren ürünlerin parenteral yolla kullanımı yüksek fitalat maruziyetine neden olduğu bilinmektedir. (Meeker vd.,2009)

Mekanik stres veya yüksek sıcaklık, ambalaj malzemelerinden gıdaya veya içeceğe kimyasal geçişe neden olabilir. Fitalatlar, köprüleme substratı ile zayıf bağlara sahip olmasından dolayı ürünlerden çevreye kolaylıkla sızar.(Barenkino, vd.,2022) PAE'ler, topraklarda ve sularda tarım makinelerinden yağ sızıntısı, atmosferik havadan kuru ve ıslak birikim ve kök sistemleri aracılığıyla salınır ve birikir bu nedenle hemen hemen her bitki organında PAE'lerin varlığını ortaya koyulmuş ve toprağın kalitesini olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir. (Chang, vd.,2021) Hamilelik döneminde de kişisel bakım ürünlerini sık kullanımı gibi düşük moleküler ağırlıklı fitalatlara maruziyet sonucunda bu fitalatların anne sütüne geçebildiği, (Kim vd., 2014) pospartum dönemde ise bebek mamaları ile beslemenin PAE maruziyeti oluşturduğu bilinmektedir (Chang, vd..2021)

2.2. PAE'lerin Metabolik Yolu

PAE'ler normal homeostazı ve östrojeniteyi taklit eder. (alfa ve beta olmak üzere iki östrojen reseptörü) PAE'ler omurgalılarda hipotalamik-hipofiz-gonadal (HPG) eksen yolunu bozar. PAE'lerin omurgalılar üzerindeki toksisite etkisini belirlemek için yapılmış çok sayıda in vivo ve in vitro çalışma vardır. (Zhang vd.,2023)

Kan dolaşımında özellikle albümin gibi plazma proteinleriyle yüksek bir şekilde etkileşebilir. Bu etkileşim sonucunda, fitalat molekülleri genellikle albümin gibi proteinlere sıkıca bağlanır ve serbest formda bulunma oranları oldukça düşüktür ve çoğu zaman hücre içine giremez, reseptörlere bağlanamaz ve toksik etkisini anında gösteremez. (Chen vd., 2024)
Fitalatlar vücuda girdikten sonra bir dizi faz I hidroliz ve faz II konjugasyon reaksiyonuna girerler. İlk adımda, diester fitalat, bağırsak ve parankimde lipazlar ve esterazlar tarafından karaciğerde lipaz ve esterazlarla ana metaboliti mono-(2-etilhekzil) fitalat (MEHP)'e dönüşür. Kısa dallı fitalatlar MEHP daha sonra sitokrom P450 enzimleri (CYP450) ile oksidatif metabolitlerine dönüşür ve bu metabolitler idrar ve feçesle atılır. Oluşan oksidatif metaoblitlerin ise, MEHP'ten daha toksik olduğu ifade edilmiştir. (Erkekoğlu P. ve ark., 2022) Daha uzun dallı fitalatlar, genellikle faz II konjuge bileşikler olarak idrar ve dışkıyla atılmadan önce daha fazla hidroksilasyon ve oksidasyon dahil olmak üzere çeşitli biyotransformasyonlara uğrarlar. Faz II konjugasyonu genellikle hidrofilik glukuronid konjugatını oluşturmak için uridin-difosfo-glukuronil transferaz enzimi tarafından katalize edilir. Konjugatlar kolayca daha sonra ter, dışkı ve idrar yoluyla atılır. DEHP'nin yarı ömrünün yaklaşık 12 saat olduğu tahmin edilmektedir. (Chang. Vd., 2021) (Andersson, vd.,2007)

2.3. Toksikolojik Etkileri:
Fitalatlara uzun süreli maruziyette, yan zincirin uzunluğu ve dallanması, PAE'lerin insan vücudu üzerindeki istenmeyen yan etkilerinin artmasına neden olur. Canlı doku kültürleri ile yapılan deneylerde, fitalatlara uzun süreli maruziyet nedeniyle istenmeyen etkiler saptanmıştır. Teratojenite ve embriyotoksisite, spermiotoksisite, hepatotoksisite, nefrotoksisite ve kanserojenite ayrıca PAE'lerin hücre zarı fonksiyonları üzerindeki etkileri ve diğer istenmeyen etkiler gözlemlenmiştir. (Barenkino, vd., 2022)
İnsanların fitalatlara maruz kalmasının sperm sayısının azalmasına, testislerde histolojik değişikliklere ve doğurganlığın azalmasına neden olabileceği düşünülmektedir. Gelişimsel çalışmalarda, prenatal mortalitede artış, büyüme ve doğum ağırlığında azalma, iskelet, viseral ve dış malformasyonlar gibi etkiler muhtemelen fitalat maruziyeti ile ilişkili olarak tartışılmıştır. İki kuşak çalışmalarda, erkeklerde doğum ağırlığının azalması, anogenital mesafenin azalması, serum testosteron seviyelerinin azalması, spermatositlerin azalması ve testislerdeki diğer histopatolojik değişiklikler gibi olası etkiler tanımlanmıştır. (Angerer, vd., 2007)
Hemen hemen tüm insan idrar örneklerinde fitalat metabolitleri tespit edilmiştir. DEP, DBP ve BBP'nin idrar metabolitlerinin seviyeleri ile fitalat kullanılmış kişisel iç mekan hava konsantrasyonları arasında ilişki gözlenmiştir. (Darbre ,2022)

2.4. PAE'lerin Sağlığa Etkileri

- **Epigenetik Modülasyon**

Fitalatların 1980'lerde kemiricilerde hepatokarsinojenik olduğu belirlenmiştir. Fitalatların kemirici karaciğerinde insan karaciğerinde aktif olmayan bir seri olayla peroksizom proliferasyonuna sebebiyet vermelerinden dolayı fitalatlar "epigenetik karsinojenler" olarak sınıflandırılmıştır. (Erkekoğlu vd.,2022) Endokrin bozucu kimyasallar, epigenetik modülasyon aracılığıyla gen ifadesini (örneğin, transkripsiyon, translasyon ve kodlamayan mikroRNA'ların ekspresyonu değiştirebildiği (Benjamin vd., 2017) ve oksidatif strese de yol açabildikleri bilinmektedir. (Erkekoğlu vd., 2022) Bu durum, doğuştan gelen epigenetik baskıyı veya "epigenetik hafızayı" yeniden programlayarak, DNA hasarı ve genotoksisiteye neden olarak yetişkinlikte görülebilecek hastalıklara yol açtığı bildirilmektedir. (Benjamin vd.,2017; Erkekoğlu vd., 2022)
DEHP (di-2-etilheksil fitalat), epigenetik kalıtım ve yetişkinlikte başlayan hastalıklar üzerindeki etkisi açısından yoğun bir şekilde araştırılmıştır. Buna karşın, DBP (dibütil fitalat) ve BBzP (butil benzil fitalat) gibi diğer fitalatlar bu konuda daha az incelenmiştir. (Benjamin vd.,2017)
Fitalatların genotoksik etkileri, genellikle DNA metilasyonu, demetilasyonu ve damgalanmış genlerin promotör bölgelerinde histon modifikasyonları yoluyla kromatin yapısının değiştirilmesiyle ortaya çıkar.

Fitalatlar, histon proteinlerinin kuyruklarına bağlanarak, DNA'nın sıkılığını ve aktive edilecek genlerin erişilebilirliğini değiştirebilir. DNA metilasyonu veya demetilasyonu, histonlardaki değişiklikler ve eksprese edilen proteinlerin fosforilasyonu yoluyla kritik genlerin promotör bölgelerinde kromatinin yoğunlaşması, fitalatların neden olduğu başlıca epigenetik değişikliklerdir. Metilasyon sırasında, metil grupları DNA'daki sitozin bazına eklenir. Bu metil grupları, DNA'nın ana oluğuna uzanarak genin transkripsiyonunu engeller. Öte yandan, demetilasyon işlemi, genlerin epigenetik olarak yeniden programlanması için gereklidir ve tümör oluşumu ve diyabet gibi önemli hastalık süreçlerinde doğrudan rol oynadığı bilinmektedir. (Benjamin vd.,2017)

DEHP (di-2-etilheksil fitalat), TM5 Sertoli hücrelerinde kromatin yoğunlaşması, nükleer parçalanma ve poli(ADP-riboz) polimerazın bölünmesi gibi apoptotik (hücre ölümü) değişiklikleri baskıladığı görülmüştür. Ayrıca Connexin43 proteininde fosforilasyonu azaltarak hücreler arası iletişimi olumsuz yönde etkileyip tümör ilerlemesini desteklediği belirlenmiştir. DBP (dibütil fitalat) gibi fitalatların ise peroksizom proliferatörlerinin aktivasyonu yoluyla sıçan karaciğerindeki c-myc geninin CpG açısından zengin promotör bölgelerinde DNA hipometilasyonu oluşturabildiği ve kanser gelişimini teşvik edebildiği bildirilmiştir. (Benjamin vd.,2017)

İnsanlarda yapılan çalışmalarda ise, doğum öncesi fitalat maruziyetinin, embriyonik ve plasental büyüme için kritik öneme sahip olan baba tarafından eksprese edilen *Igf2* ve anne tarafından eksprese edilen *H19* genlerini yoğun bir şekilde demetile ettiği bulunmuştur (Benjamin vd.,2017)

- **Üreme Sistemi Hastalıkları**

- **Sperm Kalitesi**

MEHP seviyeleri sekonder metabolitlerin seviyelerine göre ayarlandığında, idrardaki MEHP ile sperm DNA hasarı arasında anlamlı bir ilişki gözlemlenmiştir. Böylece, MEHP/MEHHP veya MEHP/MEOHP oranı ne kadar yüksekse sperm DNA hasarı o kadar fazla olur ve MEHP'nin sekonder metabolitlere dönüşmesi sperm DNA'sının daha az hasar görmesini sağladığı bilinmektedir.(Andersson, vd.,2007) İnsanda, tüm epidemiyolojik çalışmalar tutarlı bir şekilde PAE maruziyetinin sürekli olarak sperm kalitesinde bir azalma ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmalar arasında, Bütil benzil fitalat (BBzP) ve metaboliti Monobenzil ftalat (MBzP), insan spermi üzerinde sperm anöploidisinde artış, toplam sperm sayısında ve konsantrasyonlarında azalma, sperm başı boyutları, sperm eğrisel hızı , düz çizgi hızı , spermin anormal baş ve kuyruklarının yüzdesi gibi çok sayıda ciddi etki gösterdi ve erkek infertilitesine neden olduğu bulunmuştur. (Herianto vd.,2021)

Fitalatlar, kemiricilerde testiküler disjenez sendromu (fitalat sendromu, TDS)'na yol açabilir. Son yıllarda yapılan araştırmalarda, fitalat ve bazı diğer endokrin bozuculara maruziyetle TDS'nin insanlarda da görülebildiği belirlenmiştir. (Bajkin vd.,2014; Erkekoglu & Kocer-Gumusel, 2014; Stenz vd., 2019)

- **Anogenital Mesafe**

Anogenital mesafe (AGD), anüsten penisin tabanına olan mesafedir ve azalmış veya kısa bir erkek AGD, yetişkinlikte genital malformasyonlar ve üreme bozuklukları için bir gösterge olabilir.(Christiansen vd.,2018)

Toksikolojide maskülenleşmenin belirteci olarak yaygın olarak kullanılan bir ölçü olan anogenital mesafeye (AGD) dayalı anogenital indeks birçok insan çalışmasında kullanılmıştır. (Andersson vd.,2007) Yenidoğanlarda kordon kanı DEHP düzeyleri ve anogenital açıklıkta azalma arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. (Balcı vd., 2019)

- **Erken Ergenlik:**

Erken ergenlik, ergenlik gelişiminin fiziksel ve hormonal belirtilerinin normal kabul edilenden daha erken yaşta ortaya çıktığı anormal derecede erken bir ergenlik başlangıcı anlamına gelir. Buna meme büyümesi, kasık kılları ve ses değişiklikleri dahildir. (Chou vd., 2009)

Yapılan bir çalışmanın sonucunda Dietil heksil fitalat (DEHP) metabolit düzeyleri erken ergenlik gösteren hastalarda anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ancak bu fark diğer fitalat metabolitleri için anlamlı değildi. (Hashemipour vd., 2018)

- **Endometriozis:**

Endokrin bozucu kimyasallar arasında yer alan fitalat esterlerinin (PAE'ler) kadın üreme sağlığı üzerindeki etkileri giderek daha fazla araştırma konusu olmakla birlikte, endometriozis ile ilişkileri hâlâ netlik kazanmamıştır. PAE'lerin endometriozis üzerindeki olası etkilerini inceleyen çalışmaların çoğu vaka-kontrol tasarımında olup, sonuçlar arasında belirgin tutarsızlıklar gözlemlenmektedir. İleri evre endometriozisli kadınları içeren bir çalışma, plazma mono-(2-etilhekzil) fitalat (MEHP) düzeyleri değerlendirilmiş ve endometriozis ile MEHP arasında potansiyel bir ilişki olduğu bildirilmiştir. (Kim vd., 2011) Fitalatlar endometriyumun hücresel süreçlerine müdahale edebilir; spesifik olarak, PPAR ve ER-α'ye bağlanabilir ve TGF-β'yi aktive ederek belirli hedef genlerin ekspresyonunu düzenleyen farklı sinyal kaskadlarını teşvik edebidiği gözlenmiştir. Bu durum iltihaplanmaya, istilaya, sitokin değişikliğine, artmış oksidatif strese ve endometriozis ile sonuçlanan hücre canlılığının ve proliferasyonunun bozulması ile sonuçlandığı görülmüştür. (Ribeiro vd.,2024)

Buna karşın, daha güncel bir araştırma, idrarda ölçülen MEHP konsantrasyonu ile endometriozis riski arasında güçlü bir ters ilişki olduğunu ortaya koyarken, monobenzil fitalat (MBzP) ve monoetil fitalat (MEP) konsantrasyonlarının endometriozis riskiyle anlamlı bir ilişki göstermediğini belirtmiştir. (Herianto vd.,2021) Bu bulgular, farklı fitalat metabolitlerinin endometriozis patofizyolojisindeki etkilerinin heterojen olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, erkek çocuklarda fitalat maruziyetiyle ilişkili hormonal bozulmalar da dikkat çekicidir. Jinekomasti hastası çocuklarda yapılan bir çalışma, plazma DEHP ve MEHP düzeylerinin kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğunu ve DEHP düzeyleri ile dehidroepiandrosteron sülfat (DHEAS) arasında anlamlı negatif bir korelasyon bulunduğu bildirilmiştir. (Durmaz vd., 2010)

- **Kanserler:**

Ksenoöstrojenik özellikleri nedeniyle insan kanseri özellikle genel popülasyonda karaciğer ve gastrointestinal kanserler, fitalatlar ile bağlantı olduğu düşünülmektedir. (Benjamin vd., 2017) Fitalatların endojen veya eksojen ligandlar tarafından bol miktarda ekspresyonu ve aktivasyonu doğrudan kansere yol açamaz ancak etkisinin diğer reseptörler ve farklı hücresel yollar üzerinde gerçekleştirildiği bilinmektedir. Fitalatlar transkripsiyon faktörlerinde rol oynayan büyük bir hormon reseptörü ailesi olan PPAR'ların agonistleridir. Fitalat metabolitlerinin, zıt etkilere sahip farklı PPAR reseptörlerini aktive edebildiği görülmektedir. Bu nedenle, meme kanseri başlangıcında fitalatların PPAR aktivasyonu üzerindeki rolü hakkında çok fazla çalışma yoktur. Ayrıca, DEHP, PPAR reseptörlerini aktive edemese de, birincil ve ikincil metabolitleri moleküler düzeyde farklı etkiler gösterebilir. (Cristaldi vd.,2018)

İn vivo ve in vitro çalışmalardan elde edilen verilere göre, fitalatlar, steroid ve ksenobiyotik reseptörünün transkripsiyonel düzenlenmesi yoluyla MDR1 kanalı aracılığıyla hücrelere taşınabilir. İnsan meme kanseri ilerlemesi, PI3K/AKT sinyal yolunun aktivasyonu yoluyla veya cAMP-PKA-CREB1 sinyal kaskadı aracılığıyla östrojenden bağımsız AhR/HDAC6/c-myc sinyal yoluyla olabilir. PPARα'nın kemirgenlerde fitalat kaynaklı karaciğer karsinomunda aracı olduğu ve PPAR'ın hepatik karsinomda c-myc gen promotörünü epigenetik modülasyon yoluyla etkilediği bildirilmiştir. (Benjamin vd., 2017)

- **Kalp Hastlığı ve Ateroskleroz**

Son yıllarda, çok sayıda hayvan çalışması, PAE'ler ve ateroskleroz arasındaki ilişkileri araştırılmaktadır. (Shih vd., 2015), 4 hafta boyunca kronik olarak DEHP'ye maruz bırakılmış hayvanlar üzerinde yapılmış bir çalışma da, bir süre sonra şiddetli hiperlipidemi, sistemik inflamasyon ve ateroskleroz geliştirdiği görülmüş ve aynı zamanda endotel hücrelerinin iltihaplanmasına ve karaciğerde artan kolesterol birikimine yol açmıştır. PAE'lerin düşük yoğunluklu lipoproteinin oksidasyonunu desteklediği, DEHP'nin kolesterol homeostazını bozduğu ve inflamatuar yanıtı deregüle ettiği, böylece aterosklerozu hızlandırdığı sonucuna varmıştır. (Lee vd., 2021)

- **Diyabet ve Obezite**

Fitalatlar, lipid metabolizması ve homeostazında yer alan moleküler sinyalleşmenin bozulmasıyla çoklu mekanizmalar oluşur ve bu da aşırı kilo ve obeziteye sebep olur. PAE metabolitleri, peroksizom proliferatör reseptör aktivasyonu ve obezite gelişimine katkıda bulunan antiandrojenik etkiler dahil olmak üzere biyokimyasal aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir. (Lee vd., 2021)
Bazı fitalatların belgelenmiş anti-androjenik etkileri ve yetişkin erkeklerde düşük testosteronun obezite ve tip 2 diyabet prevalansının artmasıyla ilişkili olabileceğine dair yürütülen geniş bir kesitsel çalışmada fitalat maruziyeti ile bel çevresi arasındaki ilişki araştırılmıştır. İdrar fitalat monoester konsantrasyonları (MBzP, MEHHP, MEOHP ve MEP) ile artmış insülin direnci arasında anlamlı ilişkiler ve MBP, MBzP ve MEP ile bel çevresi arasında pozitif ilişkiler olduğunu bildirmişlerdir. Yani fitalatların insülin direnci, obezite ve ilgili klinik durumlara neden olabileceği düşünülmektedir. (Meeker vd., 2009)

- **Tiroid Bozuklukları**

Tiroid hormonu (TH), merkezi sinir sisteminin büyümesini, doku farklılaşmasını, enerji metabolizmasını, üremesini ve oluşumunu düzenleyen anahtar bir moleküldür. Normal tiroid hormon seviyeleri, merkezi sinir sisteminin gelişimi sırasında memeliler için çok önemlidir. (Liu vd., 2012) Özellikle, insan fetüsü T4 ve TSH homeostazındaki ince değişikliklere karşı savunmasız olabilir, çünkü T4'ün tiroid deposunun fetal dönüşümü çok hızlıdır. Bu nedenle, fetüs T4'ü yetişkinlerden daha hızlı tüketebilir. Anneden veya fetüste hafif hipotiroidizm bile yenidoğan, nörolojik ve bilişsel eksikliklere neden olabilir ve bu da yetişkinliğe kadar ölçülemez. (Boas vd, 2006) ve ilerleyen yıllarda beynin olgunlaşmasını bozabilir. (Liu vd.,2012)
Fitalatların tiroid fonksiyonlarını bozabileceği düşünülmektedir. Muhtemel mekanizma, tiroid hormon reseptörlerine bağlanarak hormonların etkisini engellemeleri yani antagonist etkileri olduğu bildirilmiştir. (Morgenstern vd, 2017) PAE'lerin insan tiroid bozuklukları üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde değerlendirmek için, triiyodotironin (T3), serbest T3 ve insülin benzeri büyüme faktörü 1 (IGF-1) seviyelerini izlenmiştir. Her iki cinsiyette de serbest T3 ve T4'te azalma ile PAE maruziyetleri (MEP, MiBP, MBP, MBzP, MEHP, MEHHP ve MEOHP) arasında tutarlı bir şekilde pozitif ilişkiler olduğu görülmüştür. (Meeker vd.,2009)
Yenidoğanlarda yapılan çalışmada, doğum öncesi MBzP konsantrasyonlarının kordon kanındaki serum TSH ile ters ilişkili olduğu bulunmuştur. (Kuo vd.,2015)
Çocukluk çağı idrarda fitalat metabolitleri (MnBP, MBzP, MiBP, MEHHP ve MEP) konsantrasyonlarının okul öncesi çağındaki çocuklarda daha düşük serbest T4 ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, bu bulgular kadınlarda daha güçlüydü. Geç prenatal dönemde idrarla üretilen MEHP konsantrasyonlarının artmış FT4 konsantrasyonları ile pozitif ilişkili olduğuna dair sınırlı kanıt bulunmaktadır. Sonuç olarak bazı fitalatlara erken yaşta maruz kalmanın çocuklarda endokrin fonksiyonunu etkileyebileceği düşünülmektedir. (Morgenstern vd.,2017)

2.5 Kontrolü:

Fitalatlar ve metabolitleri, potansiyel mutajenik, kanserojen ve endokrin bozucular oldukları için endişeye neden olur. (Chopra vd., 2014) Japonya, ABD, ve Güney Kore ve AB de Tüketici Ürün Güvenliğini İyileştirme Yasası'na göre, çocuk oyuncakları veya çocuk bakım ürünleri içinde di-(2-ethylhexyl) fitalat (DEHP), dibutyl fitalat (DBP) ve benzyl butyl fitalat (BBP) içeren ürünlerin yüzde 0,1'den fazla konsantrasyon içermesi yasaklanmıştır**.** (Fitalatların Kontrolü,2024)
Kanada, çocuk ürünlerindeki fitalat kullanımını düzenlemek için 2016 yılında Kanada Tüketici Ürün Güvenliği Yasası kapsamında, oyuncak veya çocuk bakımı ürününde DEHP, DBP ve BBP'nin konsantrasyonu 1.000 mg/kg'ın altında olmalıdır. Özellikle 48 aydan küçük çocukların ağza götürebileceği ürünlerde ise DINP, DNOP ve DIDP kullanımı da 1.000 mg/kg'ın altında olmalıdır. (Fitalatların Kontrolü,2024)
Güney Kore'de DBP, BBP, DEHP: Bu maddeleri içeren cihazların infüzyon setleri veya yapay böbrek kanı devreleri için kullanılmasına izin verilemez, sertifikalandırılamaz veya raporlanamaz. Kozmetik Ürünler, DEHP, DBP, BBP, -Pentyl iso-pentyl fitalat, di-n-pentyl fitalat diisopentyl fitalat, Bis(2-methoxyethyl) fitalat kozmetiklerde kullanılması yasaktır. (Fitalatların kontrolü,2024)

KAYNAKÇA

Bajkin, I., Bjelicia A., Icin, T., Dobrić, V., Zavisić, B.K., Stojanoska, M.M. (2014). Effects Of Phthalic Acid Esters On Fetal Health. Medicinski Pregled, 67(5-6), 172-175.

Balcı A.,Kocer-Gumusel B.,Sunman B.,Yurdakök K.,Özyüncü Ö.,Akbıyık F.,Özkemahlı G.,Erkekoğlu P.,Yurdakök M. (2019).Prenatal bisphenol a and phthalate exposure are risk factors for male reproductive system development and cord blood sex hormone levels,Reproductive Toxicology,87,146-155,doi:10.1016/j.reprotox.2019.05.065

Barenkino, D., Boulkarane M. S., Boriova İ, Astafyena B, Lu W, Abd El-Aty A. M.B. (2022),Translocation of Phthalates From Food Packaging Materials Into Minced Beef, Brief Reearch Report articleFront. Nutr.,Sec. Food Chemistry Volume 8 – 2021,

Barenkino, D., Boulkarane M. S., Boriova İ, Astafyena B, Lu W, Abd El-Aty A. M.B. (2022),Translocation of Phthalates From Food Packaging Materials Into Minced Beef, Brief Reearch Report articleFront. Nutr.,Sec. Food Chemistry Volume 8 – 2021,

Benjamin S.,Masai E.,Kamimura N., Takahashi K., İskender C.H.,Faysal P. A., (2017),Phthalates İmpact Human Health:Epidemiological Evidences And Plausible Mechanismaction, 15 October, Pages 360-383, doi: 10.1016/j.jhazmat.2017.06.036

Benjamin S.,Masai E.,Kamimura N., Takahashi K., İskender C.H.,Faysal P. A., (2017),Phthalates İmpact Human Health:Epidemiological Evidences And Plausible Mechanismaction, 15 October, Pages 360-383, doi: 10.1016/j.jhazmat.2017.06.036

Chang, W-H, Herianto S ,Lee C-C, Hung H, Chen H-L., (2021),The Effects Of Phthalate Ester Exposure On Human Health: A fazew,, Science of The Total Environment , 10 September, 147371,

Chang, W-H, Herianto S ,Lee C-C, Hung H, Chen H-L., (2021),The Effects Of Phthalate Ester Exposure On Human Health: A fazew,, Science of The Total Environment , 10 September, 147371,

Chang, W-H, Herianto S ,Lee C-C, Hung H, Chen H-L., (2021),The Effects Of Phthalate Ester Exposure On Human Health: A fazew,, Science of The Total Environment , 10 September, 147371,

Chang, W-H, Herianto S ,Lee C-C, Hung H, Chen H-L., (2021),The Effects Of Phthalate Ester Exposure On Human Health: A fazew,, Science of The Total Environment , 10 September, 147371,

Chou, Y. Y., Huang, P. C., Lee, C. C., Wu, M. H., & Lin, S. J. (2009). Phthalate exposure in girls during early puberty. Journal of pediatric endocrinology & metabolism, JPEM, 22(1), 69–77. doi: 10.1515/jpem.2009.22.1.69

Christiansen S., Schwartz C.L., Vinggaard, A.M., (2019), Anogenital distance as a toxicological or clinical marker for fetal androgen action and risk for reproductive disorders. Arch Toxicol 93, 253–272, doi: 10.1007/s00204-018-2350-5

Durmaz E., Ozmert, E.N., Erkekoglu, P., Giray, B., Derman, O., Hincal, F., Yurdakök, K. (2010). Plasma phthalate levels in pubertal gynecomastia. Pediatrics, 125(1), e122-e129. doi: 10.1542/peds.2009-0724

Durmaz, E., Aşçı, A., Erkekoğlu, P., Akçurin, S.,Gümüşel,B.K.,Bircan, I. (2014). Urinary Bisphenol a Levels İn Girls With İdiopathic Central Precocious Puberty. Journal Of Clinical Research İn Pediatric Endocrinology,6(1),16-21,doi: 10.4274/jcrpe.1220

Erkekoğlu P., Şahin K., Keleştemur H. F.,(2022)Plastikleştiriciler; Fitalatlar ve Bisfenoller. Endokrin Bozucular ve Sağlık(s.35-64).Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, doi: 10.53478/TUBA.978-625-8352-04-7.ch03.

Frederiksen H., Skakkebaek, N.E., Andersson, A. M., (2007), Metabolism of phthalates inhuman,Molecular nutrition foodresearch,51(7),899–911, doi: 10.1002/mnfr.200600243

Frederiksen H., Skakkebaek, N.E., Andersson, A. M., (2007), Metabolism of phthalates inhuman,Molecular nutrition foodresearch,51(7),899–911, doi:10.1002/mnfr.200600243.

Guerreiro M.,Oliveira D. N., Odir C.F. Melo R.,de Oliveira Lima E.,Catharino R. R.(2018), Migration from plastic packaging into meat, Pages320-324,doi: 10.1016/j.foodres.2018.04.026

Hashemipour, M., Kelishadi, R., Amin, M. M.,Ebrahim, K. (2018). Is there Any Association Between Phthalate Exposure And Precocious Puberty İn Girl. Environmental Science And Pollution Research İnternational,25(14), 13589–13596, doi: 10.1007/s11356-018-1567-4.

Heudorf U., Mersch-Sundermann V., Angerer, j.,(2007)Phthalates: Toxicology and exposure, 31, Pages 623-634, doi: 10.1016/j.ijheh.2007.07.011

Jarasova A.,(2006)Phthalic Acid Esters (PAEs) in the Food Chain Department of Food Technology, Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno,Czech Republic, :223-231, doi: 10.17221/3318-CJFS

Kim S. H., Chun, S., Jang, J. Y., Chae, H. D., Kim, C. H., Kang, B. M. (2011). Increased Plasma Levels of Phthalate Esters İn Women With Advanced-Stage Endometriosis: a Prospective Case-Control Study. Fertility And Sterility, 95(1), 357–359.

Lü, L., Liu, Y., Yang, Y., He, J., Luo, L., Chen, S., Xing, H., (2024),Bisphenol A Exposure Interferes with Reproductive Hormones and Decreases Sperm Counts: A Systematic Review and Meta-Analysis of Epidemiological Studies. Toxics, 12(4),294. doi: 10.3390/toxics12040294

MacroProfessional,(2024),FitalatlarınKontrolü,(Çevrimiçi):https://macroprofessional.com/fitalatlarin-kontrolu/, Erişim tarihi: 16 Haziran 2025

Marcilla A., Garcia S., Garcia-Queseda, J.C., (2004), Study of the migration of the PVC plasticizers, Journal of Analytical and Applied Pyrolysis,71(2),457-463, doi:10.1016/S0165-2370(03)00131-1

Meeker, J. D.,Sathyanarayana, S., & Swan, S. H., (2009). Phthalates and other additives in plastics: human exposure and associated health outcomes. Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences, 364(1526), 2097–2113, doi: 10.1098/rstb.2008.0268

Morgensterna R., Whyattb R. M., Insela B. J., Calafatc A. M., Liud X., Rauhe A. V., Herbstmanb V., Bradwinf G, Factor-Litvaka P., Shi W,Zhang F-X,Hu G-J, Hao Y-Q, Zhang X-W,Liu H-L,Wei S, Wang X-R, Giesy J.P.,Yu H.X., (2012) ,Thyroid Hormone Disrupting Activities Associated With Phthalate Esters in water sources from Yangtze River Delta ,Environment International ,Volume42,Pages117-123,ISSN01604120,https://doi.org/10.1016/j.envint.2011.05.013

Ribeiro,B.,Mariana, M., Lorigo,M., Oliani, D., Ramalhinho, A. C., Cairrao, E., (2024), Association between the Exposure to Phthalates and the Risk of Endometriosis: An Update Review Biomedicines, 12(8),1932.https://doi.org/10.3390/biomedicines12081932

Shi W,Zhang F-X,Hu G-J, Hao Y-Q, Zhang X-W,Liu H-L,Wei S, Wang X-R, Giesy J.P.,Yu H.X., (2012) ,Thyroid Hormone Disrupting Activities Associated With Phthalate Esters in water sources from Yangtze River Delta ,Environment International ,Volume42,Pages117-123,ISSN01604120,https://doi.org/10.1016/j.envint.2011.05.013

Shi W,Zhang F-X,Hu G-J, Hao Y-Q, Zhang X-W,Liu H-L,Wei S, Wang X-R, Giesy J.P.,Yu H.X., (2012) ,Thyroid Hormone Disrupting Activities Associated With Phthalate Esters in water sources from Yangtze River Delta ,Environment International ,Volume42,Pages117-123,ISSN01604120,https://doi.org/10.1016/j.envint.2011.05.013

Stenz, L., Rahban, R., Prados, J., Nef, S., & Paoloni-Giacobino, A. (2019). Genetic resistance to DEHP-induced transgenerational endocrine disruption. PloS one, 14(6), e0208371.

Zhang Y, Yang Y, Tao Y,Guo X, Cui Y, Li Z, (2023)Phthalates (PAEs) and reproductive toxicity: Hypothalamic-pituitary-gonadal (HPG) axis aspects,Journal ofHazardousMaterials,Volume,459,132182,ISSN03043894,https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.132182. doi: 10.1016/j.jhazmat.2023.132182.

Zuccarello, P., Oliveri Conti, G., Cavallaro, F., Copat, C., Cristaldi, A., Fiore, M., & Ferrante, M. (2018). Implication of dietary phthalates in breast cancer. A systematic review. Food and chemical toxicology an international journal published for the British Industrial Biological Research Association,118,667–674, https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.06.011)

ADİPATLARIN HALK SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ TOKSİKOLOJİK ETKİLERİ

Prof. Dr. Ayhan FİLAZİ
Ankara University, Ankara University, Graduate School of Health Sciences, Ankara, Türkiye
ORCİD: ID/ 0000-0002-2800-6215

Zehra Kelime KASAKOLU
Ankara University, Ankara University, Graduate School of Health Sciences, Ankara, Türkiye
ORCİD: ID/ 0009-0000-3096-6103

ÖZET
Dibazik asit esterleri (adipatlar, süksinatlar ve azelatlar), poli(vinil klorür) (PVC) başta olmak üzere çeşitli polimerlerin plastikleştirilmesinde yaygın olarak kullanılan kimyasal maddelerdir. Bu esterler, asitlerin C6–C10 arasında değişen monohidrik alkollerle esterleşmesi sonucu elde edilmektedir. Di-2-etilheksil adipat (DEHA), bu sınıftaki en yaygın plastikleştirici olup düşük sıcaklık koşullarında PVC'ye esneklik kazandırmasıyla bilinmektedir. DEHA'nın biyotransformasyonu sonucunda ortaya çıkan monoesterler ve adipik asit hızla idrarla atılmakta olup insanlarda yarılanma ömrü kısa olarak bildirilmiştir. Gıdalardan geçiş potansiyeli nedeniyle oral maruziyetin kaçınılmazdır ve bebek mamaları dahil pek çok besinde eser miktarlarda tespit edilmiştir. Toksikolojik açıdan DEHA'nın akut toksisitesi düşük olmakla birlikte yüksek dozlarda karaciğer proliferasyonu, peroksizom artışı ve tümör oluşumuna yol açtığı hayvan çalışmalarında bildirilmiştir. Üreme ve gelişimsel toksisiteye ilişkin bulgular genellikle yüksek doz maruziyetlerde ortaya çıktığı bilinmektedir ve antiandrojenik etkiler gözlemlenmemiştir. Dioktil adipatın (DOA) fertilite üzerine olumsuz etkileri ve solunum yolu irritasyonu oluşturabileceği belirtilmiştir. Bu esterlerin çevresel toksisite potansiyeli düşük olduğu bilinmekte fakat biyobirikim göstermeyen organizmalar için risk oluşturabileceği vurgulanmaktadır. Avrupa Birliği, DEHA için tolere edilebilir günlük alımı 0,3 mg/kg vücut ağırlığı olarak sınırlandırmıştır. Fitalat alternatifi olarak kullanımları sınırlı olsa da biyobazlı üretim süreçlerinin gelişmesiyle süksinat esterlerine olan ilgi giderek artmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Dibazik Asit Esterleri, DEHA, Plastikleştirici, Toksisite, PVC, Metabolizma, Çevresel Maruziyet

TOXICOLOGICAL EFFECTS OF ADIPATHES ON PUBLIC HEALTH

ABSTRACT
Dibasic acid esters (such as adipates, succinates and azelates) are widely used chemicals in the plasticisation of various polymers, particularly poly(vinyl chloride) (PVC). These esters are obtained by the esterification of acids with monohydric alcohols ranging from C6 to C10. The most common plasticiser in this class is di-2-ethylhexyl adipate (DEHA), which is known for imparting flexibility to PVC at low temperatures. The monoesters and adipic acid resulting from the biotransformation of DEHA are rapidly excreted in urine and have a short half-life in humans. Due to its potential to pass through foods, oral exposure is almost inevitable and trace amounts have been detected in many foods, including infant formulas. From a toxicological perspective, while DEHA's acute toxicity is low, animal studies have reported liver proliferation, peroxisome increase and tumour formation at high doses. Reproductive and developmental toxicity generally occurs at high doses, and no antiandrogenic effects have been reported. Dioctyl adipate (DOA) has been shown to adversely affect fertility and may cause respiratory irritation. It should be noted that, while these esters have a low environmental toxicity potential, they may pose a risk to non-bioaccumulating organisms. The European Union has limited the tolerable daily intake of DEHA to 0.3 mg/kg of body weight. Although their use as phthalate alternatives is limited, interest in succinate esters is growing as biobased production processes are developed.
Keywords: Dibasic Acid Esters, DEHA, Plasticizer, Toxicity, PVC, Metabolism, Environmental Exposure

GİRİŞ

Alifatik dikarboksilik asit esterleri, adipik, süksinik ve azelaik asit gibi diasitlerin C6-C10 monohidrik alkollerle esterleştirilmesiyle hazırlanır. Ticari açıdan daha önemli ürünlerin çoğu 2-etil heksanol bazlıdır. Bu plastikleştirici sınıfı ilk olarak 1940'larda piyasaya sürüldü ve bu ürünler genellikle daha düşük sıcaklıklarda daha fazla esneklik sağlayarak plastikleştirilmiş PVC ürünlerinin faydalı sıcaklık aralığını genişletmeye yardımcı olmak için kullanılmaktadır. Bir mol adipik asidin iki mol 2-etil heksanol ile esterleştirilmesiyle hazırlanan di-2-etilheksil adipat (DEHA), bu sınıftaki en önemli plastikleştiricidir. Bir diğer önemli adipat, DEHA'ya göre daha fazla kalıcılık sağlayan diisononil adipattır. (DINA) (Allen vd., 2024)

DEHA ayrıca film de dahil olmak üzere bir dizi gıda teması onaylı uygulamada kullanılmaktadır. Genel olarak, bu dibazik asit esterleri, birkaç durum dışında fitalat ikamesi veya fitalat alternatifi olarak kullanılmaz. Bunun nedeni, bitmiş PVC ürününün özelliklerinin çok farklı olması, esnek PVC'nin bu ürünlerle işlenmesinin farklı olması ve bu esterlerin birçok fitalat alternatifinden pahalı olmasıdır. (Allen vd., 2024)

Süksinik asit üretmek için bir biyoprosesin mevcudiyeti ile, bir biyobileşene sahip plastikleştiriciler olarak süksinat esterlere ilgi gelişmektedir; Bir dizi süksinat üzerinde yapılan çalışmalar, PVC'deki di-2-etilheksil süksinatın (DEHS) performansının, uçuculuk kayıplarının DEHA'nınkinden daha büyük olduğu kalıcılık dışında, DEHA'nınkine çok yakın olduğunu göstermiştir. DEHS daha düşük fiyatlarla mevcut hale gelirse ve uçucu kayıplar önemli değilse, bu malzemenin ikincil bir plastikleştirici olarak bir miktar faydası olabilir. (Allen vd., 2024) EMO'nun, toksik etkilerden muaf olmasa da, geleneksel petrol bazlı plastikleştiricilere göre daha çevre dostu bir alternatif olduğu bulundu. (Ishak ,2025)

Metabolizma

Di(2-etilheksil) adipat (DEHA), insanlarda ve sıçanlarda oral yolla alındıktan sonra, ilk olarak mono-2-etilheksil adipat (MEHA)'a hidrolize olur. Bu metabolit, daha sonra daha ileri aşamalarda metabolize edilerek adipik aside dönüştürülür ve idrar yoluyla hızla atılır. (Silva vd., 2013) DEHA'nın başlıca idrar metabolitlerinden biri olan 2-etilheksanoik asidin, diyet kaynaklı DEHA maruziyetinin biyolojik izlenmesinde uygun bir biyobelirteç olduğu bildirilmiştir. (IARC,2000) İnsanlarda yapılan farmakokinetik çalışmalar, DEHA metabolitlerinin tamamının idrarla atılımı için ortalama yarılanma ömrünün yaklaşık 1.5 saat olduğunu göstermektedir. (Loftus vd., 1993) Bu veriler, DEHA'nın vücutta hızlı metabolize edilen ve kısa sürede atılan bir plastikleştirici olduğunu ortaya koymaktadır.

Maruz Kalma Yolları

Di (2-etilheksil) adipat, süt, peynir, margarin, tereyağı, et, tahıllar, kümes hayvanları, unlu mamuller ve sandviçler, meyve ve sebzeler dahil olmak üzere çok çeşitli gıdalarda genellikle düşük seviyelerde bulunmuştur. (Some Industrial Chemicals,2000) DEHA yakın zamanda ticari olarak temin edilebilen bebek mamalarında da tespit edilmiştir (Ishfaq, vd.,2019)

Toksikolojik Etkileri

Dibütil adipatın çevreye ancak çok az hasar verebileceğini öne sürülmüştür. (Boz vd., 2010)

Dibütil adipat hayvanlarda yapılan akut oral veya dermal toksisite testlerinde toksik değildir. Dibutil adipat, tavşan ve fareler kullanılarak cilt tahrişi açısından test edilmiş ve minimum tahriş gözlenmemiştir. (Dibutyl adipate: Kozmetik İçeriğinin İşlevleri ve Açıklaması)safety makeup

Farelerde yapılan deneyde belirli tümör tipleri (erkeklerde lenfomalar, akciğer ve deri altı tümörleri ve kadınlarda hipofiz adenomları) için olumsuz eğilimlerin olduğuna dair bulgular ortaya konulmuştur.(IARC, 2000)

Dibütil adipat,bazı deney hayvanlarında ve memelilerde üreme ve gelişme sisteminde baskılanma ve fertiliteye; ; insanlarda ise solunum problemlerine, göğüs kanserine neden olabildiği bildirilmiştir. (Üreten vd., 2013;Boz vd., 2010)

Dibütil adipatın bazı olumsuz etkiler gösterebileceği belirtilmiştir ancak IARC ölçütlerinde Grup 3 içerisindedir, yani insanlar için kanserojenik ve/veya mutajenik olamamsına rağmen kullanımı sırasında soluma, gözle ve deriyle temastan kaçınılması gerektiği bildirilmiştir. Temas yoluyla ve kronik maruziyet sonucunda kilo kaybına, kemik yoğunluğunda azalmaya, karaciğer ve testis hasarları oluşturabileceğine dair uyarılar bulunmaktadır. (Boz vd., 2010)

Dibütil adipatın (DBA) endokrin sistem üzerinde klasik anlamda toksik bir etkisinin bulunmadığı, anogenital mesafe, meme başı retansiyonu, cinsel olgunlaşma, hormon seviyeleri, sperm parametreleri, organ ağırlıkları ve üreme sistemi histopatolojisi gibi göstergelerde herhangi bir bozulmaya sebep olmadığı bildirilmektedir. (Dalgaard vd., 2003) Bununla birlikte, gebe hayvan modellerinde uygulandığında, DBA'nın gelişimsel toksisiteye yol açabileceği, gebelik süresinde uzama, doğum sonrası yavru boyutunda küçülme ve artmış neonatal ölüm insidansı gibi etkilerle kendini gösterdiği gözlemlenmiştir. (Borch vd.,2004) Bu bulgular, DBA'nın toksikolojik profilinin yaygın olarak kullanılan ftalatlardan biri olan di(2-etilheksil) ftalattan (DEHP) önemli ölçüde farklı olduğunu ve görünür bir antiandrojenik etki üretmediğini göstermektedir. (Dalgaard vd., 2003)

Di(2-etilheksil) adipat (DEHA) ise genotoksik özellikler göstermemekle birlikte, tekrarlanan doz maruziyetiyle yapılan deneysel çalışmalar DEHA ve bazı metabolitlerinin, özellikle farelerde vücut ağırlığında azalma, karaciğer ağırlığında artış, hepatik tümör sıklığında yükselme ve peroksizom proliferasyonu gibi değişiklikleri indüklediğini göstermiştir. (Ishfaq vd.,2019) Ayrıca, DEHA'nın kabuklular ve balıklar üzerinde çevresel toksisite gösterdiği bildirilmiştir. Ancak DEHP'nin aksine, DEHA'nın testis toksisitesi veya antiandrojenik etki oluşturmadığı, ancak yüksek doz maruziyette östrus siklus bozuklukları, artmış yumurtalık folikül atrezisi ve gelişimsel anomaliler (örneğin, uzun gebelik süresi, düşük doğum ağırlığı ve neonatal mortalite) ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir. (Ishfaq vd.,2019)

Çevresel yayılım açısından değerlendirildiğinde, DEHA'nın Almanya'daki bazı kapalı çocuk bakım merkezlerinde yüksek düzeylerde tespit edildiği ve Kanada'da yapılan bir çalışmada ise PVC bazlı gıda ambalajlarının yaygın kullanımı nedeniyle sığır eti, kümes hayvanları, domuz eti ve balık dahil olmak üzere 26 farklı gıda türünde DEHA kontaminasyonunun yüksek düzeyde olduğu rapor edilmiştir. (Ishfaq vd., 2019)

Kontrolü

DEHA, ABD Çevre Koruma Ajansı tarafından olası bir insan kanserojeni olarak sınıflandırılmıştır. Avrupa Birliği Gıda Bilimsel Komitesi tarafından DEHA için günde 0,3 mg / kg vücut ağırlığı tolere edilebilir bir alım belirlenmiştir, (Cao ve ark, 2013)

KAYNAKÇA

Allen D. Godwin,Plasticizers,(2024),In Plastics Design Library, Plastics Engineering Handbook(ThirdEdition),WilliamAndrewPublishing,Pages;595618,https://doi.org/10.1016/B978-0-323-88667-3.00031-X

Cao, X. L., Zhao, W., Churchill, R., & Dabeka, R. (2013). Di-(2-ethylhexyl) adipate in selected total diet food composite samples. Journal of food protection, 76(11), 1985–1988. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-13-174.

Dalgaard M., Hass U., Vinggaard A. M., Jarfelt K., Lam H.R., Sørensen I. K,. Sommer H. M, Ladefoged O.,(2003), Di(2-ethylhexyl) Adipate (DEHA) İnduced Developmental Toxicity But Not Antiandrogenic Effects İn Pre- And PostnatallyExposed Wistar Rats,ReproductiveToxicology,Volume17,Issue2,Pages163-170,ISSN08906238, doi: 10.1016/s0890-6238(02)00149-1

Dibutyl adipate: Kozmetik İçeriğinin İşlevleri ve Açıklaması, Safety make up

Ishak, S. A., Aris, A. Z., Law, M. C., Looi, L. J., Abd Karim, M. M., (2025). Impact of plasticiser exposure on oyster Crassostrea (Magallana) saidii: assessing oxidative stress and biomarker responses. Ecotoxicology (London, England), 34(4), 654–665, doi: 10.1007/s10646-025-02866-z

Ishfaq A.Sheikh,Mohd A.Beg,(2019),Structural characterization of potential endocrine disrupting activity of alternate plasticizers di-(2-ethylhexyl) adipate (DEHA),acetyl tributyl citrate (ATBC)

and 2,2,4-trimethyl 1,3-pentanediol diisobutyrate(TPIB) with human sex hormone-binding globulin,Reproductive Toxicology,Volume 83,Pages 46-53,ISSN 0890-6238,doi:10.1016/j.reprotox.2018.11.003

İşisağ Üçüncü S.,Ergen G.,Önen Ö,Kolbaşı Tekkan B,Üreten M.,Boz E,Seferoğlu K.,Gökçe B.,(2010),Dioktil Adipat'ın (DOA)Labidochromis caeruleus Fryer,1956(Cichlidae,Teleostei)Karaciğer Histolojisi Üzerindeki Etkileri,Kafkas Univ Vet Fak Derg 16(Suppl-B):S197-S203, doi:10.9775/kvfd.2009.1132

Loftus, N. J., Laird, W. J., Steel, G. T., Wilks, M. F., & Woollen, B. H. (1993). Metabolism and pharmacokinetics of deuterium-labelled di-2-(ethylhexyl) adipate (DEHA) in humans. Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association, 31(9), 609–614, doi: 10.1016/0278-6915(93)90042-W

Silva, M. J., Samandar, E., Ye, X., & Calafat, A. M. (2013). In vitro metabolites of di-2-ethylhexyl adipate (DEHA) as biomarkers of exposure in human biomonitoring applications. Chemical research in toxicology, 26(10), 1498–1502, doi: 10.1021/tx400215z.

Some Industrial Chemicals, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 77, 2000 ,ISBN-13 978-92-832-1277-5

Some Industrial Chemicals, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 77, 2000 ,ISBN-13 978-92-832-1277-5

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

UNDERSTANDING CONSUMPTION PATTERNS AND MARKETING CHALLENGES IN THE INDIAN DAIRY INDUSTRY

Dr. Mrs. Seema S. DESAI
Associate Prof. Department of Management Studies, Rajarambapu Institute of Technology, Affiliated to Shivaji University
ORCID ID: 0000-0003-3386-1248

Chandkoti Dhanashri NAGAPPA
Department of Management Studies, Rajarambapu Institute of Technology, Sangli, India

ABSTRACT
The dairy industry plays a vital role in the procurement, production, processing, storage, and distribution of milk and milk-based products such as cheese, curd, and yoghurt. In India, dairy has become an integral part of food consumption and nutrition, forming a significant share of the agri-business sector. Globally, dairy products are widely consumed in European, Middle Eastern, and Indian cuisines, while their presence in East Asian cuisine remains limited. India holds the top position in global dairy production, contributing approximately ₹1,15,970 crores to the national economy. Beyond its economic significance, the industry serves as a major source of livelihood, providing employment to nearly 8.47 million people annually, of which about 71% are women. The sustainability and growth of this sector, however, depend largely on effective marketing strategies. This paper seeks to analyse the consumption patterns of dairy products and explore the key marketing challenges faced by the Indian dairy industry in a competitive and evolving market environment.
Keywords: Dairy industry, India, milk production, dairy products, rural employment, women empowerment, marketing challenges, consumption patterns.

INTRODUCTION
Dairy products are generally defined as food produced from the milk of mammals. They are usually high energy-yielding food products. A production plant for the processing of milk is called a dairy or a dairy factory. Apart from breastfed infants, the human consumption of dairy products is sourced primarily from the milk of cows, yet goats, sheep, yaks, camels, and other mammals are other sources of dairy products consumed by humans. The dairy industry specializes in the procurement, production, processing, storage and distribution of dairy products. The dairy industry in India engages in the production and processing of milk and cream. It is also involved in the manufacture of other dairy products like cheese, curd, yoghurt and many more. Dairy products are commonly found in European, Middle Eastern and Indian cuisine, whereas they are almost unknown in East Asian cuisine.

India stands the first place in its share of dairy production in the international scenario. It contributes about Rs. 1,15,970 in the national economy. This ever-expanding industry provides gainful employment to a vast majority of the rural households. It employs about 8.47 million people on yearly basis out of which 71% are women. The prosperity of the industry depends upon proper marketing of dairy products. An attempt is made in this paper to study the consumption pattern of dairy products and the marketing challenges before dairy industry.

Objectives of Study
1. To understand the importance of dairy industry in India.
2. To know the consumption pattern of dairy products in India.
3. To study marketing challenges before dairy industry in India.
4. To offer conclusions and suggestions.

Importance of Dairy industry to India

- The country is the world's largest milk producer, accounting for more than 13% of world's total milk production.
- It is the world's largest consumer of dairy products, consuming almost 100% of its own milk production.
- Dairy products are a major source of cheap and nutritious food to millions of people in India and the only acceptable source of animal protein for large vegetarian segment of Indian population, particularly among the landless, small and marginal farmers and women.
- Dairying has been considered as one of the activities aimed at alleviating the poverty and unemployment especially in the rural areas in the rain-fed and drought-prone regions.
- In India, about three-fourth of the population live in rural areas and about 38% of them are poor. In 1986-87, about 73% of rural households own livestock. Small and marginal farmers account for three-quarters of these households owning livestock, raising 56% of the bovine and 66% of the sheep population. According to the National Sample Survey, livestock sector produces regular employment to about 9.8 million persons in principal status and 8.6 million in subsidiary status, which constitute about 5% of the total work force. The progress in this sector will result in a more balanced development of the rural economy.
- The top five milk producing nations in the world are India, USA, Russia, Germany and France.
- India's dairy sector is expected to triple its production in the next 10 years in view of expanding potential for export to Europe and the West.
- Enhanced production, improvement in methods of processing and development of a strong marketing network have led to the emergence of dairying as an important source of employment and income generation in the rural areas. The nature of jobs in dairy industry is Dairy Scientists, Dairy Technologists, Dairy Engineers, Marketing and administrative Personnel.
- Entrepreneurship Opportunities are also available on large scale who wish to capitalize on one of the world's largest and fastest growing markets for milk and milk products. Today, India is 'The Oyster' of the global dairy industry. A bagful of 'pearls' awaits the international dairy processor in India. He may transfer technology, sign joint ventures or use India as a sourcing center for regional exports. The liberalization of the Indian economy beckons to MNC's and foreign investors alike.
- India has the potential to become one of the leading players in milk product exports because of locational advantage. Major importers of milk and milk products i.e. Bangladesh, China, Hong Kong, Singapore, Thailand, Malaysia all located close to India.

Consumption Pattern of Dairy Products in India

- **Integral part of Indian food** - Milk has been an integral part of Indian food for centuries. Though the per capita availability of milk in India has grown however a large part of the population cannot afford milk. At this per capita consumption it is below the world average of 285 gm and even less than 220 gm recommended by the Nutritional Advisory Committee of the Indian Council of Medical Research.
- **Regional disparities in production and consumption** - There are regional disparities in production and consumption also. The per capita availability in the north is 278 gm, west 174 gm, south 148 gm and in the east only 93 gm per person per day. This disparity is due to concentration of milk production in some pockets and high cost of transportation. Also the output of milk in cereal growing areas is much higher than elsewhere which can be attributed to abundant availability of fodder, crop residues, etc which have a high food value for milch animals.
- **Liquid Format Milk** - In India about 46 per cent of the total milk produced is consumed in liquid form and 47 per cent is converted into traditional products like cottage butter, ghee, paneer, khoya, curd, malai, etc. Only 7 per cent of the milk goes into the production of western products like milk powders, processed butter and processed cheese.

- **Marketing through co-operatives** - It is estimated that around 20% of the total milk produced in the country is consumed at producer-household level and remaining is marketed through various cooperatives, private dairies and vendors.
- **Preference for loose format milk** – Most of the consumers in urban areas prefer to buy loose milk from vendors due to the strong perception that loose milk is fresh. Also, the current level of processing and packaging capacity limits the availability of packaged milk.
- **Preference for buffalo milk** - The preferred dairy animal in India is buffalo unlike the majority of the world market, which is dominated by cow milk. As high as 98% of milk is produced in rural India, which caters to 72% of the total population, whereas the urban sector with 28% population consumes 56% of total milk produced. Even in urban India, as high as 83% of the consumed milk comes from the unorganized traditional sector.
- **Low Branded milk** - Presently only 12% of the milk market is represented by packaged and branded pasteurized milk. Quality of milk sold by unorganized sector however is inconsistent and so is the price across the season in local areas. Also these vendors add water and caustic soda, which makes the milk unhygienic.
- **Multi-layered market** - India's dairy market is multi-layered. It's shaped like a pyramid with the base made up of a vast market for low-cost milk. The bulk of the demand for milk is among the poor in urban areas whose individual requirement is small, maybe a glassful for use as whitener for their tea and coffee.
- **Growing Volumes** - The effective milk market is largely confined to urban areas, inhabited by over 25 per cent of the country's population. An estimated 50 per cent of the total milk produced is consumed here.
- **Large market for loose milk** - About 75% of milk is consumed at the household level which is not a part of commercial dairy industry. Loose milk has a larger market in India as it is perceived to be fresh by most consumers. In reality however, it poses a higher risk of adulteration and contamination

Suggestions

- Milk should be packed in small quantities of 250 ml or less in polythene sachets. Already, the glass bottle for retailing milk has given way to single-use sachets which are more economical.
- Milk should be sold in small quantities of milk powder in mini-sachets, adequate for two cups of tea or coffee.
- Focus on strong brand should be made to increase use of dairy products. The brand image can do wonders to a product’s marketing.
- Expansion of product mix should be made like cheese, ice creams etc. to attract more customers.
- To maintain cost competitiveness, productivity of Indian cattle should be improved. For that milk producers should make the best of the technology and use of scientific practices in milching. Veterinary health services should be made available.
- A large part of milk should be made pasteurized. Sterilized milk should be made available in India.
- A support system should be provided to the milk producers without disturbing their agro-economic systems
- **Packaging**: Another area that can be improved is the range of packing machines for the manufacture of butter, cheese and alike. Better packaging can assist in retaining the nutritive value of products packed and thus broaden the shelf life. A cold chain distribution system is required for proper storage and transfer of dairy products.
- **Value-added products**: There's vast scope for value-added products like desserts, puddings, custards, sauces, mousse, stirred yoghurt, nectars and sherbets to capture the dairy market in India.
- **Concerns for export competitiveness should be improved**. For that improvement in quality is needed. Significant investment has to be made in milk procurement, equipment’s, chilling and refrigeration facilities. Also, training has to be imparted to improve the quality to bring it up to international standards.

CONCLUSION

There are three important A's of marketing - availability, acceptability and affordability. Indian dairying is already endowed with the availability and acceptability. It is concluded therefore that –

- No efforts are needed to make the acceptable as people in India love to drink milk.
- Availability is not a limitation for dairy industry because of the ample scope for increasing milk production, given the prevailing low yields from dairy cattle.
- Affordability is the third vital marketing challenge before dairy industry. How to make milk affordable for the large majority with limited purchasing power is essence of the challenge.
- The milk production is scale insensitive and labour intensive. Due to low labour cost, cost of production of milk is significantly lower in India.
- There is a vast market for the export of traditional milk products such as ghee, paneer, shrikhand, rasgolas and other ethnic sweets to the large number of Indians scattered all over the world.

Indian Dairy sector has something for everyone may be it investors, researchers, entrepreneurs, job seekers, common person or the merely curious. Thus there should be a shift in marketing trends from generic products to the packaged quasi, regular and premium brands. The national brands will gradually edge out the regional brands or reduce their presence. India, with her sizable dairy industry growing rapidly and on the path of modernization, would have a place in the sun of prosperity for many decades to come.

REFERENCES

Datt Rudder, Sundaram, K.P.M., Indian Economy 1974

J. Awati, M. Patil, M.Tilve, M. Waghmode, Seema Desai (2024) "Enhancing Learning in Biology for Engineers: A Problem Based Case Study" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 37, Issue: Special Issue 2, Pages: 172-177.

J. S. Awati, A. M. Mulla, Seema S. Desai, P Bamane (2020) "Startup Entrepreneur Support for Design and Development of Problem Statement to Product Finalization: A Case Study" Journal of Engineering Education Transformations Year:, Volume: 33, Issue: Special Issue, Pages: 260-264.

J. S. Awati, Seema S. Desai, S. Tone, (2020) "Mind Mapping: An Effective Teaching Learning Evaluation Tool in Engineering Education" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 33, Issue: Special Issue, Pages: 78-83.

Jayashree Awati 2Manisha Waghmode, 3Manisha Shukla, 4Seema Desai, (2025) "Optimizing Cognitive and Analytical Skills in Engineering Undergraduates: A Comprehensive Case Study on Problem-Based Learning in Fuzzy", Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 38, Issue: Special Issue 2, Pages: 532-539.

M. Waghmode, M. Shukla, J. Awati, Seema Desai (2023) "Assessing the influences of e-resources motives on their utilization", Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 36, Issue: Special Issue 2, Pages: 127-132.

Mathew K. S., Co-operative Dairying

Namjoshi M. V. G., Ojha, Co-operatives and Social Objectives (Project Report)

Rangappa K. S. and Achaya K. T., Indian Dairy Products, Asia Publishing House, New Delhi, 1974

Sarang S. B., Dairy Development in Kolhapur District (Unpublished), 1982, pp 149,112

Seema Desai, J. Awati, M. Waghmode (2023) "Improving Teaching Learning with Development of Virtual Laboratory" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 36, Issue: Special Issue 2, Pages: 141-147.

Seema S. Desai (2015) "Management of Cognitive Abilities and Functional Skills among Junior College Teachers-A Study" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 29, Issue: 1, Pages: 73-78.

Seema S. Desai (2016) "A Study of Effects of Sex and Reserved Categories on the Self-Confidence and Academic Achievement of PG Students" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 30, Issue: Special Issue, Pages: 01 to 06.

Shaha M. K., Planning of Milk Supply for a Dairy Co-operative (research paper)

Sule S., Dairy Development Gujrat and Maharashtra follow different path.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

DAIRY INDUSTRY AS A TOOL FOR RURAL DEVELOPMENT: A CASE STUDY OF UDGAON VILLAGE IN KOLHAPUR DISTRICT

Dr. Mrs. Seema S. DESAI
Associate Prof. Department of Management Studies, Rajarambapu Institute of Technology, Affiliated to Shivaji University
ORCID ID: 0000-0003-3386-1248

Jadhav Anjali ASHOK
Department of Management Studies, Rajarambapu Institute of Technology, Sangli, India

ABSTRACT
India is the world's largest producer of milk and value-added dairy products, outpacing other major milk-producing countries such as the USA, China, Pakistan, and the Russian Federation. Dairy products, rich in essential nutrients such as proteins, calcium, vitamins, and milk sugar, play a crucial role in the nutritional diet of millions of people. Beyond its nutritional value, the dairy industry is a significant contributor to the Indian economy, providing stable employment to a large number of rural populations. The sector ensures continuous labor for farmers, supporting their livelihoods and offering a sustainable source of income.
In addition to its economic role, the dairy industry contributes to agricultural sustainability by producing manure from cattle-dung, which enriches soil fertility and supports crop cultivation. The interconnected nature of the dairy sector highlights the symbiotic relationship between rural milk production in villages and urban processing hubs. Villages serve as the primary centers for milk production, while towns act as the major processing and distribution centers, ensuring a smooth supply chain that benefits both local farmers and urban consumers. This paper explores the multifaceted role of the dairy industry in India, focusing on its importance for rural employment, agricultural sustainability, and the broader economy.
Keywords: Dairy Industry, Milk Production, Rural Employment, Nutritional Value, Agricultural Sustainability, Milk Processing, India's Dairy Sector

INTRODUCTION
India is the largest producer of milk and value added milk products in the world. USA, China, Pakistan, Russian Federation are the other milk producing countries in the world. Milk and dairy products are used as a good source of nutrition to millions of people as they are rich in protein, calcium, vitamins and milk sugar.
Dairy Industry is one of the important sectors providing employment to large number of rural people. It requires regular labor and keeps farmers busy continuously. Dairy industry helps in maintaining the fertility of land by producing manure from cattle-dung and farming grassland. Villages are the primary centers of milk production and towns are the major centers of processing.

1. Profile of Dairy Industry in India
1.1 Production of milk in India is shown in table 1.

Table 1: Milk Production in India

Year	Production (million tons)	Per capita availability (gms/day)
1951	17.0	124
1961	20.0	124
1971	22.0	112
1981	31.6	128
1991	53.9	176
2001	80.6	220
2001-02	84.4	225

2002-03	86.2	230
2003-04	88.1	231
2004-05	92.5	233
2005-06	97.1	241
2006-07	102.6	251
2007-08	107.9	260
2008-09	112.2	266
2009-10	116.4	273
2010-11	121.8	281

Source: From 1951 to 2001 - 'Dairy Economy of India- A study of its various facts' by B. Niranjan Raj an article published in 'Cooperative Perspective' Jan- Mar 2009.
From 2001-02 www.nddb.org

It is clear from the above table that milk production in the country was 17 million tons in 1951 and increased upto 121.8 million tones into 2010-11. The per capita consumption of milk was very poor in 1951and has gone up from 124 gms per day to 281 gms per day in 2010-11.

1.2 State-wise Milk Production in India

Production of milk in top ten states in India is shown in table 2.

Table 2: State-wise milk production in India

State	2008-09	2009-10	2010-11
Andhrapradesh	9570	10429	11203
Uttar Pradesh	19537	20203	21031
Rajasthan	11931	12330	13234
Maharashtra	7455	7679	8044
Punjab	9387	9389	9423
Tamil Nadu	6651	6787	6831
Madhya Pradesh	6855	7167	7514
Gujarat	8386	8844	9321
Bihar	5934	6124	6517
Haryana	5745	6006	6267
All India	112183	116425	121848

Source: www.nddb.org

It is seen from the table 2 that Uttar Pradesh is the leading state in milk production with a share of per cent followed by Rajasthan accounting for per cent share, Andhra Pradesh, Punjab and Gujarat. Maharashtra, Madhya Pradesh, Tamil Nadu, Bihar, Haryana are the other major production area of milk in India.

1.3 Export of Dairy Products from India

India exported dairy products of Rs. 533.89 crores during the year 2010-11 and stood at the first rank as the largest exporter of dairy products. The major export destinations are United Arab Emirates, Bangladesh, Egypt, Arab Republic, Nepal, Philippines Morocco and Pakistan. The Quantity of dairy products exported from India along with its value is shown in Table 3.

Table 3: Export of dairy products from India

Year	**Quantity (in kg)**	**Value (in lacs)**
2008-09	7,01,46,766.00	98,086.04
2009-10	3,,43,79,971.00	40,268.38
2010-11	3,68,67,375.00	53,389.41

Source: Primary data

In India large number of people are engaged in agricultural activities. Rearing of milch cattle and selling of milk and milk products rank as a secondary source of income to the farmers. Hence it was felt necessary to study the role of dairy industry in rural development.

2. Research Methodology

2.1 Objectives of the study

The following objectives have been formulated for the present study

1. To understand the contribution of milk derived from cattle in the earnings of milk suppliers to dairy in Udgaon village of Kolhapur district.
2. To study the problems faced by milk producing farmers in production of milk in Udgaon village.
3. To assess the role of dairy industry in development of Udagaon village.

2.2 Research Design and Locale

The present research paper is based on the survey method. The data related to the year ending 2010-11 was considered for the study. This study focuses on the dairy industry in Udgaon village in Kolhapur district. Udgaon is situated in the flood area, on the bank of river Krishna.

2.3 Sampling Design

There are total eight major milk collecting centers in Udgaon. The villagers of Udgaon supply milk to these milk centers. From these milk supplying villagers 50 villagers were selected randomly.

2.4 Preparation of questionnaire

After the selection of sample size, a questionnaire was designed and circulated for collecting relevant information from the milk suppliers.

2.5 Collection of Data

The present study is based on primary as well as secondary data.
Primary data was collected by using survey method. To collect primary data from milk supplier's questionnaire was circulated among them. Secondary data was collected through various books, journals, reports and website.

2.6 Analysis of data

In the present study the tabular analysis was carried out to study the characteristics of suppliers, problems faced by the milk suppliers. Simple stastical tools such as averages, percentages, frequency distribution were used.

2.7 Limitations of the study

The study is restricted to milk suppliers in Udgaon village only. Hence, results of this study are not applicable in all areas of the country.

3. Socio-economic Profile of Selected Milk Suppliers

Age-wise classification of milk suppliers is given below.

Table 3.1: Age-wise classification of milk suppliers

Sr.no.	**Age of the supplier**	**No of suppliers**
1.	Below 25 years	06 (12 %)
2.	25 to 45 years	20 (40 %)
3.	46 to65 years	22 (44 %)
4.	Above 65 years	02 (04 %)
Total		**50 (100%)**

Table 3.1 showed that majority of the milk suppliers were in the age group of 46 to 65 years followed by age group of 25 to 45 years. Dairy business is attracting young people towards itself.

Table3.2 Land Holding of Sample members

Sr.no	**Size of holdings**	**No of suppliers**
1.	Landless laborers	07 (14%)
2.	Up to 2 acres	22 (44%)
3.	Above 2 to 5 acres	15 (30%)
4.	Above 5 acres	06 (12%)
Total		50 (100%)

It can be observed from the table 3.2 that large number of milk suppliers were having land up to 2 acres. It is also observed that almost all the types of land holders and landless suppliers are showing interest in dairy business.

Table 3.3 Cattle holding by sample dairy members

Sr. no.	**Particulars**	**No of holders**
1	Cow holders	17 (34%)
2	Buffalo holders	33 (66%)
Total		50 (100%)

From the total holding of cattle, the cows are 34% and buffaloes are 66%. The holding of cow seems less than that of buffalo.
But the supply of the cow milk is more and profit margin is also more from the cow milk. The rate for the cow milk for 3.5/8.5 fat is Rs. 17 and for every next point suppliers are getting 20 paisa per point. The rate for buffalo milk for 6.0/9.0 is Rs.25.10 that is the base price. And for every next point up to 10 suppliers are getting 30 paisa per point. Also up to 9.5 SNF supplier gets 10 paisa per point.

Table 3.4 Average Annual income of sample milk suppliers from the cattle

Particulars	**Income From Livestock**	**Income From Cultivation**	**Income From Other Sources**	**Total**
Landless laborers	12000	--------	36000	48000
Up to 2 acres	16000	60000	12000	88000
Above 2 to 5 acres	20000	130000	16000	166000
Above 5 acres	22000	200000	24000	246000

It was found that the percentage of income derived from milk supply in total income is more in the low income groups. The income from dairy is increased in higher income groups, but the share of dairy income is less in the total income in the higher income group. Hence income from dairy milk is helpful for small income group.

Table 3.5 Problems faced by Milk producers

Sr. No.	**Problems**	**No of suppliers**
1.	Shortage of green and dry fodder	45 (90%)
2	Low productivity of animals	47 (94%)
3	Lack of training and guidance facilities	25 (50%)
4	Improper measurement of milk	06 (12%)
5.	Milk Pricing	49 (98%)
6	High cost of cattle feed	48(96%)

Milk producers are the backbone of dairy industry. Without the hard efforts of milk producer's dairy industry will not survive. But these producers are facing some problems.
Problem of milk pricing was reported by majority of sample respondents followed by high cost of cattle feed (96%), low productivity of animals (94%), problem of shortage of green and dry fodder (90 %), lack of training and guidance facilities (50%), improper measurement of milk (12%).

Table 3.6 Beneficiaries of Facilities provided by milk collecting centers

Sr. no.	Particulars	No of suppliers
1.	Cattle feed on credit	36 (74%)
2.	Advances	40 (80%)
3.	Information of government schemes	32 (64%)

As mentioned above, in Udgaon there are eight major milk collection centers. The total number of members of these centers is 467. Dairy industry in Udgaon has provided employment to large number of people in the village directly and indirectly. Due to the milk collection centers the milk suppliers got motivated to produce more milk and earn more money. From table no. 3.6 it is seen that Milk suppliers (64%) are getting information about the government milk policies, 74% of the milk suppliers are getting cattle feed on credit from the milk collection centers and 80% of the suppliers are getting advances from the milk collection centers.

CONCLUSION

Operation Flood Schemes accelerated milk production in India. Now India is the biggest producer of milk and milk products. Milk producers make maximum use of natural resources and provides base for dairy industry.
In Udgaon village, due to unemployment more young people are getting attracted towards dairy industry as a way of self-employment. Almost all type of landholders and landless labors are engaged in milk producing activates. Income derived from dairy industry is a one of the important source for milk producers. Due to milk collection centers the suppliers can easily sell their produce in the market. Milk collection centers provided cattle feed on credit, granted advances and provide information about the government schemes its members. The role of dairy industry in Udgaon village cannot be overemphasized.

REFERENCES

Agarwal V. K. (1988), Marketing of Dairy Products in Western U.P., Himalaya Publishing House, Mumbai.

Bandyopadhyay M.K. (1994), Dairy Co-operative and Rural Development in India, Uppal Publishing House, New Delhi.

Bhamre Dipak (2006), Economical and Social Development Through Dairy Co-operative, Chandralok Prakshan, Kanpur.

Puntambekar Bhayashree (2011), "Dairy Industry in India", Maharashtra Co-operative Quarterly, Vol 197 pp 33-38.

Trivedi Jigna et.al. (2011), "The Role of Dairy Co-operatives in Women Empowerment", The IUP Journal of Agricultural Economics" Vol. VIII, No. 1, pp 41-51.

M. Waghmode, M. Shukla, J. Awati, Seema Desai (2023) "Assessing the influences of e-resources motives on their utilization", Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 36, Issue: Special Issue 2, Pages: 127-132.

Seema Desai, J. Awati, M. Waghmode (2023) "Improving Teaching Learning with Development of Virtual Laboratory" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 36, Issue: Special Issue 2, Pages: 141-147.

J. Awati, M. Patil, M.Tilve, M. Waghmode, Seema Desai (2024) "Enhancing Learning in Biology for Engineers: A Problem Based Case Study" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 37, Issue: Special Issue 2, Pages: 172-177.

J. S. Awati, A. M. Mulla, Seema S. Desai, P Bamane (2020) "Startup Entrepreneur Support for Design and Development of Problem Statement to Product Finalization: A Case Study" Journal of Engineering Education Transformations Year:, Volume: 33, Issue: Special Issue, Pages: 260-264.

Seema S. Desai (2015) "Management of Cognitive Abilities and Functional Skills among Junior College Teachers-A Study" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 29, Issue: 1, Pages: 73-78.

Seema S. Desai (2016) "A Study of Effects of Sex and Reserved Categories on the Self-Confidence and Academic Achievement of PG Students" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 30, Issue: Special Issue, Pages: 01 to 06.

J. S. Awati, Seema S. Desai, S. Tone, (2020) "Mind Mapping: An Effective Teaching Learning Evaluation Tool in Engineering Education" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 33, Issue: Special Issue, Pages: 78-83.

Jayashree Awati 2Manisha Waghmode, 3Manisha Shukla, 4Seema Desai, (2025) "Optimizing Cognitive and Analytical Skills in Engineering Undergraduates: A Comprehensive Case Study on Problem-Based Learning in Fuzzy", Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 38, Issue: Special Issue 2, Pages: 532-539.

www.nddb.org

www.indiadairy.com

www.indiaagronet.com

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

STATISTICAL ANALYSIS OF ROLE OF COOPERATIVES IN IMPROVING MILK PROCUREMENT, PROCESSING, AND DISTRIBUTION (A CASE STUDY OF WESTERN MAHARASHTRA)

Dr. Mrs. Seema S. DESAI
Associate Prof. Department of Management Studies, Rajarambapu Institute of Technology,
Affiliated to Shivaji University
ORCID ID: 0000-0003-3386-1248

Tamboli Asad ASLAM
Department of Management Studies, Rajarambapu Institute of Technology, Sangli, India

ABSTRACT
In rural India, particularly in Western Maharashtra, dairy farming has emerged as a vital livelihood activity that complements traditional agriculture. Recognized as a sustainable income stream, dairying supports millions of villagers—especially unemployed youth—through steady revenue, even during crop failures. Milk, often dubbed a "cash crop," delivers essential nutrients like proteins, fats, lactose, vitamins, and minerals, and serves long-standing nutritional, medicinal, and cosmetic roles.
Maharashtra, a pioneering state in cooperative dairy movements, ranks among the top contributors to India's milk production. As of 2021–22, the state produced approximately 405 lakh liters per day, with organized-sector milk collections soaring from just 1 lakh liters per day in 1960 to over 134 lakh liters by mid-2023. Cooperative operations, including DCCMP, Sangli, Kolhapur, and Pune unions, along with the Maharashtra State Cooperative Milk Marketing Federation (MSMF or Gokul), play a central role in this success, mobilizing thousands of milk producers and sustaining a robust processing infrastructure.
Within Maharashtra, Western districts such as Kolhapur, Sangli, Pune, and Solapur stand out due to reliable irrigation, and the availability of green and dry fodder throughout the year, contributing to superior dairy farming outcomes compared to other regions like Marathwada or Vidarbha.
Complementing grassroots efforts, state policy has recently accorded 'agriculture-equivalent' status to animal husbandry, granting dairy operations benefits like concessional electricity tariffs, solar subsidies, standardized panchayat taxes, and up to 4% subsidy on loans—a game-changer for rural dairy entrepreneurs
Collectively, this study examines the economic, nutritional, and social significance of dairy farming in Western Maharashtra. It explores how cooperative networks, regional agro-climatic advantages, and progressive government policies intersect to promote dairy as a sustainable economic backbone for rural households, empowering smallholders and youth alike.
Keywords: Cooperatives, Processing, Distribution, Procurement

Key Highlights Integrated:
- Rise in milk production and organized-sector collections over decades
- Cooperative ecosystem's structure and scale (MSMF, local unions)
- Regional advantages in Western Maharashtra driving performance
- Recent policy developments granting agriculture-equivalent status to animal husbandry

INTRODUCTION
Indian villages are depending upon agriculture and animal husbandry. Dairy Business is the supportive business for agriculture. So the majority of farmers are doing dairy business. While revolution has success fully implemented by the government with the help of farmers. Dairying is the profitable occupation for villagers and more suitable for unemployed young persons of villages it is an important source of income and employment in rural area.
The milk given by dairy animal is a cash crop of the farmers Dairying has become an important secondary source for millions of rural families.

The dairy industry has a vast network. It is organized in rural, urban areas and even across the country. From thousands of years' milk has been used for nutritional, medicinal, and cosmetic purpose. Milk has high composition of proteins, lipids, lactose, minerals, enzymes and vitamins.
Maharashtra is the leading state in co-operative movement. The Maharashtra state has played a crucial role in milk production in the country.
There are five divisions for milk collection in Maharashtra.
The performance of farmers and non-farming families of Western Maharashtra is more appreciable than Vidarbh, Marathawada and Konkan region of the Maharashtra state. Kolhapur, Sangli, Pune and Solapur districts have leadership in dairy farming due to permanent irrigation system and availability of wet and dry fodder in all seasons.

Importance
The importance of milk in the diet of Indian people has been traced long back in an ancient literature in India. The feeble pale person become power full luminous and brilliant by consuming cow milk daily.
Thousands of Indian generation have remained strong healthy and disease free due to consumption of cow milk in their diet. Dairy cattle were being maintained to produce milk. There was negligible progress made in the dairy farming in Maharashtra. After that the demand for milk has increased, approach of need based domestic production has been changed highly money spinning activate in rural area.
Because of globalization there is a problem of survival or existence for many sectors and occupations. For survival of any economic sector productivity, efficiency and competitiveness should be increased. Therefore, it is necessary to create professional and market oriented
Approach in dairy industry sector. Modern professional approach is needed like cattle diet, cattle nutrition, cattle health, cattle breeding, cattle productivity etc.

Objectives
1. To study the factors promoting the milk production.
2. To study the variation of yield of milk.
3. To study the comparison of changes of yield of milk and to find the main causes.
4. To study the problems and to suggest the remedies for increasing Production of milk.

Research Methodology
The present study is micro level case study of milk producing activities in co-operative and private dairies. For the present study I have chosen the 1) Promod Dairy, Sangli, 2) Rajhans Dairy, Tasgaon Dist: Sangli 3) Hanmantrao Rendalkar co-operative Milk Society Ltd. Tasgaon Dist: Sangli.
The primary data is collected from selected dairy units by direct interview and questionnaire method. Secondary data is collected from official records of concerned dairies.

Table 1. Statistical Analysis

Year	**Production (Million Tons)**	**Statistical constants**
1991-1992	55.7	A. M. =60.9 S. D. =3.8 C. V. =26.38 %
1992-1993	58.0	
1993-1994	60.6	
1994-1995	63.8	
1995-1996	66.2	
1996-1997	99.1	A. M. =81.1 S. D. =9.44
1997-1998	72.1	
1998-1999	75.4	
1999-2000	78.3	

2000-2001	80.6	C. V. =11.64 %
2001-2002	84.4	A. M. =87.42
2002-2003	86.2	S. D. =3.36
2003-2004	88.1	C. V. =3.84 %
2004-2005	91.0	

Findings of the Survey

For examining the importance of variation in yield of milk, survey of selected dairies has taken the problem of rural poverty and unemployment is facing by rural laborers. They cannot depend only on agriculture. So animal husbandry and dairy give economic support to them. The above table shows the milk production value increases from 1991 to 2004. For comparison the data is divided into three groups and average milk and coefficient of variation is calculated for each group. It is seen that in the first group from 1991-1995 the average production of milk is 60.9 and the coefficient of variation is 26.38 %. In the second group from 1996-2000 the average production of milk is 81.1 and coefficient of variation is 11.64 %. Similarly, in the third group from 2001-2004 the average production of milk is 87.42 and coefficient of variation is 1.84 %. The average production of milk goes on increasing and C.V. goes on decreasing. In the first group C.V. =26.38% which is very high. That means the data is heterogeneous. As compared to first two groups the variation in the third group is very less.

Table 2. Month wise production of Milk in to seasons

Month	**Buffalo milk (in liters)**	**Cow milk (in liters)**	**Statistical constants**
Nov.2011	15,400	15,104	**Buff. Cow**
Dec. 2011	15,609	14,900	Mean = 15.45 14.4
Jan. 2012	16,665	14,620	Std. Dev.= 0.85 0.82
Feb. 2012	14,225	13,022	C. V. =5.52% 5.75%
Mar. 12	11,644	10,357	Mean = 8.12 9.10
Apr. 2012	7,924	8,075	Std. Dev.= 2.18 0.85
May.2012	7,405	9,383	C. V. =26.83% 9.42%
June.2012	5,616	8,698	

Source: From the records of Promod dairy, Sangli

The data is divided into two groups. The production of milk from the month of Nov.2011 to Feb. 2012 is considered as the first group and production of milk from the month of Mar.2012 to June 2012 is considered as the second group.

From the above table it is observed that the average production of milk in first group i. e. in Winter Season is more than the second group i. e.in Summer Season for both categories. (Buff.15.45/8.12, Cow.14.47/9.1).

Also it is seen that variation in production of milk is more in Summer Season. (Buff.5.52/26.83, Cow.5.74/9.42)

If we compare the C.V. of production of milk of Buffalo and Cow, the variation in Buffalo is more than Cow.

Suggestions

1. The government may create suitable institutional frame for guiding, consulting and financial assistance in dairy economy.
2. Milk producers may be properly educated and trained with latest knowledge in case of maintenance of cattle, use of fodder, milk production. This will help for increasing the production of milk.
3. The waste lands in the village may be utilized for the production of fodder, grazing lands etc. This will help for fulfilling the fodder needs.
4. The quality breeds will improve the yield of milk.

5. The cattle are facing variety of diseases due to pollution and other causes. Vaccination training programs may be helpful for controlling the diseases.
6. The prices of milk and milk products may be fixed by considering the cost of production and quality etc.
7. The byproducts of milk may be produced and exported which will in turn in improvement of milk production.
8. In case of drought conditions the sufficient amount of fodder should be supplied to the milk producers.

CONCLUSION

Dairy sector provides employment and income with self-respect, self-sufficiency and pride. The climate throughout the year is being assumed to influence the production of milk. The analysis of production of milk revealed the facts that lack of financial assistance for the purchase of milch animals, lack of knowledge of selection of milch animals, high cost of inputs etc.

REFERENCES

Discussion with Manager of Dairy.

J. Awati, M. Patil, M.Tilve, M. Waghmode, Seema Desai (2024) "Enhancing Learning in Biology for Engineers: A Problem Based Case Study" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 37, Issue: Special Issue 2, Pages: 172-177.

J. S. Awati, A. M. Mulla, Seema S. Desai, P Bamane (2020) "Startup Entrepreneur Support for Design and Development of Problem Statement to Product Finalization: A Case Study" Journal of Engineering Education Transformations Year:, Volume: 33, Issue: Special Issue, Pages: 260-264.

J. S. Awati, Seema S. Desai, S. Tone, (2020) "Mind Mapping: An Effective Teaching Learning Evaluation Tool in Engineering Education" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 33, Issue: Special Issue, Pages: 78-83.

Jayashree Awati 2Manisha Waghmode, 3Manisha Shukla, 4Seema Desai, (2025) "Optimizing Cognitive and Analytical Skills in Engineering Undergraduates: A Comprehensive Case Study on Problem-Based Learning in Fuzzy", Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 38, Issue: Special Issue 2, Pages: 532-539.

M. Waghmode, M. Shukla, J. Awati, Seema Desai (2023) "Assessing the influences of e-resources motives on their utilization", Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 36, Issue: Special Issue 2, Pages: 127-132.

Sahakar Vishva.

Seema Desai, J. Awati, M. Waghmode (2023) "Improving Teaching Learning with Development of Virtual Laboratory" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 36, Issue: Special Issue 2, Pages: 141-147.

Seema S. Desai (2015) "Management of Cognitive Abilities and Functional Skills among Junior College Teachers-A Study" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 29, Issue: 1, Pages: 73-78.

Seema S. Desai (2016) "A Study of Effects of Sex and Reserved Categories on the Self-Confidence and Academic Achievement of PG Students" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 30, Issue: Special Issue, Pages: 01 to 06.

Singh H. Dairy Farming APH Publishing Corporation New Delhi.

website of National Dairy Development Board

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

SUSTAINABLE DAIRY: BALANCING ENVIRONMENTAL IMPACT WITH ECONOMIC VIABILITY

Dr. Mrs. Seema S. DESAI
Associate Prof. Department of Management Studies, Rajarambapu Institute of Technology, Affiliated to Shivaji University
ORCID ID: 0000-0003-3386-1248

Mali Priyanka UTTAM
Department of Management Studies, Rajarambapu Institute of Technology, Sangli, India

ABSTRACT
India is the world's largest producer of dairy products by volume, accounting for more than 13% of world's total milk production, and it also has the world's largest dairy herd. As the country consumes almost all of its own milk production, India was neither an active importer nor an exporter of dairy products prior to year 2000. From 2001, India has become a net exporter of dairy products and after 2003 India's dairy import has dipped while exports have increased at a fast rate. Yet the country's share in global dairy trade still remains at minor levels of 0.3 and 0.4 percent for exports and imports respectively. This is due to the direct consumption of liquid milk by the producer households as well as the demand for processed dairy products that has increased with the growth of income levels, which have left little dairy surpluses for export. Nevertheless, India consistently exports specialty products such as casein for food processing or pharmaceuticals. The Indian dairy sector is also different from other dairy producing countries as India places its emphasis on both cattle and buffalo milk. In 2010, the government and the National Dairy Development Board have drawn up a National Dairy Plan (NDP) that proposes to nearly double India's milk production by 2020.
Despite its huge production volume, India nevertheless faces a milk supply gap due to increasing demand from a growing middle class population. Estimation suggests that Indian dairy production is growing at a rate of about four percent per year, yet consumer demand is growing at approximately double that rate. Apart from the rapidly increasing demand for milk and dairy products, other reasons such as the increased cattle feed cost and low availability of dairy farm labor in the rural areas have also resulted in increase in the cost of production. In order to maintain the development of its dairy industry, focus needs to be placed on several areas. First, cost of production has to be reduced through increasing productivity of animals, improve animal health care and breeding facilities and management of dairy animals. Second, Indian dairy industry needs to further develop proper dairy production, processing and marketing infrastructure, which is capable of meeting international quality requirements. Third, India can focus on buffalo milk based specialty products, such as Mozzarella cheese, in order to meet the needs of the target consumers.
Key words: Production, Cost, Demand, Animal health

1. Introduction
The importance of dairying in a country like India hardly needs emphasizing. India has vast resources of livestock, which play an important role in the national economy and also in the socioeconomic development of millions of rural households. India has one of the largest stocks of cattle and buffaloes: more than 50 percent of the world's buffaloes and 20 percent of its cattle. The Indian dairy sector contributes a large share of the agricultural gross domestic product (GDP). Although the contribution of agriculture and allied sectors to the national GDP has declined during the past few decades, the contribution of the livestock sector has increased from less than 5 percent in the early 1980s to over 6 percent in the late 1990s. Milk and milk products constitute a major share of the value of output from the livestock sector; their share increased from less than 50 percent in 1950-51 to about 65 percent in the late 1990s.
During the 1950s and 1960s, India was one of the largest importers of dairy products, importing over 40 percent of milk solids in the total throughput of the dairy industry.

The commercial import of milk powder reached its peak at about 53 thousand tons in 1963-64). This concerned policy makers, and a decision was made to achieve self-sufficiency in milk production. The major step forward, which has had a far-reaching impact, came in mid-sixties with the establishment of the National Dairy Development Board (NDDB) to oversee dairy development in the country. The Operation Flood (OF) program, one of the world's largest and most successful dairy development programs, was launched in 1970; its main thrust was to organize farmers' cooperatives in rural areas and link them with urban consumers. Operation Flood has led to the modernization of India's dairy sector and has created a strong network for procurement, processing, and distribution of milk by the cooperative sector. In 1989, the Government of India launched the Technology Mission on Dairy Development (TMDD) program to support and supplement the efforts of Operation Flood and to enhance rural employment opportunities and income generation through dairying. These opportunities are start from small area of the different region. So the first step to expand of industry is started from rural area. Hence in this paper researcher focused on one small area of region.

1.2 Objectives

- To know the problems faced by the Indian Dairy Industry.
- To know the present consumption trend for dairy products.

1.3 Methodology

Data is totally based on the secondary area i.e. Librarian books, Internet.

1.4 Importance

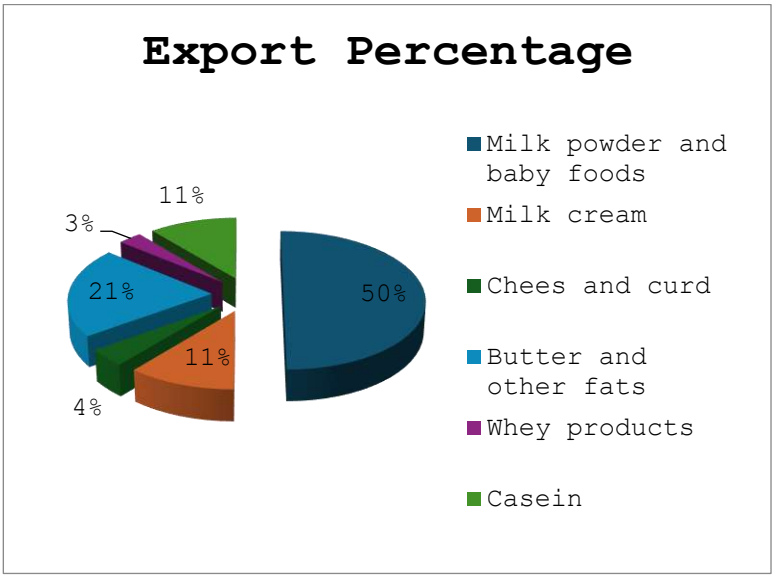
This study will help to know there are different situations/challenges present in front of Indian Dairy Industry. So it will give short support to overcome the bad situations.

2. The Changing Environment and the Indian Dairy Industry

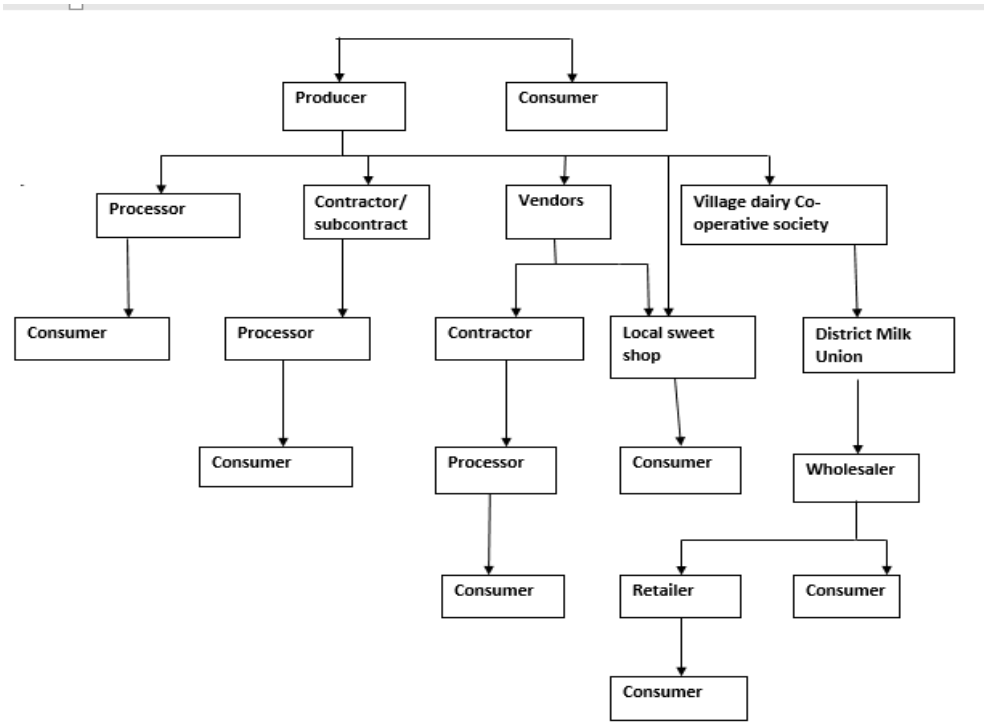
The agricultural policy objective of the Indian government, as in most developing countries, has evolved from one of concentrating on achieving self-sufficiency and food security concerns into one of enhancing the sustainable development of a competitive agriculture. Increasing attention has been directed toward the allied sectors such as livestock and fisheries. Livestock in general and dairying in particular play a vital role in the Indian economy. The contribution of the livestock sector to total national gross domestic product (GDP) was 5.9 percent in 2000-01, with the milk group making the highest contribution to the total value of the agriculture and allied sector (Rs. 1,44,088 cr.). An estimated 20 million people are employed in the livestock sector in principal (11 million) and subsidiary (9 million) status (GOI, 2003). Women constitute about 70 percent of the labor force in livestock farming. As the ownership of livestock is more evenly distributed among landless laborers and marginal farmers, the progress of this sector results in a more balanced development of the rural economy.

2.1 Indian Dairy Exports by Product Types (2008-09) (consumption Trend)

Sr. No.	Type of the products	Export Percentage
1.	Milk powder and baby foods	50%
2.	Milk cream	11%
3.	Cheese and curd	4%
4.	Butter and other fats	21%
5.	Whey products	3%
6.	Casein	11%



2.3 Milk marketing channels



3.1 Various Problems facing the Indian Dairy Industry

Over the span of three decades, India has transformed from a country of acute milk shortage to the world's leading milk producer, with production exceeding 100 million tons in 2006. This phenomenal success is attributed to a Government initiative known as Operation Flood (1970–1996) and its intense focus on dairy development activities. In that initiative, rural milk shed areas were linked to urban markets through the development of a network of village cooperatives for procuring and marketing milk.

And milk production and productivity were enhanced by ensuring the availability of veterinary services, artificial insemination (AI), feed and farmer education. The investment paid off, promoting production gains of 4–5 percent per annum.
However, that growth has slumped to less than 3 percent in recent years, raising cause for concern. The slowdown is attributed to the decline in investment in the dairy sector since the end of the Operation Flood initiative. Central and state government allocation for dairy development has diminished in the past two five-year plans.

3.1.1 Emerging situation:
Dairy is currently the top-ranking commodity in India, with the value of output in 2004 at 1.179 billion rupees (US$39 million), which is almost equal to the combined output value of rice and wheat. Despite the importance of the dairy sector in overall GDP, it receives less government budgeting than the agriculture sector. Further, there has been no concentrated investment in the development of value-added or innovative products, nor any serious effort to support and modernize the informal sector.
In light of the increasing demand driven by the growing population, higher incomes and more health consciousness, the slowdown in dairy industry growth is severely worrisome. Based on estimates by the National Dairy Development Board (NDDB), the demand for milk is likely to reach 180 million tons by 2022. To supply the market, an average incremental increase of 5 million tons per annum over the *next* 15 years is required – a doubling of the average incremental rate achieved over the *past* 15 years. In the absence of sufficient increased production, India will need to rely on the world market for imports. And because of the huge volume required, it will affect global milk prices. Thus, focusing on areas for local dairy development is critical.
Traditionally, the policy environment has favored the expansion of cooperatives, which ultimately crowded out the private sector. However, liberalization of the sector in recent years has encouraged private investment in dairying. In 2002, the Milk and Milk Products Order (MMPO) ushered in major policy changes friendly to the private sector and a momentum of activity that is likely to increase dramatically in the coming years. Large Indian and multinational corporations, such as Reliance, Pepsi and Coca-Cola, are planning significant investments.
Millions of small and marginal farmers in dairying who own two to three animals and produce an average of 5 liters comprise a critical portion of India's dairy industry. Livestock development in general and dairy development activities in particular are key components of pro-poor development strategies because livestock distribution is much more equitable than land distribution. Thus, changes in the dairying environment have important implications for the smallholder farmers and for poverty reduction. After knowing various challenges before the Indian Dairy Industry it is necessary to look some problems/challenges before Indian Dairy Industry in general.

- **Demand conditions**

Demand for dairy products in India is likely to grow significantly in the coming years, driven by more consumers, higher incomes and greater interest in nutrition. Consumption of processed and packaged dairy products is increasing in urban areas. Because of the increasing competition from the private sector, several national and international brands have entered the market and expanded consumers' expectation of quality – although only among a small proportion of the population. In many parts of the country, people still prefer unpacked and unprocessed milk delivered by a local milkman because of its taste and the perception of freshness. The price elasticity for milk is high, thus demand for milk is very sensitive to price changes.

- **Market structure**

Until 2002, cooperatives traditionally were the dominant players in the formal sector. With liberalization of the dairy industry, private investment has increased quite significantly. However, the organized sector's share in milk procurement is very low because a large proportion of the milk and milk products are sold through the informal channel (Table 3).

The informal demand absorbs approximately 41 percent of the milk and milk products produced in the country, accounting for about 75 percent of the marketable surplus of milk. The formal channel, with its packaged milk and dairy products, accounts for only about 25 percent of the marketable surplus, which is about 15 percent of production.

- **Factor conditions**

Factor conditions for dairying entail the quality of animals, human resources and technical skills, land availability, capital, credit, infrastructure and other inputs relevant to the value chain, as the following explains.

Quality of animals: It is critical in determining its milk productivity and hence overall production. Currently, low productivity per animal hinders development of the dairy sector. Despite being the world's largest milk producer, India's productivity per animal is very low, at 987 kg per lactation, compared with the global average of 2 038 kg per lactation.
Low productivity: It is a result of ineffective cattle and buffalo breeding programs, limited extension and management on dairy enterprise development, traditional feeding practices that are not based on scientific feeding methods, and limited availability and affordability of quality feed and fodder.

4.1 Suggestions and conclusion:

1. **Production Cost Reduction:** In order to increase the competitiveness of Indian dairy industry, efforts should be made to reduce cost of production. This can be achieved through increasing productivity of animals, improve animal health care and breeding facilities and management of dairy animals. The Government and dairy industry will need to play a vital role in this direction.
2. **Strategy and Infrastructure Development:** Indian dairy industry should further develop proper dairy production, processing and marketing infrastructure, which is capable of meeting international quality requirements. A comprehensive strategy for producing quality and safe dairy products should also be formulated with suitable legal backup.
3. **Focus on Specialty Products:** Dairy industry in India is unique with regard to the availability of buffalo milk. In this case, India can focus on buffalo milk based specialty products, such as Mozzarella cheese, in order to meet the needs of the target consumers.

In short to reach the demand of market it necessary to go for high production but at the same time, care animal health which will definitely result in to high production. If production is high, then definitely demand will be completing at low cost and on other side producer also enjoy good margin.

REFERENCES

J. Awati, M. Patil, M.Tilve, M. Waghmode, Seema Desai (2024) "Enhancing Learning in Biology for Engineers: A Problem Based Case Study" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 37, Issue: Special Issue 2, Pages: 172-177.

J. S. Awati, A. M. Mulla, Seema S. Desai, P Bamane (2020) "Startup Entrepreneur Support for Design and Development of Problem Statement to Product Finalization: A Case Study" Journal of Engineering Education Transformations Year:, Volume: 33, Issue: Special Issue, Pages: 260-264.

J. S. Awati, Seema S. Desai, S. Tone, (2020) "Mind Mapping: An Effective Teaching Learning Evaluation Tool in Engineering Education" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 33, Issue: Special Issue, Pages: 78-83.

Jayashree Awati 2Manisha Waghmode, 3Manisha Shukla, 4Seema Desai, (2025) "Optimizing Cognitive and Analytical Skills in Engineering Undergraduates: A Comprehensive Case Study on Problem-Based Learning in Fuzzy", Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 38, Issue: Special Issue 2, Pages: 532-539.

M. Waghmode, M. Shukla, J. Awati, Seema Desai (2023) "Assessing the influences of e-resources motives on their utilization", Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 36, Issue: Special Issue 2, Pages: 127-132.

Seema Desai, J. Awati, M. Waghmode (2023) "Improving Teaching Learning with Development of Virtual Laboratory" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 36, Issue: Special Issue 2, Pages: 141-147.

Seema S. Desai (2015) "Management of Cognitive Abilities and Functional Skills among Junior College Teachers-A Study" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 29, Issue: 1, Pages: 73-78.

Seema S. Desai (2016) "A Study of Effects of Sex and Reserved Categories on the Self-Confidence and Academic Achievement of PG Students" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 30, Issue: Special Issue, Pages: 01 to 06.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

AN IN-DEPTH ANALYSIS OF THE CHALLENGES AND FUTURE PROSPECTS OF DAIRY COOPERATIVES IN MAHARASHTRA

Dr. Mrs. Seema S. DESAI
Associate Prof. Department of Management Studies, Rajarambapu Institute of Technology,
Affiliated to Shivaji University
ORCID ID: 0000-0003-3386-1248

YADAV ANKITA SUDAM
Department of Management Studies, Rajarambapu Institute of Technology, Sangli, India

ABSTRACT
The dairy industry in India has evolved uniquely compared to other advanced nations, becoming a cornerstone of both rural economy and national food security. As the world's largest producer of milk, India accounts for more than 13% of global milk production and is also its largest consumer, consuming nearly 100% of its own milk output. Dairy products provide affordable, nutritious food for millions, particularly among the country's large vegetarian population, landless farmers, and marginalized women. The dairy industry's significance is further highlighted by the fact that it serves as the only viable source of animal protein for a large portion of India's rural communities.
India's cooperative dairy model, initiated with the formation of the first cooperative dairy in Allahabad in 1913, has been instrumental in shaping the growth of the sector. The country's dairy production has expanded at an annual growth rate (AGR) of 4% from 1993 to 2006, surpassing the global AGR by a factor of three. In 2006-07, India's total milk production exceeded 94.6 million tons, with expectations for production to reach 135 million tons by 2015. Despite these impressive figures, the dairy sector faces challenges related to inadequate fodder resources, particularly for landless farmers who struggle to raise livestock due to fodder shortages. A projected shortfall of 63.5 million tons of green fodder and 23.6 million tons of dry fodder by 2015 threatens to exacerbate resource scarcity for these vulnerable populations.
The increasing scarcity of resources, coupled with the rising livestock population—projected to reach 322 million by 2015—poses a significant risk to the livelihoods of rural farmers, particularly the landless. Without sufficient access to fodder and grazing land, many may be forced to abandon livestock farming, undermining the dairy industry's role in poverty alleviation and rural employment, especially in drought-prone regions. The paper explores these critical issues while emphasizing the role of the dairy industry in fostering rural development, alleviating unemployment, and addressing the nutritional needs of millions of Indians.
Keywords: Dairy Industry, Milk Production, Dairy Co-operatives

INTRODUCTION
The dairy industry in India has developed online somewhat different from that in other advanced countries. Dairy industry is of crucial importance to India. India is world's largest milk producer, accounting for more than 13% of world's total milk production. It is also the largest consumer of dairy products, consuming almost 100% of their own milk production. Dairy products are a major source of cheap and nutritious food to millions of people in our country and the only acceptable source of animal protein for large vegetarian segment of population, particularly among the landless small and marginal farmers and women. The first dairy co-operative society was registered in 1913 at Allahabad (U.P), which was called as "Katra Co-operative Dairy Society". Thereafter, a number of dairy co-operatives come into existence like Baroda, Belgaon, Dhulia, Hubali, Bhagalpur, Bagalkot, Kolkata etc. in India.
During the year 2006-07, the total milk production was over 94.6 million tonnes in our country with per capita availability of 229 grams per day. We expect a production level of 135 million tonnes by the year 2015. The Indian Dairy Industries had been recording an AGR of 4% in the year 93-94 to 2005-06, which is almost 3 times the AGR in the world. Milk processing in our country is around 35% of which the organized dairy unions account for 13% of the milk producer.

India has a largest livestock population best constituting 278 million livestock consist 180.5 million cattle (64.9%), 82.8 million buffaloes (29.8%), 4 million sheep (1.4%) and 9.2 million goats (3.3%). The livestock population is projected to increase to 322 million by the year 2015 and its increasing percentage will be above than 15. The large livestock population is raised primarily on crop residues and grazing, is no longer available to livestock breeder's especially landless people. A short fall is estimated as 59.9 million tonnes for the green fodders and 19.9 million tonnes for the dry fodders. This short fall is lightly to increase to 63.5 million tonnes (6%) of green fodders and 23.6 million tonnes (18.6%) of dry fodders by 2015. The landless people are therefore, likely to face severe shortage of resources to raise cattle and other species of livestock. There is real danger that, in the absence of resources to maintain their stock, these under- privilege rural people men give up livestock farming. Dairy industry has been considered as one of the activities aimed at alleviating the poverty and unemployment especially in the rural areas and drought prone regions.

Dairy Co-operatives in Maharashtra

Maharashtra state is pioneer and rank first in the growth of co-operative movement in India. The Maharashtra Co-operative Societies Act was passed in 1960. Maharashtra is leading in all the states in various co-operatives like PACCs, DCCBs, Marketing, and Dairy Co-operatives etc. The private sector had played a dominant role in dairy industry in Maharashtra before 1960. But thereafter when a new Maharashtra state was formed then that time Shri. Y.B. Chavan Government encouraged development of milk industry in co-operative sector. The government had especially allocated a financial assistance and incentives in States Plane Programmes. To the development of dairy industry in co-operative sector Government of Maharashtra was provided medical facilities, financial assistance in rural areas. In the last 45 years the significant strides have been made in milk production in co-operative dairy sector. Dairy co-operatives are of crucial importance to Maharashtra. The state is the largest milk producer, accounting for more than seven percent of India's total milk production.

The significant progress made by dairy co-operatives in state of Maharashtra which is shown in the Table 1.1

Table 1.1 Progress of Dairy Co-operative Industries in Maharashtra
(During 1961 to 2008) Rs. in Lakhs

Particulars	**1961**	**1971**	**1981**	**1991**	**2001**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
No. of Societies	431	2021	7819	14284	22466	26677	26499	26881	30913	30075
Membership (In Hundreds)	155	1263	7030	12444	15182	22146	1815861	1842038	2118343	2060919
Share Capital	09	62	288	3131	6594	8387	2416	2451	2820	3102
Own Capital	12	76	598	6614	116,119	3422	2588	2623	2885	3029
Loans	07	01	289	1827	13426	3249	3388	3944	3944	3774
Milk Collection (Value)	67	810	8531	35052	3234491	120210	109,946	111531	128260	134670
Milk Products (Values)	69	841	9132	29914	3403403	25493	64954	67081	77143	80990
Dairies in Profits	156	833	4091	6762	12267	12970	12617	14432	13710	13791
Amount of Profits	02	13	197	895	10758	1573	1231	1702	1616	1625

Loss Making Dairies	133	691	2023	3114	9634	8145	12472	11941	13135	14375
Amount of Loss	0.33	05	26	250	6542	870	473	1017	1119	1226

Source: Co-operative Movement at a Glance in Maharashtra- 2008, Pg. No. 32

The above table indicates the progress of dairy co-operatives during the period 1961 to 2008 in Maharashtra. There were 431 dairy industries in 1961 and there are almost 20,000 societies with 15 lakhs members and output worth Rs. 75,000 crores. Even though the progress is quite noteworthy equally the problem to be worried for is 272 societies are loss. In 1961 out of 289 dairies, 156 (53.98%) dairies earned profits of Rs. 2 lakhs and 133 (46.02%) dairies suffered by losses which amounted to Rs. 0.33 lakhs. But in the year 2008, there were 28,166 dairy co-operatives working in Maharashtra of which 13,791 (48.96%) dairies earned profits of Rs. 16.25 crores and 14,375 (51.04%) dairies suffered by losses by amounted to Rs. 12.26 crores due to the inadequate support from government, regional imbalances, low capacity utilization of dairy plants lake of working capital, marketing strategy to meet competition, absence of rational pricing policy. Hence immediate solution is that, in the phase of globalization, privatization and liberalization and competition loss making dairy units either to close down their business or get merged with the other profitable units.

Problems of Dairy Co-operative

From the above study and analysis, it is clear that dairy co-operatives now face several difficulties and problems, chief among which are-

- There are wide fluctuations in milk procurement over the last 20 years. Co-operative milk unions are required to provide technical inputs to the milk producers.
- Pricing issue is also of primary importance because on it depends the availability of milk.
- Many of the dairy co-operatives in Maharashtra were not making payment on time and hence the predominance of private traders caused closer of the society in some parts.
- Inadequate recognition of the role played by dairy co-operatives in increasing milk productions.
- The dairy co-operatives forced to play a minor role in such areas and cannot therefore mobilize resources for expansion or modernization.
- A large number of dairy plants have not been able to achieve a satisfactory level of capacity utilization primarily due to the inadequate milk availability.
- The pattern of financing adopted generally did not make any provisions for working capital.
- One of the major reasons for the inability private units in their failure to meet the local demand adequately out of milk collected.
- Absence of rational policy on milk prices, lake of consistent price structure and existence of haphazard controls and subsidies on milk prices in urban centers is a major factor inhabiting the growth of dairy co-operatives.

In developing countries like India and particularly agriculture oriented state of Maharashtra, there is permanent need to permit co-operative dairy sector and organizations to perform its functions and decisions with greater freedom and autonomy in future, in the era of LPG. In era of open market economy, dairies must be concentrating on their productivity and profitability to survive in competitive marketing.

Suggestions to improve the working of Dairy Industries: -

- Use of appropriate and intermediate technology in the milk production.
- Promotion of inter co-operative dairy products export.
- Use latest methods for manufacturing and processing of milk products.
- Use of improved storage and grading system.

- Adoption of value addition techniques consisting professional management, business diversification, use of faster communication (IT) techniques and create approach to each stage.

CONCLUSION

Globalization and Liberalization are the Mantras of the new economy today, which is now on the fast track. Industrial production is rapidly moving forward. The dairy industry is no exception. There is no doubt that, there is tremendous scope for the growth of dairy industry in the new millennium. For this purpose, there is an urgent need for initiating new revolution through co-operatives. The success of dairy co-operatives depends on internal as well as external improvements. More over dairy co-operatives in Maharashtra must follow the path of /Amul Gujarat, where innovative approach and steps are taken care of two insure competitive dairy sector in the era of economic liberalization and globalization. The co-operative dairies in Maharashtra should promote the production of clean milk and also improve the conditions of supply centres, milk parlours and the milk processing plants. Dairy co-operatives have thus, multiple linkages in development of agriculture, employment, income, and health nutrition and education level in urban as well as rural area. Finally, the remarkable thing is that dairy co-operatives had helped the rural poverty.

REFERENCES

Dr. B.S. Mathur, 'Co-operation in India', Sahitya Bhawan Publishers and Distributors (P) Ltd., Agra, 1999.

Dr. K.G. Karmarkar and Dr. G.D. Banerjee, 'Opportunities and Challenges in the Indian Dairy Industry,' Research Paper Published in Technical Digest, Issue- 9, 2006.

http://mofpi.nic.in.

Issue of 'Co-operative Movement of Glance in Maharashtra,' Office of the Commissioner for Co-operation and Registrar of Co-Op. Societies, Maharashtra State, Pune, 2007 and 2008.

J. Awati, M. Patil, M.Tilve, M. Waghmode, Seema Desai (2024) "Enhancing Learning in Biology for Engineers: A Problem Based Case Study" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 37, Issue: Special Issue 2, Pages: 172-177.

J. S. Awati, A. M. Mulla, Seema S. Desai, P Bamane (2020) "Startup Entrepreneur Support for Design and Development of Problem Statement to Product Finalization: A Case Study" Journal of Engineering Education Transformations Year:, Volume: 33, Issue: Special Issue, Pages: 260-264.

J. S. Awati, Seema S. Desai, S. Tone, (2020) "Mind Mapping: An Effective Teaching Learning Evaluation Tool in Engineering Education" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 33, Issue: Special Issue, Pages: 78-83.

Jayashree Awati 2Manisha Waghmode, 3Manisha Shukla, 4Seema Desai, (2025) "Optimizing Cognitive and Analytical Skills in Engineering Undergraduates: A Comprehensive Case Study on Problem-Based Learning in Fuzzy", Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 38, Issue: Special Issue 2, Pages: 532-539.

M. Waghmode, M. Shukla, J. Awati, Seema Desai (2023) "Assessing the influences of e-resources motives on their utilization", Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 36, Issue: Special Issue 2, Pages: 127-132.

N.S.K. Tanqiral and G. Thirupal, 'Marketing Co-operatives Viable', the Co-operator, NCUI, New Delhi, 2008.

S.K. Kulkarni, 'Co-operative Development' Phadake Prakashan, Kolhapur, 2009.

Seema Desai, J. Awati, M. Waghmode (2023) "Improving Teaching Learning with Development of Virtual Laboratory" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 36, Issue: Special Issue 2, Pages: 141-147.

Seema S. Desai (2015) "Management of Cognitive Abilities and Functional Skills among Junior College Teachers-A Study" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 29, Issue: 1, Pages: 73-78.

Seema S. Desai (2016) "A Study of Effects of Sex and Reserved Categories on the Self-Confidence and Academic Achievement of PG Students" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 30, Issue: Special Issue, Pages: 01 to 06.

T.N. Hajela, Co-operation: 'Principles, Problems and Practice,' Konark Publishers and Distributors (Pvt.) Ltd., Delhi, 2000.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE ROLE OF OPERATION FLOOD IN MAKING INDIA THE WORLD'S LARGEST MILK PRODUCER: A STUDY OF ITS PHASES AND IMPACT

Dr. Mrs. Seema S. DESAI
Associate Prof. Department of Management Studies, Rajarambapu Institute of Technology, Affiliated to Shivaji University
ORCID ID: 0000-0003-3386-1248

Kumbhar Akshata RAJENDRA
Department of Management Studies, Rajarambapu Institute of Technology, Sangli, India

ABSTRACT
This paper explores the evolution of dairy development in India since 1960, with a focus on key milestones and government initiatives that have shaped the sector. The establishment of the National Dairy Development Board (NDDB) in 1965 marked the beginning of a structured approach to dairy business promotion. The introduction of the Operation Flood Scheme in 1970, which was implemented in three phases, stands out as one of the world's largest and most successful dairy development programs. With external assistance from the World Bank and the European Economic Community, the Operation Flood Program significantly transformed India's dairy industry. Phase II, launched in 1979, and Phase III, in 1987, played pivotal roles in establishing a vast dairy cooperative network across the country. The outcome of these efforts was India's emergence as the world's largest producer of milk, a position it has maintained ever since. This paper critically examines the policies, strategies, and outcomes of these initiatives and their lasting impact on India's dairy sector, highlighting the importance of cooperative models in shaping the industry's global success.
Keywords: Dairy Development, Operation Flood, Milk Production, Dairy Cooperatives, Rural Development

INTRODUCTION
India has the largest number of cattle population (199 million) which include 33 million cross breeds to suit to different categories of farmers in various agro climatic conditions. Despite low genetic potential of Indian cattle breeds and shrinking feed resources, India continue to remain as largest milk producer (114 MMT, year 2010-2011) in the world.
Commercial dairying is a non-farm activity which offers potential for generating additional income and employment opportunities for the rural households and improving their nutritional standards. Realising this The Government of India has attached special importance to its development. With a view to exploiting the potential for diary development Board launched Operation Flood (OF) programme in the year 1970.

Statement of Problem
India ranks first in production of milk in the world but per capita consumption of milk is less than requirement.

Objectives of Study
1. To study the Operation Flood Programme.
2. To study the role of NDDB in promoting the diary business
3. To study the reasons behind less milk consumption

Working Definitions
1. NDDB
National Dairy Development Board (NDDB) was set in 1965 to develop the national diary co-operatives.

2. OF
Operation Flood Scheme. The NDDB conceived Operation Flood Scheme in three phases from 1970 to 1996. Operation Flood to link small land holder farmers to the market through an extensive network of village milk producer's co-operatives.
3. Village Diary Co-operatives
Any dairy institution formed under respective state cooperative society act.

Research Methodology
The information necessary for research is collected from the secondary sources such as published and unpublished data, Use of library method, Use of websites related to dairy development in India.
Hypothesis
1. India is having satisfactory cattle population
2. The role of NDDB is important in dairy development
3. The impact of Operation Flood scheme is favourable

Operation Flood Programme
The Operation Flood programme is introduced by NDDB in 1970. The OF programme covered 262 of the total of 478 district in the country. The approach of linking the potential milk unions under operation flood yield rich dividends in the form of increased availability of milk to the urban consumers and remunerative prices to the rural milk producers through the mechanism of milk cooperatives. Now, India is the largest producer of milk in the world. The step up in the production of milk can be attributed mainly to the intensive efforts under operation flood programme supported by an improvement in the genetic stock through cross breeding and effective control of diseases.

Pre operation flood (pre-independence through 1960)
Outside of purely traditional systems, the earliest attempt at dairy development in India can be traced back to British rule, when the Defence Department established military dairy farms to ensure supply of milk and butter to the colonial army. With the growth of population in urban areas, consumer had to depend on milk vendors who kept cattle in these areas and sold their milk often door to door.
In the post-independence era, with the initiation of India's first five-year plan in 1951 modernisation of the dairy industry became a priority for the government. The goal was to provide hygienic milk to the country's growing urban population. Initial government action in this regard consisted of promoting state owned diary plants to handle milk procurement, processing and marketing. In the first five-year plan, the key village scheme (KVS), Integrated Cattle Development Project (ICDP) and some other programmes were launched to improve and strategies continued in the second five-year plan.

Operation flood and pre-reform period (1970-1980)
The disappointing performance of the diary sector during the 1950s and 1960s concerned policy maker and the government of India undertook new policy initiatives in this sector. Diary development through producer cooperatives and milk production based on milk sheds in the rural areas; modelled on the successful experience of diary co-operatives in Gujarat became the corner stone at the new diary development policy. This policy initiative helped to turn the Indian dairy sector around and also led to several unarticulated spread effects. The strategy for organised dairy development in India was conceived in the late 1960s after the National Dairy Development Board (NDDB) was founded in 1965 and rested on the operation flood programme.
Operation flood programme was designed to develop dairying by replicating the Anand model dairy development. The Anand pattern including primary village cooperative societies linked to district and state cooperative unions for milk and processing and also for provision of animal health and breeding services.
The first phase of operation flood was launched in 1970 and involved organising dairy cooperation at the village level; creating physical and institutional infrastructure for milk procurement, processing, marketing and production enhancement services at the district/ union level and establishing dairies in

India's major metropolitan centres. The initial targets were India's best milk sheds, linking them with the four main cities Bombay, Calcutta, Delhi and Madras. The second phase of the operation flood programme was implemented between 1981 and 1985 designed to build on the foundation laid in the first phase; it integrated the Indian Diary Association assisted dairy development project being implemented in some Indian States into the overall programme.

The third phase of Operation Flood which was completed in 1996 aimed at ensuring that the cooperative institution become self- sustaining and envisaged substantial expansion of processing and marketing. Facilities extended milk procurement infrastructure, increased outreach of production enhancement activities and professionalization of the management in dairy institutions.

During operation flood average milk procurement through cooperatives increased from 2.56 million kg per day during phase I to nearly 11 million kg per day during phase III, which was only about 6-7% total milk production in the country. However, there are variations in the proportion of milk procured to total milk production across states. The striking pattern that emerges is the predominance of cooperatives in Gujarat and Maharashtra. In some other states, the success of operation flood cooperative development was mixed due to variety of factors including political interference in cooperative governance and competition from informal/ traditional and private sector players.

Table 1: India's milk production and per capita availability (1950-51 to 2011)

Year	**Milk production (million tonnes)**	**Per capita availability**	
		Gram/day	**Kg/year**
1950-51	17.0	132	48.1
1955-56	19.0	130	47.4
1960-61	20.0	127	46.3
1968-69	21.2	113	41.3
1973-74	23.2	111	40.5
1980-81	31.6	128	46.7
1985-86	44.0	160	58.4
1990-91	53.9	176	64.2
1995-96	66.2	197	71.9
1999-2000	78.3	217	79.2
2004-05	90.7	232	84.7
2010-11	114.2	240	88.0

CONCLUSION

Dairying in India has witnessed tremendous growth during the last few decades and has come to be recognised as a potent instrument to bring about socio-economic changes in the urban and rural sectors alike. Dairying contributes a major share which is more than paddy and wheat, in the total GDP of the agriculture sector. This remarkable success of Indian dairy sector can be attributed to the constant effort of scientist, planners and million farm families across the country. The strength of Indian dairy sector lies in the fact that; despite limited investment it has shown consistent and substantial growth. The role of the National Dairy Development Board, Operation Flood and National Dairy Research Institute as the apex R&D institution for spreading the growth of dairying on the sound scientific lines in quite significant and substantial.

Suggestions

Following suggestions are made for the dairy development

1. The next step of Operation Flood should be by production of milk and its production, packaging, marketing and export policies.
2. Since 58% of total milk produced in India is from buffaloes, there is a great scope for value addition by capitalising on inherent virtues of buffalo's milk for production of certain dairy products, health foods and nutraceuticals.

3. Considerable value addition can be realised by improving the availability of raw material i.e. milk. Well laid standards of availability together with farmer's training in clean milk production and attractive remuneration to them.
4. There is an urgent need for software development and sampling instrumentation for reception of raw milk in cans.
5. There is a need to create an "Innovation Fund" to which Industry can contribute. This fund may be utilised for solving research problems for the industry. Government of India should give tax concession to industries contributing to this fund.
6. There is strong need for constant contact of academia and industry and there should be an annual meeting in this regard.
7. Good quality milk can be obtained only from disease free animals. Training of dairy farmers in clean milk production is essential.

REFERENCES

BAIF Research Development Foundation Annual Research 2007-08. "India 2020: Vision for food, Agriculture and Processing" by Dr. A.P.J. Abdul Kalam, President of India.

Dairy Development Annual Report- 2008-09. Dept. Of AH, Ministry of Agriculture GOI, New Delhi.

Dairy India-2007

J. Awati, M. Patil, M.Tilve, M. Waghmode, Seema Desai (2024) "Enhancing Learning in Biology for Engineers: A Problem Based Case Study" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 37, Issue: Special Issue 2, Pages: 172-177.

J. S. Awati, A. M. Mulla, Seema S. Desai, P Bamane (2020) "Startup Entrepreneur Support for Design and Development of Problem Statement to Product Finalization: A Case Study" Journal of Engineering Education Transformations Year:, Volume: 33, Issue: Special Issue, Pages: 260-264.

J. S. Awati, Seema S. Desai, S. Tone, (2020) "Mind Mapping: An Effective Teaching Learning Evaluation Tool in Engineering Education" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 33, Issue: Special Issue, Pages: 78-83.

Jayashree Awati 2Manisha Waghmode, 3Manisha Shukla, 4Seema Desai, (2025) "Optimizing Cognitive and Analytical Skills in Engineering Undergraduates: A Comprehensive Case Study on Problem-Based Learning in Fuzzy", Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 38, Issue: Special Issue 2, Pages: 532-539.

M. Waghmode, M. Shukla, J. Awati, Seema Desai (2023) "Assessing the influences of e-resources motives on their utilization", Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 36, Issue: Special Issue 2, Pages: 127-132.

Seema Desai, J. Awati, M. Waghmode (2023) "Improving Teaching Learning with Development of Virtual Laboratory" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 36, Issue: Special Issue 2, Pages: 141-147.

Seema S. Desai (2015) "Management of Cognitive Abilities and Functional Skills among Junior College Teachers-A Study" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 29, Issue: 1, Pages: 73-78.

Seema S. Desai (2016) "A Study of Effects of Sex and Reserved Categories on the Self-Confidence and Academic Achievement of PG Students" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 30, Issue: Special Issue, Pages: 01 to 06.

www.NDDB.com

www.NDRI.com

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE ROLE OF GOVERNMENT-LED DAIRY DEVELOPMENT PROGRAMS IN ENHANCING FARM PRODUCTIVITY AND SUSTAINABILITY IN INDIA

Dr. Mrs. Seema S. DESAI
Associate Prof. Department of Management Studies, Rajarambapu Institute of Technology,
Affiliated to Shivaji University
ORCID ID: 0000-0003-3386-1248

Kamble Prerna VINOD
Department of Management Studies, Rajarambapu Institute of Technology, Sangli, India

ABSTRACT
This study aims to explore the economic dynamics of dairy farming households in Andhra Pradesh, focusing on the impacts of various dairy development activities on household income, farm competitiveness, and risk profiles. The primary objectives of the research include gaining insights into the economics of household and dairy farming in the state, evaluating the contribution of key dairy development programs to household income, and assessing their effects on the economic viability and risk management strategies of typical dairy farms. Through a detailed analysis of these programs, the study also aims to provide an understanding of how combined dairy development interventions impact both the economic stability and risk exposure of dairy farming households in Andhra Pradesh. The findings of this research will offer valuable insights into the sustainability of dairy farming as a livelihood and inform policy decisions aimed at enhancing the economic competitiveness and resilience of dairy farms in the state.
Keywords: Dairy Farming Economics, Household Income, Dairy Development Programs, Economic Competitiveness, Risk Management in Dairy Farms

Introduction
Dairy industry plays a vital role in sustaining the rural livelihoods and strengthening the economy through providing employment in rural areas and providing cheap nutrient food to the consumers. Rapidly growing markets for livestock products in general, and dairy products in particular are opening new avenues for enhancing rural incomes. The importance of dairy farming in our country hardly needs emphasizing. The vast resources more than 50 percent of the world's buffalos and 20 percent of its cattle livestock in the country play an important role in the national economy as well as in the socio-economic development of millions of rural households. Although the contribution of agriculture and allied sectors to the national GDP has declined during the past few decades, the contribution of the livestock sector has increased from less than 5 percent in the early 1980's to over 6 percent in the late 1990's. The operation flood programme, which was launched during 1970, organizing dairy farmer's cooperatives in rural areas and linking them with urban consumers created a strong network for procurement, processing and distribution of milk over a lakh village in rural India. Livestock sector provides employment to 18 million people and nearly 70 per cent of them are women. Further, dairy sector is the major source of income for an estimated 27.6 million people (Subbarama Naidu, 2004). Among these, 65 to 70 per cent are small, marginal farmers and land-less labour. The dairy sector supports around 10 million members / farmers through one lakh cooperative societies existing in the country. Apart from employment generated by rearing of animals, the procurement of milk and its processing also provides substantial employment.

Andhra Pradesh is one of the agriculturally most advanced states in India but still has high levels of rural poverty. Mixed crop-livestock farming is the predominant farming system practiced by over 80 percent of rural households in the state. Of the total livestock population, bovines accounted for about 41 percent in 2003 (GoAP, 2004). In the rural economy, milk is one of the most important products of cattle and buffalo enterprises, contributing over 51.5 percent of the value of all livestock output and 1 billion US-$ of value added at constant 1993-94 prices in 2002-03 (GoAP, 2002-03).

Other products include manure, fuel, draught power, meat, bones, skins and hides. With landless, marginal and small operational holdings (< 2-hectare land) accounting for nearly 80 percent of the 12.6 million farming households (GoAP, 2004), increasing milk production from these farm types could be an efficient way to improve rural Livelihoods.

Objectives

The main Objectives of this study were to:

1. To Gain insights into the household /dairy farming economics in Andhra Pradesh,
2. To Assess the impact of the main dairy development activities on household income and on the economic competitiveness of typical dairy farms in the state,
3. To Evaluate the impacts of the main development activities on the risk profiles of the farms
4. To Assess the impact of combined dairy development programs on the economic and risk profiles of typical farms in the state.

In order to achieve the above, a methodology to quantify the farm-level impacts of different local dairy development programs, policies, interventions and ideas as seen by local dairy stakeholders (policy makers, farmers, milk processors, NGOs, etc.) was developed. The results are intended to inform the political process to initiate discussion for finding the most efficient dairy development activities.

Trends of milk production in India

India produced about 92 million tons of milk in 2004, accounting for 15 percent of total world milk production. Average milk yield in India, at 800 kg per dairy animal per year have been increasing steadily between 1996 and 2003 at an average annual rate of 3.8 percent. Andhra Pradesh (AP) accounts for 8.4 percent of the national dairy animal population and produces 7.6 percent of the country's milk. Andhra Pradesh's milk production comes mostly from farms of less than 2 hectares with 1 to 4 dairy animals. The milk yields in Andhra Pradesh are slightly higher than the Indian average and are increasing at a faster rate. Farm gate milk prices, however, are slightly lower than the average for India.

Table 1. Milk Production in India

Production in India		
Year	**Production (Million Tonnes)**	**Per Capita Availability (gms/day)**
1991-92	55.7	178
1992-93	58.0	182
1993-94	60.6	187
1994-95	63.8	194
1995-96	66.2	197
1996-97	69.1	202
1997-98	72.1	207
1998-99	75.4	213
1999-2000	78.3	217
2000-01	80.6	220
2001-02	84.4	225
2002-03	86.2	230

2003-04	88.1	231
2004-05*	90.7	229
2005-06	94.6	220
Source: State/UT Animal Husbandry Departments, 2004		
****Source: Production Estimate of MILK, EGG, MEAT and WOOL of the year 2004-2005***		

Comparison of typical dairy farms' in Andhra Pradesh
Based on dairy development and agro-climatic features, the state of Andhra Pradesh can be classified into two zones, progressive and lagging. Following the IFCN methodology, in the progressive Guntur district three farm types GR-1, GR-2 and GR-11 were identified as 'typical'. In the lagging Mahboobnagar district another three farm types, MN-1, MN-3, and MN-14 were chosen. These farm types provide a picture of income levels, possible economies of scale and the effect of commercialization.

Household comparison
Household incomes range from 1,000 to 4,000 US-$ per year. The landless farms in both regions and the medium-sized farm in Mahboobnagar are unable to achieve a daily household income above the 1 US-$ per person mark. In contrast, the small farm in the progressive zone surpasses (GR-2) exceeds the 1 US-$/capita/day income level, which is mainly due to higher off-farm income.

Comparison of the dairy enterprise - Costs of milk production
Farmers in both regions receive total returns from 18 to 27 US-$ per 100 kg ECM milk produced (includes cash and non-cash quantifiable benefits). They, however incur total costs of 16 to 38 US-$, when family labour, imputed at local wage rate, is included. This means that only the largest farms in both regions make an entrepreneurial profit. On the other hand, if family labour is excluded from the calculation, all farms make a dairy income of 5 to 10 US-$ per 100 kg ECM. This income from dairy production is relatively higher in the less dense milk production region, which explains the trend of a faster growing buffalo population in MN-3 like households in Mahboobnagar as compared to Guntur. These returns to dairy production (from cash and non-cash benefits) and the lack of better alternative uses of their production factors are the main reasons for these small farms to keep operating.

Assessment of dairy development programs in Mahaboobnagar
Mahboobnagar represents a fairly typical dairy situation, in which larger farms (like MN- 14) are very competitive milk producers while the vast majority of smaller farms (like MN-3) are economically unattractive and would be expected to significantly decrease in number as soon as these households have better alternatives. This critical situation of small-scale farms persists in spite of numerous dairy development activities long in existence in the region. Therefore, this study assesses the farm-level impact of over 40 potential dairy development programs, activities and farmers' ideas in Mahboobnagar for farm type MN-3. Finally, several of these programs and ideas are combined to assess the feasibility of bringing MN-3's dairy competitiveness level up to that of the larger farms in the region.

Impacts on Household Income
Current situation: The MN-3 household currently achieves a total income of 0.80 US-$ per capita per day. The dairy activities contribute 0.13 US-$ or 16 percent to the daily per capita household income. With this per capita income, this household can afford considerably low living standards, which has no yet set benchmark under Indian conditions. Dairy development program impacts: The analysed dairy development programs have the potential to increase the per capita household income by up to 27 percent above its current situation. Four programs would result in a significant income improvement for the household. These are those in which a) the farm produces fodder rather than milk for sale (this

scenario assumes a fodder market and more off-farm work), b) the household 'sells' as much family labour as possible on the labour market (a maximum of 2,700 man-hours per year is assumed for this family), c) the three local buffaloes are replaced with two well-managed grade buffaloes, and d) herd size is increased to five grade buffaloes. Potential improvement for MN-3: Although all of the above programs individually have large impacts on the dairy activities, none of them is able to lift the family to the 1 US- $/person/day line. This is explained by the low share of dairy income (only 16 percent) in the total household income.

Impacts on Dairy Competitiveness on the Local Labour Market

Current situation the family makes returns of 0.047 US-$ per hour of (man equivalent) labour invested in the dairy as compared to 0.11 US-$ per hour received for off-farm work. However, the family's off-farm employment is limited to 2,700 hours per year and is seasonally bound. The family will therefore maintain its dairy activities unless more attractive employment opportunities arise. Dairy development program impacts: The programs analysed increase the return to dairy labour by up to 145 percent above the current situation. Seven programs increase
the return to labour in the dairy above 0.10 US-$ per hour bringing it close to the local wage rate.
The most promising programs are those where a) the farmer gains access to more fodder from public land, b) he joins the drought-relief cattle camp, and c) he expands his herd to five grade buffaloes which are well-managed. On the other hand, returns to labour decrease when the farmer purchases costly livestock (life) insurance, when he joins a cooperative and receives a lower milk price and when he utilizes distant (public) veterinary services. Potential improvement for MN-3: Although about every fourth of the programs assessed decrease the dairy return to labour, another fourth of them increase the latter to a level very close to off farm wages for unskilled labour. In other words, the woman and children attending the dairy could earn a 'wage' similar to that of the husband working off-farm.

Impacts on Competitiveness of Milk Production

Current situation: The full economic costs of milk production are 24 US-$ per 100 kg ECM milk while the milk price received is only 16.5 US-$. Dairy development program Impacts: Nearly all programs decrease the costs of producing milk, some by as much as 33 percent. The programs impacting most positively and also negatively on the dairy farm competitiveness in milk production are the same as those impacting on the dairy return to labour (mentioned previously).
Potential improvement for of MN-3: The programs F-Bank, C-Camp, 5-Grade can bring MN-3's production costs down to 16 US-$ per 100 kg milk, which creates a competitive milk producer both locally and globally.
This assessment of dairy development programs paid particular attention to the risks associated with each of the programs by introducing stochastic elements into the program assessment. The following input variables were made stochastic by introducing probability distributions rather than mean values into the simulations: Milk price, milk yield per cow, livestock prices, mortality rates, prices for purchased feed, crop yield and prices, and wage rate of hired labour. The assessment therefore also provides estimates of probabilities of the programs leading to specified results.

Risk Profile for Impacts on Household Income

Current situation: Household MN-3 runs a 0.53 risk of achieving a daily per capita income below 0.80 US-$. The chance of achieving an income of 1 US-$ or higher are very slim at 0.01. Dairy development program impacts: Some of the assessed dairy programs have the potential to more than double the probability of the household to achieve a per capita income of at least 0.80 US-$ and they increase MN-3's chances to make an income above 1 US-$/capita/day from 0.01 up to 0.30. Ranking of the programs: The most promising programs are those in which the farmer improves the dairy genetics and steps up the husbandry practices/management. Purchasing costly livestock life insurance for local buffaloes decreases the chances of reaching the current per capita income.

Risk Profile for Impacts on Dairy Competitiveness on the Local Labour Market

Current situation: The family currently has 0.45 risk of its dairy labour return to fall below 0.047 US-$/man-equivalent hour while the chance of achieving a dairy return to labour equal to the local wage rate is nil. Dairy development program impacts: Some of the dairy programs analysed reduce the risk of MN-3 to make a return to labour below the current situation from 0.45 to 0.10.

However, four programs increase the risks to MN-3's returns to labour while three other programs virtually do not change the probability of achieving the current returns. Interestingly, five dairy programs increase the probability that MN-3 return to labour surpasses the regional wage level to close to 0.30. Ranking of the programs: The feeding programs have the highest impact on the risk of falling below the current return to labour, while purchasing livestock insurance for local buffaloes, stall feeding of local buffaloes and receiving a lower milk price, in this case from the cooperative, clearly increase the risk of not achieving MN-3's current return to labour.

Risk Profile for Impacts on Competitiveness of Milk Production

Current situation: The chance that MN-3 brings it cost of milk production down to the milk price level are nil. This means that, when all the used family resources are imputed, this farm type cannot cover its full economic costs. Dairy development program impacts: All but three of the assessed programs increase the probability of MN-3's cost of milk production to be closer to the milk price received. However, the chance to fully cover costs and make an entrepreneurial profit

Only reaches 0.12 in the best program (5-Grade). Ranking of the programs: The programs impacting most positively the dairy farm's competitiveness of milk production are first the feeding programs followed by the breeding and herd-expansion programs. Buying livestock life insurance for the local animals, either as an individual or as a cooperative member, do not result in any improvement of the probability of achieving more competitive milk production costs.

CONCLUSION

Milk production in Andhra Pradesh has shown remarkable growth, but the potential role of dairy farming as a tool to increase household incomes, create rural employment and increase the regional competitiveness at producing milk are still to be realized. For dairy to play such a development role there is an urgent need to provide the vast majority of small-scale dairy farmers with quality livestock services packaged in manners that are affordable and have maximum impacts on the key production and economic factors of their farms. This study shows that feeding programs can have an impressive impact of increasing return to dairy labour by up to 145 percent, thereby surpassing the regional wage level. For the household, this means that any family member staying on the dairy farm would 'earn' a higher wage than the family members working off-farm as unskilled labourers.

REFERENCES

GoAP (2004c) Annual Administrative Report 2003-04, Unpublished report of Govt. of Andhra Pradesh, AH Dept., AP; India.

GoAP (2004d) An Outline of Agricultural Situation in Andhra Pradesh 2003-2004, Directorate of Economics and Statistics, Government of Andhra Pradesh, Hyderabad

Government of India (2004) Basic Animal Husbandry Statistics, AHS Series, Department of Animal Husbandry and Dairying, Ministry of Agriculture, Krishi Bhawan, New Delhi.

J. Awati, M. Patil, M.Tilve, M. Waghmode, Seema Desai (2024) "Enhancing Learning in Biology for Engineers: A Problem Based Case Study" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 37, Issue: Special Issue 2, Pages: 172-177.

J. S. Awati, A. M. Mulla, Seema S. Desai, P Bamane (2020) "Startup Entrepreneur Support for Design and Development of Problem Statement to Product Finalization: A Case Study" Journal of Engineering Education Transformations Year:, Volume: 33, Issue: Special Issue, Pages: 260-264.

J. S. Awati, Seema S. Desai, S. Tone, (2020) "Mind Mapping: An Effective Teaching Learning Evaluation Tool in Engineering Education" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 33, Issue: Special Issue, Pages: 78-83.

Jayashree Awati 2Manisha Waghmode, 3Manisha Shukla, 4Seema Desai, (2025) "Optimizing Cognitive and Analytical Skills in Engineering Undergraduates: A Comprehensive Case Study on Problem-Based Learning in Fuzzy", Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 38, Issue: Special Issue 2, Pages: 532-539.

M. Waghmode, M. Shukla, J. Awati, Seema Desai (2023) "Assessing the influences of e-resources motives on their utilization", Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 36, Issue: Special Issue 2, Pages: 127-132.

NIRD "physical verification of IRDP assets 1986-87" Social Laboratory Vikarabad Experiences. Tata Institute of Social Sciences (2005) "causes of farmers suicides in Maharashtra an Inquiry. Osmanabad, India.

Personal Communications (2005) Interviews with farmers, veterinarians, local milkmen, and dairy cooperative managers of dairy plants and chilling plants, April to July 2005.

Saha (2005) Unpublished sample survey estimates of typical farms in India carried out in November 2004 – July 2005.

Saha, A., Garcia, O., Hemme, T. (2004) A review of milk production in Orissa– India with special emphasis on small milk producers, PPLPI working paper No. 16, FAO; Rome

Seema Desai, J. Awati, M. Waghmode (2023) "Improving Teaching Learning with Development of Virtual Laboratory" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 36, Issue: Special Issue 2, Pages: 141-147.

Seema S. Desai (2015) "Management of Cognitive Abilities and Functional Skills among Junior College Teachers-A Study" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 29, Issue: 1, Pages: 73-78.

Seema S. Desai (2016) "A Study of Effects of Sex and Reserved Categories on the Self-Confidence and Academic Achievement of PG Students" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 30, Issue: Special Issue, Pages: 01 to 06.

Systems – Need for a pragmatic approach. Ind.Jour.Agril. Mktg (Conf. Spl.) 18(3) 2004: 91-105

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE ROLE OF DAIRY FARMING IN ENHANCING RURAL EMPLOYMENT AND INCOME GENERATION IN INDIA

Dr. Mrs. Seema S. DESAI
Associate Prof. Department of Management Studies, Rajarambapu Institute of Technology, Affiliated to Shivaji University
ORCID ID: 0000-0003-3386-1248

Wadar Renuka RAMESH
Department of Management Studies, Rajarambapu Institute of Technology, Sangli, India

ABSTRACT
The dairy industry holds paramount importance in India, where it serves as a significant contributor to both the economy and the livelihoods of millions. As the world's largest producer of milk, India accounts for over 13% of global milk production and is also the largest consumer of dairy products, consuming nearly 100% of its own milk output. Dairy products are a vital source of affordable and nutritious food, especially for the large vegetarian population, providing essential animal protein to landless, smallholder, and marginal farmers, as well as women. In rural areas, particularly in rain-fed and drought-prone regions, dairying has proven to be a powerful tool for poverty alleviation and unemployment reduction.

Approximately three-fourths of India's population resides in rural areas, with nearly 38% living below the poverty line. A significant number of rural households (73%) own livestock, with small and marginal farmers representing a large portion of these households. These farmers manage a majority of the bovine and sheep population. The livestock sector provides regular employment to nearly 9.8 million people in primary roles and an additional 8.6 million in subsidiary roles, accounting for about 5% of the total workforce. As dairy farming continues to grow, it holds the potential to drive more balanced rural development by enhancing income levels, supporting agricultural sustainability, and empowering marginalized communities.

Keywords: Dairy Industry in India, Milk Production, Small and Marginal Farmers, Poverty Alleviation, Rural Development

INTRODUCTION
Dairy industry is of crucial importance to India. The country is the world’s largest milk producer, accounting for more than 13% of world’s total milk production. It is the world’s largest consumer of dairy products, consuming almost 100% of its own milk production. Dairy products are a major source of cheap and nutritious food to millions of people in India and the only acceptable source of animal protein for large vegetarian segment of Indian population, particularly among the landless, small and marginal farmers and women. Dairying has been considered as one of the activities aimed at alleviating the poverty and unemployment especially in the rural areas in the rain-fed and drought-prone regions. In India, about three-fourth of the population live in rural areas and about 38% of them are poor. In 1986-87, about 73% of rural households own livestock. Small and marginal farmers account for three-quarters of these households owning livestock, raising 56% of the bovine and 66% of the sheep population. According to the National Sample Survey of 1993-94, livestock sector produces regular employment to about 9.8 million persons in principal status and 8.6 million in subsidiary status, which constitute about 5% of the total work force. The progress in this sector will result in a more balanced development of the rural economy.

- **Policy**

The total amount of milk produced has more than tripled from 23 million tons back in 1973 to 74.70 million tones 26 years later in 1998. The tremendous rise in milk production is primarily the fallout of the dairy farming policy reflected in. Operation Flood.

Following the success of dairy farming policy, the Government has set up a dairy processing policy, reflected in the. Milk and Milk Products Order. In addition, the Government uses a variety of import restrictions to protect its domestic dairy market.

- **Milk Processing**

The milk processing industry is small compared to the huge amount of milk produced every year. Only 10% of all the milk is delivered to some 400 dairy plants. A specific Indian phenomenon is the unorganized sector of milkmen, vendors who collect the milk from local producers and sell the milk in both, urban and non-urban areas, which handles around 65-70% of the national milk production. In the organized dairy industry, the cooperative milk processors have a 60% market share. The Cooperative dairies process 90% of the collected milk as liquid milk whereas the private dairies process and sell only 20% of the milk collected as liquid milk and 80% for other dairy products with a focus on Value-added products.

- **Domestic Consumption**

The huge volume of milk produced in India is consumed almost entirely by the Indian population itself, in a 50-50 division between urban and nonurban areas. Increasingly, important consumers of the dairy industry are fast-food chains and food and non-food industries using dairy ingredients in a wide range of products.

- **Trade**

In spite of having largest milk production, India is a very minor player in the world market. India was primarily an import dependent country till early seventies. Most of the demand-supply gaps of liquid milk requirements for urban consumers were met by importing anhydrous milk fat / butter and dry milk powders. But with the onset of Operation Flood Program me, the scenario dramatically changed and Commercial imports of dairy products came to a halt except occasional imports of very small quantities. In the 1990s, India started exporting surplus dairy commodities, such as SMP, WMP, butter and ghee. The Agricultural and Processed Food Products Export Development Authority (APEDA) regulated the export and import of dairy products till early 1990s. However, in the new EXIM Policy announced in April 2000, the Union Government has allowed free import and export of most dairy products.
The major destinations for Indian dairy products are Bangladesh (23.1%), UAE (15.4%), US (15.6%) and Philippines (8.9%). In terms of products, SMP is the most important product accounting for about 63% of total export volume, followed by ghee and butter (11.7%) and WMP. Export figures clearly demonstrate that the Indian dairy export is still in its infancy and the surpluses are occasional. Indigenous milk products and desserts are becoming popular with the ethnic population spread all over the world. Therefore, the export demand for these products will increase and hence, there is a great potential for export.
On the other hand, there has been a sharp increase in import of dairy products (especially milk powders) after trade liberalization. As per the latest report of Foreign Trade Statistics of December 2004, the imports of dairy products (milk and cream) has reached a cumulative total of 22.145 million tons for the period April - March 2004, as compared to only 1473 million tons for the same period during the previous year. The main reasons for sharp rise in imports are huge export subsidies given by developed countries (mainly the US and EU). India has recently concluded a tariff rate quota to deal with US, EU and Australia on imposing custom duty of 15% on imports of SMP and WMP up to 10,000 tons and 60% on imports beyond this level.

- **Key Areas of Concern in the Dairy Industry**

(i) **Competitiveness cost of production, productivity of animals etc.:**

The demand for quality dairy products is rising and production is also increasing in many developing countries. The countries which are expected to benefit most from any increase in world demand for dairy products are those which have low cost of production. Therefore, in order to increase the competitiveness of Indian dairy industry, efforts should be made to reduce cost of production.

Increasing productivity of animals, better health care and breeding facilities and management of dairy animals can reduce the cost of milk production. The Government and dairy industry can play a vital role in this direction.

(ii) **Production, processing and marketing infrastructure**: -
If India has to emerge as an exporting country, it is imperative that we should develop proper production, processing and marketing infrastructure, which is capable of meeting international quality requirements. A comprehensive strategy for producing quality and safe dairy products should be formulated with suitable legal backup.

(iii) **Focus on buffalo milk based specialty: -**
Dairy industry in India is also unique with regard to availability of large proportion of buffalo milk. Thus, India can focus on buffalo milk based specialty products, like Mozzarella cheese, tailored to meet the needs of the target consumers.

(iv) **Import of value-added products and export of lower value products: -**
With the trade liberalization, despite the attempts of Indian companies to develop their product range, it could well be that in the future, more value-added products will be imported and lower value products will be exported. The industry has to prepare themselves to meet the challenges.

(v) **Provisions of SPS and TBT: -**
At the international level, we have to ensure that provisions of SPS and TBT are based on application of sound scientific principles and should become defect barriers to trade.

- **Operation Flood Era**

Dairy sector witnessed a spectacular growth between1971-1996, i.e. Operation Flood era. An integrated cooperative dairy development programmed on the proven model of Anand pattern was implemented in three phases. The National Dairy Development Board was designated by the Government of India as the implementing agency. The major objective was to provide an assured market round the year to the rural milk producers and to establish linkage between rural milk production and urban market through modern technology and professional management. Milk production grew from 21 million tons in 1970 to nearly 69 million tons in 1996 - more than threefold, at the compound growth rate of 4.5 per cent. Some ten million farmers were enrolled as members in about 73000 milk cooperative societies. By 1996, milk cooperatives attained a dominating share of the Indian dairy market - butter 96%, pasteurized liquid milk over 90%, milk powder 59% and processed cheese 85%. India was reckoned as a major threat in the dairying world. In retrospect, it was by no means an easy task. Let us all salute the visionary and the architect of the white revolution in India, Dr. Verghese Kurien, without whose dynamic leadership all this may not have been possible. The dairy cooperative movement has continued to grow in the post Operation Flood-era.

- **New Challenges of Globalization and Trade Liberalizations**

The NDDB has recently put in place. Perspective 2010. to enable the cooperatives to meet the new challenges of globalization and trade liberalization. Like other major dairying countries of the world, the Indian cooperatives are expected to play a predominant role in the dairy industry in future as well. However, India is in the meantime, attaining its past glory and is once again becoming. DOODH KA SAGAR. But, what percentage of this SAGAR is handled by the cooperatives - just a little over 7%. Since liberalization of the dairy sector in 1991, a very large number of private sector companies / firms have, despite MMPO, established dairy factories in the country. The share of the total milk processing capacity by private sector is 44% of total installed capacity of 73 MLPD (Million Litres Per Day) in the country. Therefore, the total share of the organized sector, both cooperatives as well as the private sector is barely 12%.

What is, therefore, disquieting is that as much as 88% share of the total milk production is commanded by the unorganized sector - who specializes in selling sub-standard, unpasteurized milk more often than not adulterated with harmful chemicals.

- Besides, growth in milk production is likely to continue at the present rate of 4.4% in the near future.

Who is going to handle this incremental milk? We must bear in mind is both income and price what we must bear in mind both income & price elasticity account for approximately 15% of the total expenditure of food. Demand for milk, at current rate of income growth is estimated to grow at 7% per annum. Interestingly, demand for milk is expected to grow steadily over the next two decades as the low income rural and urban families who have higher expenditure elasticity would also increase their income due to new economic environment. Let us now look at some other economic indicators. According to the World Bank, India is the fourth largest economy in the world going by the purchasing power parity estimates. Further, India has been identified as among the first 10 emerging markets in the world. India has the vastest domestic market in the world with over one billion consumers - a majority of whom are vegetarians with drinking of milk as habit. The untapped potential of the dairy sector is immense and opportunity to set up a new dairy venture is great. In the works of Dr. Amrita Patel, Chairperson, NDDB, there is enough place under the scheme for both private and cooperative sectors. Notwithstanding the above potential it is cautioned that, entering dairy sector is not going to be a cakewalk.

CONCLUSION

Globalization and Liberalization are the Mantras of the new economy today, which is now on the fast track Industrial production is rapidly moving forward. The dairy industry is no exception. With the World Trade Organization (WTO) coming into effect, from 01 April 2001 and the imports and exports getting liberalized in the global economy, the dairy industry, which includes dairy products, faces both an opportunity for growth as well as a threat for its growth.

Most of the dairy plants in the Government, Cooperatives and Private Sector produce almost similar dairy products like varieties of milk, butter, ghee, skimmed milk powder and whole milk powder. There are 7 large-scale cheese manufacturers and 14 manufacturers are producing infant foods and malted milks. There is immense scope for the broadening of the products range and some of the products, which are likely to have considerable demand in the coming decade, have been identified. The cheese market, presently valued at about Rs.80 crores is growing at about 9% annually. There are more than thousand varieties of cheese, which have been listed out of which cheddar; mozzarella, gouda and processed cheeses are being manufactured in India. Pizza is becoming a very popular item in the market. This segment alone commands 5% of the share in the cheese market and other area is fermented milk products. Dahi even though is a Rs.15000 crore market, the share of the organized sector is only around 10%. This product has immense potential for growth. Varieties of milk shakes are also increasing wherein milk and fruit pulp are mixed in different proportions to produce different beverages. Some of the milk and fruit based beverages which are likely to have demand are a combination of milk with mango, banana, sapota, strawberry, papaya, etc. Some of these beverages can also be produced in dehydrated form and can be an excellent health food.

There are varieties in traditional milk based sweets, manufactured in the country. The market size is around Rs.12000 crores. However, there are very few nationally known brands in this category. Many of the organized dairies are involved in the manufacture of varieties of milk based sweets: pedha, pannier, shirkhand, etc. These are now restricted to certain areas only but can go national. As the world is getting integrated into one market, quality certification is becoming essential in the market. However, there are very few plants in the country, which have successfully obtained ISO, HACCP certification. There is scope for introducing newer plants adopting newer processes by the dairy industry in the country. Packaging of dairy products is also another very promising area. NRI and overseas investments can take place in manufacturing dairy processing equipment, fruit packaging equipment and equipment’s for biotechnology related dairy industry.

REFERENCES

Ananthakrishnan, G P "Dairy Farming and Milk production," Shri Laxmi Publications, Madras.

Deepak Shah and Ashok shah Impact of dairy cooperative on marketing pat torn of milk –A case of study Indian Cooperative Review

Google.co.in

Hage, N. C. "WTO challenges for Indian Dairy Farmers ", Yojana. M. Waghmode, M. Shukla, J. Awati, Seema Desai (2023) "Assessing the influences of e-resources motives on their utilization", Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 36, Issue: Special Issue 2, Pages: 127-132.

J. Awati, M. Patil, M.Tilve, M. Waghmode, Seema Desai (2024) "Enhancing Learning in Biology for Engineers: A Problem Based Case Study" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 37, Issue: Special Issue 2, Pages: 172-177.

J. S. Awati, A. M. Mulla, Seema S. Desai, P Bamane (2020) "Startup Entrepreneur Support for Design and Development of Problem Statement to Product Finalization: A Case Study" Journal of Engineering Education Transformations Year:, Volume: 33, Issue: Special Issue, Pages: 260-264.

J. S. Awati, Seema S. Desai, S. Tone, (2020) "Mind Mapping: An Effective Teaching Learning Evaluation Tool in Engineering Education" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 33, Issue: Special Issue, Pages: 78-83.

Jayashree Awati 2Manisha Waghmode, 3Manisha Shukla, 4Seema Desai, (2025) "Optimizing Cognitive and Analytical Skills in Engineering Undergraduates: A Comprehensive Case Study on Problem-Based Learning in Fuzzy", Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 38, Issue: Special Issue 2, Pages: 532-539.

Seema Desai, J. Awati, M. Waghmode (2023) "Improving Teaching Learning with Development of Virtual Laboratory" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 36, Issue: Special Issue 2, Pages: 141-147.

Seema S. Desai (2015) "Management of Cognitive Abilities and Functional Skills among Junior College Teachers-A Study" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 29, Issue: 1, Pages: 73-78.

Seema S. Desai (2016) "A Study of Effects of Sex and Reserved Categories on the Self-Confidence and Academic Achievement of PG Students" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 30, Issue: Special Issue, Pages: 01 to 06.

Shiyani R.L., An Economic inquiry into the Impact of Dairy Cooperatives on milk production Indian journal of Agricultural Economics

Shrode R. B "dairy in India "Rural India Vol 62

Srinivasan Gowda M.V "cooperatives in the New Economic Scenario, Agenda for Liberalization," southern Economic,

Wikipedia.com

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

CONSUMER BEHAVIOR AND THE SHIFTING DEMAND FOR DAIRY PRODUCTS IN INDIA: ADAPTING TO A CHANGING MARKET

Dr. Mrs. Seema S. DESAI
Associate Prof. Department of Management Studies, Rajarambapu Institute of Technology, Affiliated to Shivaji University
ORCID ID: 0000-0003-3386-1248

Patıl Shıvraj CHANDRAKANT
Department of Management Studies, Rajarambapu Institute of Technology, Sangli, India

ABSTRACT
The Indian dairy industry, the largest in the world by both production and consumption, faces several emerging challenges that could impede its growth and sustainability in the coming years. While the sector has traditionally been a cornerstone of rural livelihoods, it now confronts new complexities that require immediate attention. Among the foremost challenges are the effects of climate change, which disrupt feed and water availability, and the increasing cost of production, including rising fodder prices. Additionally, the industry faces significant labor shortages, with a growing number of young people migrating away from farming, leading to an aging workforce. Technological advancements in automation and biotechnology hold promise but also pose the challenge of large-scale implementation, particularly for smallholder farmers. Moreover, the supply chain is often plagued by inefficiencies, resulting in price instability and market unpredictability. This paper investigates these new challenges, examines their implications for the economic stability of dairy farming, and explores potential solutions that could help ensure the long-term viability of India's dairy industry.
Keywords: Technological Innovation, Market Instability, Global Dairy Competition, Dairy Policy and Regulation, Dairy Farming Challenges.

INTRODUCTION
Milk is an inevitable part of a balanced diet. A large section of the population in India is vegetarians and therefore the importance of milk is much greater. According to the Nutrition Advisory Committee of Indian Council of Medical research a balanced diet of an Indian adult should include 10 ounces of milk per day. The daily per capita availability of milk in the country is less than half of the requirements. Central and State Government are taking concerted efforts to increase milk production in the country.
Dairy is a place where handling of milk and milk products is done and technology refers to the application of scientific knowledge for practical purposes. Dairy technology has been defined as that branch of dairy science, which deals with the processing of milk and the manufacture of milk products on an industrial scale.
In India, dairying has been practiced as a rural cottage industry since the remote past. Semi-commercial dairying started with the establishment of military dairy farms and co-operative milk unions throughout the country towards the end of the nineteenth century. The Indian Dairy Industry has made rapid progress since Independence. A large number of modern milk plants and product factories have since been established. These organized dairies have been successfully engaged in the routine commercial production of pasteurized bottled milk and various Western and Indian dairy products. With modern knowledge of the protection of milk during transportation, it became possible to locate dairies where land was less expensive and crops could be grown more economically. India with 134mn cows and 125mn buffaloes, has the largest population of cattle in the world. Total cattle population in the country as on October'00 stood at 313mn. More than fifty percent of the buffaloes and twenty percent of the cattle in the world are found in India and most of these are mulch cows and mulch buffaloes.
Indian dairy sector contributes the large share in agricultural gross domestic products. Presently there are around 70,000 village dairy cooperatives across the country. The co-operative societies are federated into 170 district milk producer's unions, which is turn has 22-state cooperative dairy federation. Milk production gives employment to more than 72mn dairy farmers.

In terms of total production, India is the leading producer of milk in the world followed by USA. The milk production in 1999-00 is estimated at 78mn MT as compared to 74.5mn MT in the previous year. This production is expected to increase to 81mn MT by 2000-01. Of this total produce of 78mn cows' milk constitute 36mn MT while rest is from other cattle.

While world milk production declined by 2 per cent in the last three years, according to FAO estimates, Indian production has increased by 4 per cent. The milk production in India accounts for more than 13% of the total world output and 57% of total Asia's production. The top five milk producing nations in the world are India, USA, Russia, Germany and France.

Although milk production has grown at a fast pace during the last three decades (courtesy: Operation Flood), milk yield per animal is very low. The main reasons for the low yield are

- Lack of use of scientific practices in mulching.
- Inadequate availability of fodder in all seasons.
- Unavailability of veterinary health services.

MILK YIELD COMPARISON

Country	**Milk Yield (Kgs per year)**
USA	7002
UK	5417
Canada	5348
New Zealand	2976
Pakistan	1052
India	795

WORLD'S MAJOR MILK PRODUCERS

Country	**1997-98**	**1998-99 ((Approx.)**
India	71	74.5
USA	71	71
Russia	34	33
Germany	27	27
France	24	24
Pakistan	21	22
Brazil	21	27
UK	14	14
Ukraine	15	14
Poland	12	12
New Zealand	11	12
Netherlands	11	11
Italy	10	10
Australia	9	10

OPPORTUNITIES AND CHALLENGES IN THE INDIAN DAIRY INDUSTRY

In India, about three-fourth of the population live in rural areas and about 38% of them are poor. In 1986-87, about 73% of rural households own livestock. Small and marginal farmers account for three-quarters of these households owning livestock, raising 56% of the bovine and 66% of the sheep population. According to the National Sample Survey of 1993-94, livestock sector produces regular employment to about 9.8 million persons in principal status and 8.6 million in subsidiary status, which constitute about 5% of the total work force. The progress in this sector will result in a more balanced development of the rural economy.

Policy
The total amount of milk produced has more than tripled from 23 million tones back in 1973 to 74.70 million tones 26 years later in 1998. The tremendous rise in milk production is primarily the fallout of the dairy farming policy reflected in Operation Flood. Following the success of dairy farming policy, the Government has set up a dairy processing policy, reflected in the Milk and Milk Products Order. In addition, the Government uses a variety of import restrictions to protect its domestic dairy market.

Milk Processing
The milk processing industry is small compared to the huge amount of milk produced every year. Only 10% of all the milk is delivered to some 400 dairy plants. A specific Indian phenomenon is the unorganized sector of milkmen, vendors who collect the milk from local producers and sell the milk in both, urban and non-urban areas, which handles around 65-70% of the national milk production. In the organized dairy industry, the cooperative milk processors have a 60% market share.

Domestic Consumption
The huge volume of milk produced in India is consumed almost entirely by the Indian population itself, in a 50-50 division between urban and nonurban areas. Increasingly, important consumers of the dairy industry are fast-food chains and food and non-food industries using dairy ingredients in a wide range of products.

Trade
In spite of having largest milk production, India is a very minor player in the world market. India was primarily an import dependent country till early seventies. Most of the demand-supply gaps of liquid milk requirements for urban consumers were met by importing anhydrous milk fat / butter and dry milk powders. But with the onset of Operation Flood Program, the scenario dramatically changed and commercial imports of dairy products came to a halt except occasional imports of very small quantities. In the 1990s, India started exporting surplus dairy commodities, such as SMP, WMP, butter and ghee. The Agricultural and Processed Food Products Export Development Authority (APEDA) regulated the export and import of dairy products till early 1990s. However, in the new EXIM Policy announced in April 2000, the Union Government has allowed free import and export of most dairy products.

KEY AREAS OF CONCERN IN THE DAIRY INDUSTRY

1. Competitiveness, cost of production, productivity of animals etc. The demand for quality dairy products is rising and production is also increasing in many developing countries. The countries which are expected to benefit most from any increase in world demand for dairy products are those which have low cost of production. Therefore, in order to increase the competitiveness of Indian dairy industry, efforts should be made to reduce cost of production. Increasing productivity of animals, better health care and breeding facilities and management of dairy animals can reduce the cost of milk production. The Government and dairy industry can play a vital role in this direction.
2. Production, processing and marketing infrastructure If India has to emerge as an exporting country, it is imperative that we should develop proper production, processing and marketing infrastructure, which is capable of meeting international quality requirements. A comprehensive strategy for producing quality and safe dairy products should be formulated with suitable legal backup.
3. Focus on buffalo milk based specialty Dairy industry in India is also unique with regard to availability of large proportion of buffalo milk. Thus, India can focus on buffalo milk based specialty products, like Mozzarella cheese, tailored to meet the needs of the target consumers.
4. Import of value-added products and export of lower value products with the trade liberalization, despite the attempts of Indian companies to develop their product range, it could well be that in the future, more value-added products will be imported and lower value products will be exported. The industry has to prepare themselves to meet the challenges.
5. Provisions of SPS and TBT at the international level, we have to ensure that provisions of SPS and TBT are based on application of sound scientific principles and should become barriers to trade.

Operation Flood Era Dairy sector witnessed a spectacular growth between 1971-1996, i.e. Operation Flood era.

NEW CHALLENGES OF GLOBALIZATION AND TRADE

Liberalization - Perspective 2010 The NDDB has recently put in place Perspective 2010" to enable the cooperatives to meet the new challenges of globalization and trade liberalization. Like other major dairying countries of the world, the Indian cooperatives are expected to play a predominant role in the dairy industry in future as well. However, India is in the meantime, attaining its past glory and is once again becoming DOODH KA SAGAR. But, what percentage of this SAGAR is handled by the cooperatives - just a little over 7%. Since liberalization of the dairy sector in 1991, a very large number of private sector companies / firms have, despite MMPO, established dairy factories in the country. The share of the total milk processing capacity by private sector is 44% of total installed capacity of 73 MLPD (Million Liters Per Day) in the country. Therefore, the total share of the organized sector, both cooperatives as well as the private sector is barely 12%. What is, therefore, disquieting is that as much as 88% share of the total milk production is commanded by the unorganized sector - who specializes in selling sub-standard, unpasteurized milk more often than not adulterated with harmful chemicals. Besides, growth in milk production is likely to continue at the present rate of 4.4% in the near future. Who is going to handle this incremental milk? We must bear in mind is both income and price what we must bear in mind both income & price elasticity account for approximately 15% of the total expenditure of food. Demand for milk, at current rate of income growth is estimated to grow at 7% per annum. Interestingly, demand for milk is expected to grow steadily over the next two decades as the low income rural and urban families who have higher expenditure elasticity would also increase their income due to new economic environment. According to the World Bank, India is the fourth largest economy in the world going by the purchasing power parity estimates. Further, India has been identified as among the first 10 emerging markets in the world. India has the vastest domestic market in the world with over one billion consumers - a majority of whom are vegetarians with drinking of milk as habit. The untapped potential of the dairy sector is immense and opportunity to set up a new dairy venture is great. In the works of Dr. Amrita Patel, Chairperson, NDDB, there is enough place under the scheme for both private and cooperative sectors. Notwithstanding the above potential it is cautioned that, entering dairy sector is not going to be a cakewalk.

CONCLUSION

Globalization and Liberalization are the Mantras of the new economy today, which is now on the fast track. Industrial production is rapidly moving forward. The dairy industry is no exception. With the World Trade Organization (WTO) coming into effect, from 01 April 2001 and the imports and exports getting liberalized in the global economy, the dairy industry, which includes dairy products, faces both an opportunity for growth as well as a threat for its growth. There is no doubt that there is tremendous scope for the growth of the dairy industry in the new millennium. The product mix of world dairy trade is likely to shift further towards cheese. This has been developed in the world markets. As the market opens up, consumption trends associated with these markets will have increasing influence on the world trade. Whole milk powder is likely to continue to be a substantial beneficiary and growth substantially in the middle eastern countries. As standards of living in the importing country rises, exporting countries will increasingly concentrate on whole milk powder and cheese with the assistance of butter and skimmed milk powder. There is vast potential for the export of dairy products, the cost of milk production in India being the lowest.

REFERENCES

J. Awati, M. Patil, M.Tilve, M. Waghmode, Seema Desai (2024) “Enhancing Learning in Biology for Engineers: A Problem Based Case Study” Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 37, Issue: Special Issue 2, Pages: 172-177.

J. S. Awati, A. M. Mulla, Seema S. Desai, P Bamane (2020) "Startup Entrepreneur Support for Design and Development of Problem Statement to Product Finalization: A Case Study" Journal of Engineering Education Transformations Year:, Volume: 33, Issue: Special Issue, Pages: 260-264.

J. S. Awati, Seema S. Desai, S. Tone, (2020) "Mind Mapping: An Effective Teaching Learning Evaluation Tool in Engineering Education" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 33, Issue: Special Issue, Pages: 78-83.

Jayashree Awati 2Manisha Waghmode, 3Manisha Shukla, 4Seema Desai, (2025) "Optimizing Cognitive and Analytical Skills in Engineering Undergraduates: A Comprehensive Case Study on Problem-Based Learning in Fuzzy", Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 38, Issue: Special Issue 2, Pages: 532-539.

M. Waghmode, M. Shukla, J. Awati, Seema Desai (2023) "Assessing the influences of e-resources motives on their utilization", Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 36, Issue: Special Issue 2, Pages: 127-132.

Seema Desai, J. Awati, M. Waghmode (2023) "Improving Teaching Learning with Development of Virtual Laboratory" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 36, Issue: Special Issue 2, Pages: 141-147.

Seema S. Desai (2015) "Management of Cognitive Abilities and Functional Skills among Junior College Teachers-A Study" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 29, Issue: 1, Pages: 73-78.

Seema S. Desai (2016) "A Study of Effects of Sex and Reserved Categories on the Self-Confidence and Academic Achievement of PG Students" Journal of Engineering Education Transformations, Volume: 30, Issue: Special Issue, Pages: 01 to 06.

SMART URBAN DRIVING: LIDAR PERCEPTION AND AI-ENHANCED CLUSTERING FOR SAFER AUTONOMOUS VEHICLES

Mohamed BAKIR
Research Laboratory in Engineering, Innovation of Advanced Systems Faculty of Science and Technology, Hassan First University of Settat, Morocco
ORCID ID: 0009-0005-1386-7214

My Abdelkader YOUSSEFI
Research Laboratory in Engineering, Innovation of Advanced Systems Faculty of Science and Technology, Hassan First University of Settat, Morocco
ORCID ID: 0000-0002-8600-7056

Rachid DAKIR
Laboratory of Computer Systems and Vision (LabSIV) Polydisciplinary Faculty, Ibnou Zohr University, Ouarzazate, Morocco
ORCID ID: 0000-0002-2075-442X

Mouna EL WAFI
Research Laboratory in Engineering, Innovation of Advanced Systems Faculty of Science and Technology, Hassan First University of Settat, Morocco.
ORCID ID: 0009-0002-9371-1751

Younes El KOUDIA
Advanced Systems Engineering Laboratory, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco.
ORCID ID: 0000-0002-7205-074X

ABSTRACT
The integration of autonomous vehicles into the urban mobility mix would undoubtedly bring about high increases in safety, efficiency, and environmentally friendly practices but the most complex condition that such vehicles have to navigate is in city traffic. There is High-Definition Data fusion from multiple LIDARs available with intelligent clustering on DBSCAN to ensure robust object detection and monitoring of the environment all shared as a proposed paper topic. The sensor data delivered at a high-resolution state provides for constructing consistent as well as updated surrounding environment representations. With application support from artificial intelligence-driven DBSCAN, accuracies related to tracking an object under dense conditions like a city improve greatly. That means parallel predictions create an understanding of the situation by predicting behaviors relating to other road users thus enabling vehicles to react proactively. The motion planning mod keeps changing the path of the car because of new traffic, pedestrians, or bad road conditions. Tests done in busy city areas clearly show better obstacle avoidance, best path choice, and very fast reaction to sudden changes. These results point out how much putting good sensing together with smart planning helps make self-driving cars safe and trusted when they have to handle tricky city streets.
Keywords: Autonomous vehicles, urban mobility, LIDAR data fusion, AI clustering, DBSCAN, object detection, predictive modeling, motion planning, obstacle avoidance, real-time navigation.

OPTICAL PROPERTIES OF $TL_{1-X}B_XAS$ COMPOUNDS IN ZINC BLENDE STRUCTURE; A FIRST-PRINCIPLES STUDY USING GGA

Abed ZOULIKHA
Applied Materials Laboratory, Research Center, Sidi Bel Abbes University, Algeria

Laid ABDELALI
Applied Materials Laboratory, Research Center, Sidi Bel Abbes University, Algeria

ABSTRACT
In this study, we present a detailed theoretical investigation of the optical properties of ternary $Tl_{1-x}B_XAs$ compounds (x = 0.25, 0.5, and 0.75) crystallized in the zinc blende structure. Using density functional theory (DFT) within the generalized gradient approximation (GGA), we calculate the electronic band structure and density of states, providing a foundation for understanding their optical behavior. The computed dielectric function, absorption coefficient, reflectivity, and refractive index reveal strong dependence on boron concentration, highlighting tunable optical responses across the visible and near-infrared regions. Our results indicate that these compounds are promising candidates for optoelectronic and photonic applications, offering adjustable energy gaps and optical transitions through compositional engineering. This work provides insights into the design of novel semiconducting materials based on Tl-B-As alloys.
Keywords: Density Functional Theory (DFT), Optical Properties, Tl-B-As Alloys, Optoelectronic Applications

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

MULTIMODAL SENTIMENT ANALYSIS IN AGRICULTURE USING GLOBAL-LOCAL MODAL FUSION

Souvik Halder
Jadavpur University, India

Prof. Samiran Chattapadhyay
Vice Chancellor, Techno India University, India

Asst. Prof. Kartick Chandra Mondal
Jadavpur University, India

ABSTRACT
Understanding sentiments in agriculture—such as farmer satisfaction, crop health, and rural policy—offers important insights for sustainable food production and resilient supply chains. While most Multimodal Sentiment Analysis (MSA) research focuses on general topics, agriculture needs a unique approach that brings together social media text, crop images, and field interview audio. This paper builds on the GLoMo framework and presents an adaptation for agriculture that combines global and local representations, uses modality-specific Mixture-of-Experts, and includes a global-guided fusion module. Our experiments and ablation studies show that this architecture outperforms standard and recent MSA methods on agricultural benchmarks, leading to a deeper understanding of agricultural sentiments.
Keywords: Multimodal Sentiment Analysis (MSA), Agriculture, Social Media and Crop Data, Sustainable Food Production

INTRODUCTION
Agriculture today faces many challenges, from unpredictable weather and disease outbreaks to changing policies. Because of this, understanding how stakeholders feel has become essential for making good decisions. New deep learning and multimodal machine learning methods can now pick up on sentiment and emotion from sources like farmer forums, satellite images, and field recordings. However, most current Multimodal Sentiment Analysis (MSA) models focus on summarizing each type of data into a single feature, which can miss important local details. For example, they might overlook specific disease symptoms on leaves or changes in a farmer's voice that signal distress. These details are key for quick and accurate responses in agriculture.

To address these issues, we use the Global-Local Modal Fusion (GLoMo) framework, which has already shown strong results in general MSA tasks. We adapt GLoMo for agriculture and it includes the following parts:

1. Modality-specific Mixture-of-Experts (MoEs) layers, which enrich sentiment understanding through diverse local cues per modality, and
2. A novel global-guided fusion module, balancing high-level context with fine-grained details to yield robust agricultural sentiment predictions.

Our method achieves top results on several agricultural MSA tasks. It is also useful for tracking food supply chain sentiment, spotting diseases early, and helping manage rural resources.

REFERENCES
Amir Zadeh et al. "Tensor Fusion Network for Multimodal Sentiment Analysis." EMNLP, 2017.

AmirAli Bagher Zadeh et al. "Multimodal Language Analysis in the Wild: CMU-MOSEI Dataset and Interpretable Dynamic Fusion Graph." ACL, 2018.

And other references as in GLoMo.

Devamanyu Hazarika et al. "MISA: Modality-invariant and-specific representations for multimodal sentiment analysis." ACMMM, 2020.

Gilles Degottex et al. "COVAREP—A collaborative voice analysis repository for speech technologies." ICASSP, 2014.

Kaiming He et al. "Deep Residual Learning for Image Recognition." CVPR, 2016.

Minghai Chen et al. "Multimodal Sentiment Analysis with Word-level Fusion and Reinforcement Learning." ICMI, 2017.

Noam Shazeer et al. "Outrageously Large Neural Networks: The Sparsely-Gated Mixture-of-Experts Layer." ICLR, 2016.

Paul Pu Liang et al. "Factorized Contrastive Learning: Going Beyond Multi-view Redundancy." arXiv:2306.05268, 2023.

Sijie Mai et al. "Hybrid contrastive learning of tri-modal representation for multimodal sentiment analysis." IEEE Transactions on Affective Computing, 2022.

Yan Zhuang, Yanru Zhang, Zheng Hu, Xiaoyue Zhang, Jiawen Deng, and Fuji Ren. “GLoMo: Global-Local Modal Fusion for Multimodal Sentiment Analysis.” Proceedings of the 32nd ACM International Conference on Multimedia (MM ’24), October 28–November 1, 2024, Melbourne, VIC, Australia. ACM, 2024. https://doi.org/10.1145/3664647.3681527

Yao-Hung Hubert Tsai et al. "Multimodal Transformer for Unaligned Multimodal Language Sequences." ACL, 2019.

Yiming Cui et al. "Pre-training with Whole Word Masking for Chinese BERT." T-ASLP, 2021.

OPTIMIZATION OF OIL REMOVAL BY ADSORBENT-BASED PINEAPPLE PEEL WASTE

Amirul Hakim bin Shahrulanuar
Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail, Department of Petrochemical Engineering, Malaysia

Muhammad Zulhilmi bin Mohammad Zalani
Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail, Department of Petrochemical Engineering, Malaysia

Mohammad Shahrul Nizam bin Mohd Fauzi
Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail, Department of Petrochemical Engineering, Malaysia

Pravinnat Arumugam
Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail, Department of Petrochemical Engineering, Malaysia

Sunatrah Abdullahyi
Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail, Department of Petrochemical Engineering, Malaysia

ABSTRACT
Oil spill contamination is a significant environmental hazard, particularly in marine ecosystems, leading to pollution, habitat destruction, and threats to marine life. Conventional clean-up methods can be expensive and environmentally harmful, necessitating sustainable alternatives. This study investigates the potential of pineapple peel waste as a low-cost, biodegradable adsorbent for oil spill removal. The research focuses on optimizing the adsorption process by analyzing key parameters such as contact time, pH, oil concentration, adsorbent dosage, and temperature. The adsorbent is developed through drying, grinding, chemical activation, and surface modification techniques to enhance its efficiency. Characterization techniques, including FTIR, SEM, and BET analysis, are employed to evaluate structural and functional properties. The findings are expected to provide insights into the adsorption mechanisms of pineapple peel waste and establish optimal conditions for oil removal.
Keywords: adsorbent, pineapple peel, wastewater

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

MAPPING RESEARCH PATTERNS OF SMART HOME DEVICES: EXPLORING THE SCIENTIFIC KNOWLEDGE LANDSCAPE

Prof. Dr. Seema Singh
Institute of Management Studies and Research, Maharshi Dayanand University, Rohtak, Haryana, India

Neha Aggarwal
Institute of Management Studies and Research, Maharshi Dayanand University, Rohtak, Haryana, India

Devika Dabas
Institute of Management Studies and Research, Maharshi Dayanand University, Rohtak, Haryana, India

Asst. Prof. Prince
Lloyd Business School, Greater Noida, Uttar Pradesh

ABSTRACT
This study aims to examine the research landscape of smart home devices within the broader Internet of Things (IoT) ecosystem. Specifically, it seeks to identify publication trends, research themes, and emerging areas of expertise by analysing literature published between 2002 and 2024. A bibliometric analysis was conducted using research articles indexed in the Scopus database from 2002 to 2024. The analysis focused on publication growth, keyword co-occurrence, and thematic developments to map the evolution of research in smart home devices. The findings reveal that consumer-focused research on smart home devices has experienced rapid growth since 2015. Keyword analysis highlights the significance of themes such as smart homes, smart appliances, technology adoption, user behaviours, user experiences, and user interfaces. Emerging areas of expertise include deep learning, ambient intelligence, and speech recognition, which are shaping the future of smart home appliances. Smart home devices play a critical role in the IoT market due to their ease of use and energy-efficient attributes, enabling remote access and automation of household tasks. The bibliometric evidence demonstrates a strong and growing research interest, with evolving technological and human-centered dimensions. These insights provide a foundation for future research and innovation in smart home systems.
Keywords: Smart Home Devices, Users, Bibliometric Analysis, Internet of Things, Research Trends

SYNTHESIS OF MAGNETIC BAMBOO-DERIVED ACTIVATED CARBON FOR REMOVAL OF HEAVY METAL FROM GROUND WATER

Bijoylakshmi BORUAH
Department of Basic and Applied Science, National Institute of Technology Arunachal Pradesh, Jote, India

P.K. SWAIN
Department of Basic and Applied Science, National Institute of Technology Arunachal Pradesh, Jote, India

ABSTRACT
Bamboo charcoal, known for its high porosity and excellent adsorption capacity, is an economical and non-toxic material with additional properties such as electromagnetic shielding and infrared radiation absorption. In this study, bamboo carbon (BC), a cost-effective nanoadsorbent, was synthesized from waste bamboo chunks via carbonization. To enhance its adsorption properties and facilitate reuse, BC was chemically activated with nitric acid (HNO_3). The structural, morphological, and functional properties of BC and activated bamboo carbon (ABC) were characterized using X-ray powder diffraction (XRD), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), scanning electron microscopy (SEM), zeta potential analysis, and Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy. The crystalline sizes of BC and ABC, determined from XRD, were 57.41 nm and 24.71 nm, respectively. The zeta potential measurements revealed surface charges of +36.2 mV for BC and +39.6 mV for ABC. Comparative adsorption studies were conducted to evaluate the effectiveness of BC and ABC in removing turbidity and hardness from various water samples, including groundwater and seawater collected from New Dari village and Leparada district, Arunachal Pradesh. Batch adsorption experiments were performed under varying conditions, including adsorbent doses (0.01–0.04 g/L), temperatures (25–45 °C), and agitation times (10–60 min). The findings of ABC exhibited superior performance, achieving up to 100% removal of turbidity and hardness under optimal conditions. Thus, this study emphasizes bamboo's multifunctional potential in water treatment, showcasing nanotechnology's role in enhancing efficiency.
Keywords: Bamboo charcoal, Pyrolysis, Bamboo activated carbon, Adsorption, Purification, Water treatment.

ICTAL INDUCED CARDIOVASCULAR DISEASES AND ASSOCIATED NEUROLOGICAL COMORBIDITIES: A META ANALYTICAL APPROACH

Bismillah IFTIKHAR
Hajvery University, Euro campus Lahore, Pakistan.

ABSTRACT

Ictal phase is characterized by increased electrical activity in the brain, can lead to significant cardiovascular and neurological complications. This study investigates the relationship between ictal events, cardiovascular diseases (CVDs), and associated neurological comorbidities through a meta-analytical and survey-based approach.

The primary aim of this study is to determine the prevalence and risk factors of ictal-induced cardiovascular and neurological complications.

A meta-analytical approach synthesized data from multiple independent studies, complemented by a structured questionnaire-based survey involving 400 participants in Lahore, Pakistan. After applying inclusion and exclusion criteria, the final sample size was 326. Statistical analyses, including Foster plot, ANOVA, chi-square tests, and Pearson's correlation, were performed using IBM SPSS (Version 29). Reliability was assessed using Cronbach's alpha.

Results

- **Cardiovascular Diseases:** 82.8% of ictal patients exhibited cardiovascular complications such as arrhythmias and strokes.
- **Neurological Comorbidities:** 64.1% of patients experienced neurological issues, including cognitive decline and anxiety.
- **Awareness:** Only 26.7% of patients were aware of the term "ictal," and SUDEP risks were rarely discussed among healthcare professionals.
- **Correlation:** A moderate positive correlation ($r = 0.413$, $p < 0.001$) was observed between cardiovascular and neurological conditions.

The study highlights the systemic effects of ictal events on cardiovascular and neurological health. The lack of awareness and coordination in interdisciplinary care emphasizes the need for focused educational initiatives and comprehensive management approaches. Future research should prioritize longitudinal studies to investigate the long-term impacts of ictal events and antiepileptic medications.

Keywords: Epilepsy, Ictal Events, Cardiovascular Diseases, Neurological Comorbidities, Meta-Analysis, Antiepileptic Drugs, SUDEP.

ANN-BASED ANALYSIS OF MHD CASSON NANOFLUID HEAT AND MASS TRANSFER WITH THERMOPHORESIS EFFECTS NEAR A STAGNATION POINT

Bishnu Charan ROUT
Department of Basic and Applied Science, National Institute of Technology Arunachal Pradesh, Jote, Arunachal Pradesh, India

U. K. SAHA
Department of Basic and Applied Science, National Institute of Technology Arunachal Pradesh, Jote, Arunachal Pradesh, India

ABSTRACT
This work investigates the two-dimensional magnetohydrodynamic (MHD) flow of a Casson nanofluid over a stretching surface near a stagnation point, incorporating the effects of thermophoresis, Brownian motion, variable thermal conductivity, and chemical reactions. The model further includes an internal heat source/sink, and the governing nonlinear partial differential equations are reduced to a system of coupled ordinary differential equations using similarity transformations. These are numerically solved via the shooting method implemented in Python, validated through bvp4c, and compared with results generated using an Artificial Neural Network (ANN) approach for enhanced accuracy and computational efficiency. The influence of key parameters—such as the thermophoresis parameter (Nt), Brownian motion parameter (Nb), magnetic parameter (M), and Casson fluid parameter—on temperature and concentration profiles is examined in detail. Results indicate that increasing thermal energy enhances thermophoretic effects, whereas higher Nb values reduce thermal conductivity effects. ANN predictions closely match the numerical results, demonstrating high reliability and generalization capabilities in solving boundary layer flow problems. The outcomes are presented through comprehensive graphs and tables to elucidate the physical behaviors of the system under various parameter settings.
Keyword:-Casson nanofluid, Magnetohydrodynamics (MHD),Thermophoresis, Brownian motion, Stagnation point flow

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

A MACHINE LEARNING FRAMEWORK FOR REAL-TIME DETECTION OF FRAUDULENT URLS: A COMPARATIVE ANALYSIS OF ENSEMBLE AND DEEP LEARNING MODELS

Olasina, J. R
Department of Computer Engineering, Federal Polytechnic Ilaro, Ogun State, Nigeria
ASPMIRE Lab, Covenant University, Ota, Ogun State, Nigeria

Aliu, O. H
Department of Computer Engineering, Federal Polytechnic Ilaro, Ogun State, Nigeria

ABSTRACT
The escalating sophistication of phishing attacks necessitates advanced proactive measures beyond traditional blacklisting. This study presents a robust machine learning (ML) framework for the real-time detection of fraudulent URLs, a critical frontline defense in cybersecurity. We implemented and compared the efficacy of several ML algorithms, including Logistic Regression, Decision Trees, Random Forest, and Neural Networks, trained on a curated dataset of legitimate and malicious URLs. Feature extraction focused on lexical attributes such as URL length, domain characteristics, and the presence of suspicious elements. Our results demonstrate that the Random Forest classifier outperformed other models, achieving a high accuracy rate and exceptional performance in recall, crucial for minimizing false negatives. The model was successfully integrated into a functional web-based interface to demonstrate its potential for real-world, real-time application. This research confirms the superiority of ensemble methods for this classification task and provides a scalable, adaptive solution for enhancing security in email filtering, web browsing, and e-commerce platforms. The study concludes with recommendations for continuous learning systems and user education to create a multi-layered defense against evolving cyber threats.
Keywords: Cybersecurity, Fraud Detection, Machine Learning, Malicious URL Classification, Phishing Prevention, Random Forest, Real-time System.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

A DATA-DRIVEN MACHINE LEARNING FRAMEWORK FOR URBAN HEAT ISLAND ASSESSMENT

Manar El KIHEL
FSTM – Morocco

Laila SAAFADI
FSTM – Morocco

Cristian GRAVA
University of Oradea, Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, 410087, Oradea, Romania

Abdessalam OUALLALI
Hassan II University of Casablanca, FST-Mohammedia, BP 146 Mohammedia 28806, Morocco

ABSTRACT
This study proposes a novel machine learning (ML)-based framework for assessing Urban Heat Island (UHI) mitigation strategies by integrating urban land surface indices derived from high-resolution Landsat 8 imagery. Key indices include the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Built-up Index (NDBI), Urban Index (UI), Normalized Difference Water Index (NDWI), and Albedo. A nonparametric correlation analysis was employed to identify the most influential features for predicting Land Surface Temperature (LST). The findings reveal a notable increase in LST from 2013 to 2023, primarily driven by urban expansion and intensified UHI effects. Among the evaluated models, the Random Forest (RF) algorithm demonstrated the highest predictive accuracy for LST. Model simulations further indicated that a 25% increase in NDVI could lead to a significant reduction in LST, particularly in areas currently experiencing higher temperatures. These results underscore the potential of enhancing NDVI and surface albedo to mitigate extreme UHI impacts. By offering a cost-effective, data-driven alternative to traditional numerical simulations, this research represents one of the first applications of ML for UHI modeling in a tropical megacity context.
Keywords: machine learning, Urban heat island, Google earth engine

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

OPTIMIZATION FOR CORROSION INHIBITION OF CARBON STEEL IN HYDROCHLORIC ACID BY A NOVEL ECO-FRIENDLY INHIBITOR USING FULL FACTORIAL DESIGN

KABIRI LOUBNA
Sultan Moulay Slimane University, School of Technology, Laboratory of engineering and Applied Technologies, Beni Mellal, Morocco.

FORSAL ISSAM
Sultan Moulay Slimane University, School of Technology, Laboratory of engineering and Applied Technologies, Beni Mellal, Morocco.

ABSTRACT
In this work, we studied the influence of independent parameters such as concentration of inhibitor, temperature, and immersion time on the corrosion of carbon steel in a 1M HCl acid medium, using the method of experimental designs. The two-level full factorial design technique was used to determine the effect of the three factors and their interactions on charge transfer resistance determined by EIS method. The optimal parameters were estimated, inhibitor concentration (2 g/l), temperature (20 °C), and immersion time (0.5 h). Under these optimal conditions, the corresponding predicted charge transfer resistance was found to be 1100 ohm.cm².
Keywords: Inhibitor, Carbon steel, EIS, Full factorial design

SELF-LUBRICATION IN METAL COMPOSITES USING GRAPHITE NANOPARTICLES: A REVIEW

Sulaiman Mustafa KHAZAAL
Middle Technical University, Engineering Technical College. Iraq

Szávai SZABOLCS
Miskolc University, Faculty of Mechanical Engineering and Informatics, Hungary

ABSTRACT
The foundation of materials with exceptional tribological performance has notably increased interest in self-lubricating metal matrix composites (MMCs). Nano graphite is one of the most promising additives in solid lubricants that has been extensively researched. It features a unique layered structure, remains highly stable at elevated temperatures, and serves as an excellent lubricant, making it highly beneficial for reducing friction and wear in various applications. When uniformly dispersed throughout the metal matrix, nano graphite not only enhances lubrication but also helps maintain or even improve the composite's mechanical strength. This dual advantage is particularly valuable in demanding operational environments. However, to maximise the potential of nano graphite, certain challenges must be addressed, such as achieving uniform dispersion, controlling its quantity, and ensuring strong bonding with the matrix. Overcoming these obstacles will lead to more reliable and consistent performance. Consequently, research must continue to explore new manufacturing methods, surface modification techniques, and innovative ways to develop hybrid lubrication systems. These advancements will be crucial for the ongoing progress of high-performance, self-lubricating MMCs. Graphite-based nanoparticle solutions are anticipated to become increasingly beneficial in demanding industries such as automotive, aerospace, and heavy manufacturing, where long-lasting, effective lubrication is essential.
Keywords: metal, wear resistance, composite, nano graphite

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

COMPARISON OF SELF-LUBRICATION IN METAL COMPOSITES USING NANOPARTICLES MOS_2 AND GRAPHITE

Sulaiman Mustafa KHAZAAL
Middle Technical University, Engineering Technical College. Iraq

Szávai SZABOLCS
Miskolc University, Faculty of Mechanical Engineering and Informatics, Hungary

ABSTRACT

Nanoparticles of molybdenum disulfide (MoS_2) have emerged as one of the most effective solid lubricants for enhancing the self-lubricating properties of metal matrix composites. Due to their layered crystal structure, MoS_2 nanoparticles provide excellent lubricity by forming a low-shear tribo-film at contact surfaces, resulting in significant reductions in both friction and wear. In comparison to nano graphite, another solid lubricant, MoS_2, has many benefits. While both materials use layered structures to lubricate, nano graphite is more effective in damp or ambient conditions because water vapour enhances its lubricating action. Alternatively, MoS_2 can continue to function normally in environments where oxygen is scarce or nonexistent. Graphite isn't as well-suited for harsh operating conditions as MoS_2 because of its lower thermal stability. Graphite, on the other hand, is more uniformly dispersed in metal matrices and may provide superior electrical conductivity, both of which are appealing in specific multifunctional applications.

Despite their differences, both MoS_2 and graphite nanoparticles face common challenges such as agglomeration, poor interfacial bonding, and optimisation of loading content. Recent studies suggest that hybrid approaches combining MoS_2 with graphite or other nanomaterials may offer synergistic effects, enhancing both tribological and mechanical performance.

In summary, MoS_2 nanoparticles offer superior tribological performance under harsh conditions compared to nano graphite, making them a more versatile choice for advanced self-lubricating metal composites. However, the selection between MoS_2 and graphite should be guided by the specific operating environment and performance requirements of the target application.

Keywords: nanoparticles, graphite, molybdenum disulfide

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

LEVERAGING AI IN SMART FARMING AND GREENHOUSE MONITORING FOR SUSTAINABLE AGRICULTURAL DEVELOPMENT IN NIGERIA

Aliu O. H
Department of Computer Engineering, Federal Polytechnic Ilaro, Ogun State, Nigeria

Olasina J. R
ASPMIRE Lab, Covenant University, Ota, Ogun State, Nigeria

ABSTRACT
The study examines the issue of small crop production and unpredictable performance within Nigerian greenhouse cultivation. The challenges that farmers always face include unfavorable weather, pest infestation, and restricted access to modern technology. The purpose of the work is to optimize forecasts of agricultural yields and incomes of farmers with the help of artificial intelligence (AI) and demonstrate how it is possible to promote the implementation of AI to enhance sustainable and better farming. The study used a curated dataset named nigeria_ai_greenhouse, and it has attributes such as the size of the farms, type of crop, irrigation, fertilizer, weather, soil moisture, greenhouse, and household income. Four machine learning models were trained and tested after cleaning and preparation of the data: Ridge Regression, XGBoost, TensorFlow Decision Forests Random Forest (TF-DF RF), and TensorFlow Decision Forests Gradient Boosted Trees (TF-DF GBT). MAE, RMSE, R^2, MAPE, and median absolute error were used to measure model performance. The results obtained demonstrated that XGBoost is the best-performing model with the least errors (MAE 237.26, RMSE 325.16, R^2 0.982), followed by TF-DF Random Forest (MAE 309.64, R^2 0.968). Ridge regression and regression performed all quite well, and TF-DF gradient boosted trees gave the least accurate predictions. Finally, it can be recommended to expect the delivery of reliable predictions made by AI models, particularly XGBoost and TF-DF Random Forest, coupled with supporting greenhouse farming and contributing to the enhancement of sustainable farming in Nigeria.
Keywords: Artificial Intelligence, Crop Yield Prediction, Greenhouse Farming, Machine Learning Models.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

EVALUATING AI-DRIVEN MACHINE LEARNING MODELS: A COMPARATIVE ANALYSIS FOR ENHANCED PREDICTIVE PERFORMANCE

Jatinkumar Bhimjibhai KOTADIYA
Research scholar in Computer Science Department, Atmiya University, Rajkot, India

Dr. Dharmendra Jayantilal AMBANI
Assistant Professor in Computer Science Department, Harivandana College, Rajkot, India

Ms. Hetal Pravinsinh JADEJA
Assistant Professor in Computer Science Department, At Harivandana College, Rajkot, India

ABSTRACT
Artificial Intelligence (AI) has transformed predictive analytics by enabling machine learning (ML) models to derive valuable insights from extensive and intricate datasets. This research presents a comparative evaluation of various AI-driven ML algorithms with the objective of identifying models that offer enhanced predictive performance across diverse application domains. The study focuses on key supervised learning techniques, including Logistic Regression, Decision Trees, Support Vector Machines (SVM), Random Forests, and Gradient Boosting Machines (GBM), along with ensemble methods. A structured methodology involving data preprocessing, feature engineering, model training, and cross-validation was employed. The models were assessed using performance metrics like accuracy, precision, recall, F1-score, and ROC-AUC to guarantee a thorough and equitable evaluation. Experimental results reveal that ensemble-based algorithms, particularly Gradient Boosting and Random Forest, consistently outperform individual models in terms of robustness and generalization. This research enhances the domain of AI by providing actionable guidance on choosing the best ML models for prediction tasks, and by aiding in the creation of smarter, more dependable, and scalable AI solutions.
Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Predictive Performance, Model Evaluation, Classification Algorithms, Comparative Analysis, Data Mining, Performance Metrics, Text Classification, Sentiment Analysis

INTRODUCTION
The increasing availability of complex datasets across various domains has amplified the need for effective predictive modeling techniques. Artificial Intelligence, especially via machine learning, provides strong resources for deriving insights and generating informed forecasts. This study focuses on the comparative evaluation of key supervised learning algorithms Logistic Regression, Decision Trees, Support Vector Machines, Random Forests, and Gradient Boosting Machines—emphasizing their performance across diverse metrics. Recognizing that no single model excels universally, the research employs a standardized methodology to assess accuracy, precision, recall, F1-score, and ROC-AUC, with a particular focus on the strengths of ensemble methods. The objective is to guide practitioners in selecting appropriate models for specific predictive tasks, thereby contributing to the development of more reliable and scalable AI-driven solutions.

RELATED WORK
Extant literature underscores the evolution from traditional statistical models, such as logistic regression and decision trees, to advanced AI-driven techniques like machine learning and deep learning for predictive customer behavior analytics. Numerous studies highlight the superior scalability, accuracy, and pattern recognition capabilities of AI models, particularly in processing large, unstructured datasets in real-time. Recent research also emphasizes the integration of AI with technologies like IoT and blockchain, as well as the rising importance of Explainable AI (XAI) to address transparency and ethical concerns in model deployment [1].

Recent literature underscores the transformative role of AI-driven machine learning models in healthcare predictive analytics, emphasizing their capability to improve diagnostic precision and clinical decision-making. Studies have explored the application of supervised and deep learning techniques across diverse medical datasets, including electronic health records, medical imaging, and genomic data. Notable advancements include AI models achieving expert-level accuracy in early disease detection and risk stratification. Nonetheless, current studies also point out difficulties like data diversity, model clarity, and ethical issues, requiring additional exploration into standardized, clear, and scalable AI incorporation in clinical environments [2].

Existing literature underscores the growing significance of predictive maintenance in industrial settings, highlighting its evolution from reactive and scheduled approaches to intelligent, data-driven methodologies. Numerous studies have demonstrated the efficacy of machine learning models—such as Support Vector Machines, Random Forests, and deep learning architectures—in accurately forecasting equipment failures using sensor-based data. Prior research emphasizes the role of data preprocessing, feature selection, and model evaluation techniques in enhancing prediction accuracy. These foundational insights form the basis for the present study's comparative evaluation of AI-driven predictive models for industrial maintenance optimization [3].

Recent scholarly investigations underscore the transformative role of artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) in the field of industrial robotics, particularly in enhancing autonomous functionality, operational efficiency, and predictive accuracy. Studies have explored various AI-driven techniques—including deep learning, reinforcement learning, and optimization algorithms—for their applications in robotic navigation, object recognition, and real-time decision-making. Comparative analyses in the literature reveal a growing emphasis on evaluating model performance to ensure reliability, adaptability, and energy efficiency in complex industrial environments. This evolving body of research forms a foundational basis for advancing intelligent automation through AI-integrated robotic systems [4].

Recent studies have underscored the growing convergence of quantum computing with AI and machine learning to address limitations in traditional predictive analytics, particularly concerning scalability and processing high-dimensional data. Research involving hybrid quantum-classical approaches, such as Quantum Neural Networks (QNNs) and Quantum Support Vector Machines (QSVMs), has demonstrated notable improvements in accuracy and computational efficiency across domains like healthcare, finance, and environmental modeling. Frameworks like Qiskit and TensorFlow Quantum have been instrumental in operationalizing these advancements. This evolving body of literature highlights the transformative potential of quantum-enhanced AI models in overcoming the bottlenecks faced by classical machine learning systems [5].

Recent advancements in nanomaterial research have highlighted the transformative role of machine learning (ML) in predictive modeling, enabling efficient exploration of complex material-property relationships. Numerous studies have employed supervised learning, neural networks, and ensemble methods to accurately forecast electronic, thermal, and structural properties of nanomaterials. Additionally, the integration of transfer learning and feature engineering has enhanced model adaptability and interpretability across varied material domains. These developments underscore the growing shift from conventional trial-and-error methodologies to data-driven approaches in materials science [6].

Recent research highlights the increasing significance of incorporating artificial intelligence and machine learning into CI/CD pipelines to improve predictive accuracy and operational efficiency in software development. Prior research has explored the use of supervised learning models—such as decision trees, random forests, and neural networks—for failure prediction, demonstrating notable improvements in early anomaly detection. Additionally, advancements in unsupervised learning have enabled dynamic anomaly identification and automated rollback mechanisms. These developments collectively form the foundation for evaluating and comparing AI-driven approaches to optimize CI/CD processes [7].

Recent scholarly works have extensively examined the integration of artificial intelligence in predictive maintenance, emphasizing its potential to enhance operational efficiency and asset reliability.

Studies highlight the effectiveness of machine learning models and IoT-enabled systems in detecting anomalies and forecasting failures across various infrastructure settings. However, existing literature also identifies persistent challenges, such as data fragmentation, limited scalability, and difficulties in model generalization. This review synthesizes these findings to establish a foundation for the comparative evaluation of AI-driven predictive maintenance approaches [8].

Recent academic discussions emphasize the increasing importance of artificial intelligence and machine learning in enhancing predictive healthcare, especially regarding aging demographics. Studies emphasize the efficacy of AI-driven models in early disease detection, risk assessment, and personalized treatment strategies. The integration of digital twin technology further enhances predictive precision by enabling real-time simulation of individual health profiles. Despite promising outcomes, literature also identifies challenges related to data security, ethical considerations, and the scalability of such systems across diverse healthcare settings [9].

Recent studies underscore the growing significance of artificial intelligence in predictive maintenance (PdM), particularly within telecommunications systems. Prior research has explored various machine learning and deep learning techniques—such as Random Forest, LSTM, and Autoencoders—for fault classification and anomaly detection, highlighting their potential to reduce operational disruptions. Additionally, the emergence of reinforcement learning and edge-based AI solutions has opened new avenues for dynamic, real-time maintenance scheduling. However, challenges related to data imbalance, model interpretability, and privacy continue to shape ongoing research efforts aimed at developing more robust and scalable PdM frameworks [10].

RESEARCH METHODOLOGY

This research adopts a systematic and empirical approach to evaluate and compare the predictive performance of various AI-driven machine learning (ML) algorithms. The methodology is structured across several key stages, including dataset selection, data preprocessing, feature engineering, model development, training and validation, performance evaluation, and result interpretation. Each phase was executed with the objective of ensuring replicability, fairness, and objectivity in model comparison.

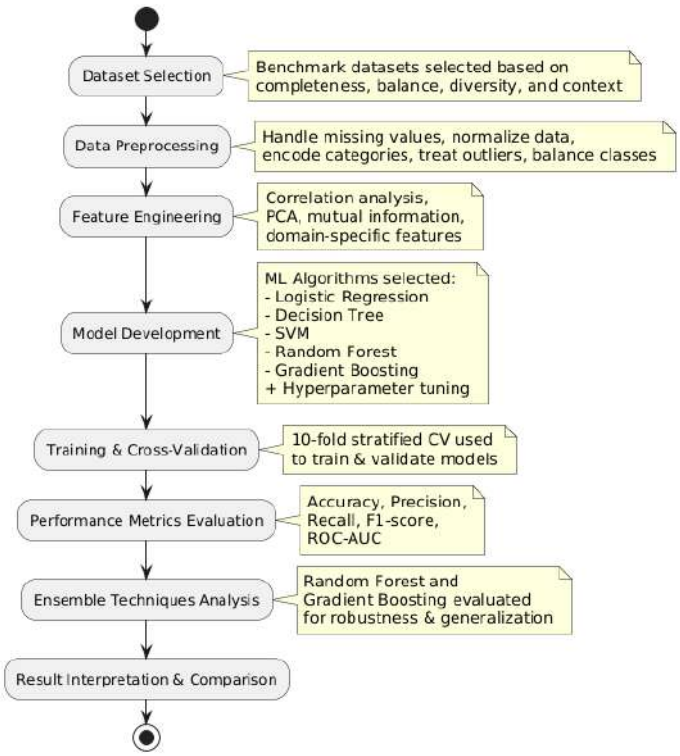


Fig1. Research Methodology - Model Architecture

1. Dataset Selection
The study utilizes benchmark datasets commonly employed in predictive modeling tasks across various domains. Selection criteria included dataset completeness, class balance, diversity in features, and availability of real-world application context. Multiple datasets were used to generalize findings across different data distributions and problem complexities.

2. Data Preprocessing
Preprocessing was performed to enhance data quality and ensure compatibility with ML algorithms. This phase involved handling missing values, encoding categorical variables, normalizing numerical features, and addressing data imbalance using techniques such as oversampling and undersampling. Outliers were detected and treated based on interquartile range (IQR) and z-score methods to mitigate noise and improve model stability.

3. Feature Engineering
Feature engineering aimed to extract informative and relevant features that contribute to model learning. Techniques such as correlation analysis, mutual information, and principal component analysis (PCA) were applied to reduce dimensionality and eliminate redundant attributes. Where appropriate, domain-specific knowledge was incorporated to generate new composite features that enhanced predictive power.

4. Model Development
A set of supervised machine learning algorithms was selected for comparative evaluation. The selected models comprise Logistic Regression, Decision Trees, Support Vector Machines, Random Forest, and Gradient Boosting Machines. These algorithms were selected based on their established usage in classification tasks and their distinct learning mechanisms. Hyperparameters were tuned through grid search and randomized search methods to identify optimal model configurations.

5. Training and Cross-Validation
Each model was trained using a stratified k-fold cross-validation approach, with k set to 10, to reduce variance and ensure robustness of evaluation. This method partitions the data into training and validation subsets multiple times, allowing all data points to be used for both training and validation. Performance metrics were averaged across all folds to provide a reliable estimate of model effectiveness.

6. Performance Metrics
The models were evaluated based on a comprehensive set of performance metrics: accuracy, precision, recall, F1-score, and area under the receiver operating characteristic curve (ROC-AUC). These metrics were selected to capture both the correctness and completeness of the predictions, particularly in cases of class imbalance. The inclusion of ROC-AUC enabled an assessment of the models' discriminative capability across classification thresholds.

7. Ensemble Techniques
Ensemble techniques like Random Forest and Gradient Boosting were incorporated into the analysis to improve model performance and decrease variance. These techniques combine multiple weak learners to form a stronger predictive model and were evaluated in parallel with individual classifiers to determine comparative advantages in terms of stability, generalization, and interpretability.

8. Implementation Environment
The implementation was carried out using Python programming language and popular ML libraries including Scikit-learn, XGBoost, and Pandas. Computation was performed on a high-performance computing environment equipped with multi-core processors and sufficient memory to handle large-scale data operations efficiently.

This methodological framework ensured a fair and systematic evaluation of ML algorithms, leading to credible and reproducible findings. The use of multiple datasets, diverse algorithms, and rigorous validation procedures strengthens the generalizability of the results and supports the broader applicability of the research outcomes in real-world predictive analytics scenarios.

FINDINGS

The findings of this study highlight the superior performance of ensemble learning models, particularly Random Forest and Gradient Boosting Machines, which consistently outperformed individual algorithms in terms of accuracy, robustness, and generalization across diverse datasets. Support Vector Machines demonstrated balanced effectiveness in high-dimensional settings, while Logistic Regression performed adequately in linearly separable scenarios due to its simplicity and interpretability. In contrast, standalone Decision Trees were more susceptible to overfitting. The research also emphasizes the pivotal role of data preprocessing and feature engineering in optimizing model outcomes. Moreover, the use of comprehensive evaluation metrics provided a more accurate depiction of each model's strengths and limitations, reinforcing the conclusion that while no single algorithm is universally optimal, ensemble models offer broad applicability and enhanced predictive reliability in varied analytical contexts.

Model	Performance	Strengths	Weaknesses	Best Use Cases
Random Forest (RF)	High accuracy and robustness across datasets	Handles overfitting well, strong generalization, interpretable feature importance	Computationally intensive with large datasets	General-purpose classification, imbalanced or noisy data
Gradient Boosting (GBM)	Highest predictive performance among all models	Excellent accuracy, can capture complex patterns, effective for structured data	Requires careful tuning, prone to overfitting if not regularized	Competitions, tabular data, complex real-world problems
Support Vector Machine (SVM)	Balanced performance in high-dimensional data	Effective in sparse or high-dimensional feature spaces, robust decision boundary	Slower on large datasets, limited interpretability	Text classification, bioinformatics, image recognition
Logistic Regression (LR)	Moderate performance in simple, linearly separable data	Simple and fast, interpretable coefficients, well-suited for binary outcomes	Poor at capturing non-linearity, limited scalability	Medical diagnosis, customer churn prediction
Decision Tree (DT)	Lower performance due to overfitting tendency	Easy to visualize and interpret, fast training	Prone to overfitting, less robust on unseen data	Exploratory analysis, decision support systems
Preprocessing & Feature Engineering	Significant impact on model performance	Enhances signal from data, reduces noise, improves model learning	Time-consuming, requires domain expertise	All ML workflows, especially with unstructured data
Evaluation Metrics	Improved model comparison and selection	Multi-metric analysis (e.g., accuracy, precision, recall, F1-score) reveals true model quality	Requires understanding of metrics trade-offs	Model benchmarking, research studies, production readiness

Table1. Comparative Evaluation of Machine Learning Models Based on Performance, Strengths, and Applicability

DISCUSSION

The comparative analysis presented in this study highlights the superior performance of ensemble-based machine learning models—particularly Random Forest and Gradient Boosting—over individual algorithms in predictive tasks. These models demonstrated greater accuracy, robustness, and generalization due to their ability to mitigate overfitting through aggregated learning. While simpler models like Logistic Regression and Decision Trees offer advantages in interpretability and computational efficiency, they exhibited limitations in handling complex or non-linear patterns. The discussion also emphasizes the importance of comprehensive evaluation metrics beyond accuracy, such as precision, recall, F1-score, and ROC-AUC, to ensure balanced assessment. Furthermore, consistent data preprocessing played a pivotal role in enabling fair comparisons. Ultimately, the study underscores the necessity of aligning model selection with the specific demands of the application domain, balancing predictive performance with interpretability and resource considerations.

CONCLUSION

This study has systematically explored and evaluated the comparative performance of several AI-driven machine learning algorithms to determine their efficacy in predictive analytics across diverse application domains. By employing a rigorous methodology encompassing data preprocessing, feature engineering, model training, and cross-validation, the research ensured that the comparative analysis remained objective and reproducible. Supervised learning models such as Logistic Regression, Decision Trees, Support Vector Machines, Random Forests, and Gradient Boosting Machines were assessed using comprehensive performance metrics, including accuracy, precision, recall, F1-score, and ROC-AUC.

The experimental findings highlight that ensemble learning techniques, particularly Random Forest and Gradient Boosting, demonstrate superior performance compared to standalone models. These ensemble models consistently exhibited enhanced robustness, higher generalization capability, and greater adaptability to complex and imbalanced datasets. Their ability to integrate multiple weak learners into a cohesive and powerful predictive framework makes them particularly suitable for real-world applications where reliability and precision are paramount. This research contributes valuable empirical evidence to the ongoing discourse on model selection in machine learning, emphasizing the practical advantages of ensemble approaches. The insights derived from this study can guide data scientists and practitioners in selecting appropriate algorithms for various predictive tasks, ultimately supporting the development of intelligent and scalable AI systems. Future research may extend this work by incorporating deep learning architectures, unsupervised learning techniques, or domain-specific datasets to further refine model selection strategies and improve predictive accuracy.

FUTURE WORK

Future work in this domain should focus on extending the current comparative analysis by incorporating advanced deep learning models such as RNNs, CNNs, and transformer-based architectures to better handle complex and unstructured data. Emphasis should also be placed on integrating AutoML techniques to streamline model selection and hyperparameter tuning, as well as implementing explainability tools like SHAP and LIME to enhance transparency. Further research should evaluate model robustness across diverse, real-world datasets and explore privacy-preserving methods, including federated learning, to ensure data security and ethical deployment in sensitive applications. These advancements will contribute to the development of more accurate, interpretable, and scalable AI solutions.

RECOMMENDATIONS

In summary, this study recommends prioritizing ensemble methods such as Random Forest and Gradient Boosting for their superior predictive accuracy and robustness, while also recognizing the continued relevance of simpler models in contexts demanding interpretability and computational efficiency. Emphasis is placed on the critical role of thorough feature engineering, the necessity of employing cross-validation techniques to ensure model generalizability, and the use of multiple evaluation metrics for comprehensive performance assessment.

Additionally, considerations related to model scalability, deployment efficiency, and the need for ongoing monitoring and retraining are highlighted as essential for maintaining long-term model reliability in dynamic data environments.

REFERENCES

N. Nkomo and M. N. Mupa, "The Impact of Artificial Intelligence on Predictive Customer Behaviour Analytics in E-commerce: A Comparative Study of Traditional and AI-driven Models," vol. 8, no. 5, 2024.

"AI-Driven Healthcare: Predictive Analytics for Disease Diagnosis and Treatment," *Int. J. Mod. Trends Sci. Technol.*, vol. 10, no. 06, pp. 5–9, Jun. 2024, doi: 10.46501/ijmtst1006002.

N. R. Mitta, "AI-Enhanced Predictive Maintenance Systems for Industrial Equipment: Developing Machine Learning Models to Forecast Failures, Optimize Maintenance Schedules, and Minimize Downtime," vol. 10.

K. P. -, L. N. -, A. H. -, and S. G. -, "AI-Driven Industrial Robotics: Revolutionizing Automation with Machine Learning and Intelligent Adaptation," *Int. J. Multidiscip. Res.*, vol. 7, no. 1, Feb. 2025, doi: 10.36948/ijfmr.2025.v07i01.37805.

F. K. Al Shammri, M. A. Al-Shareeda, A. A. J. Abbood, M. A. Almaiah, and R. AlAli, "Quantum-Enhanced AI and Machine Learning: Transforming Predictive Analytics," *Recent Adv. Electr. Electron. Eng. Former. Recent Pat. Electr. Electron. Eng.*, vol. 18, Apr. 2025, doi: 10.2174/0123520965377470250225062938.

D. S. Hundekari, D. J. Prakash, S. Choudari, B. L. Koley, A. K. Biswas, and S. Ray, "Machine Learning-Driven Nanomaterial Design: Predictive Modeling for Enhanced Performance in Electronics," vol. 20, 2024.

V. M. Tamanampudi, "AI-Enhanced Continuous Integration and Continuous Deployment Pipelines: Leveraging Machine Learning Models for Predictive Failure Detection, Automated Rollbacks, and Adaptive Deployment Strategies in Agile Software Development," vol. 10.

E. Oye, S. Luckvurst, and M. Owen, "AI-Driven Predictive Maintenance for Building Infrastructure".

W. Joseph, "AI-Driven Predictive Models for Healthy Aging: Integrating Digital Twins and Machine Learning".

J. L. Silitonga, "A Review of AI-Driven Predictive Maintenance in Telecommunications," *Int. J. Inf. Syst. Innov. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 25–31, Dec. 2024, doi: 10.63322/tsq25y55.

Xie, T., & Grossman, J. C. (2018). Crystal Graph Convolutional Neural Networks for an Accurate and Interpretable Prediction of Material Properties. Physical Review Letters, 120(14), 145301.

Rajan, K. (2015). Materials Informatics: The Materials "Gene" and Big Data. Annual Review of Materials Research, 45(1), 153-169.

Butler, K. T., Davies, D. W., Cartwright, H., Isayev, O., & Walsh, A. (2018). Machine Learning for Molecular and Materials Science. Nature, 559(7715), 547-555.

Ward, L., Liu, R., Krishna, A., Hegde, V. I., & Wolverton, C. (2016). Including Crystal Structure Attributes in Machine Learning Models of Formation Energies via Voronoi Tessellations. Physical Review B, 94(9), 094104.

Jha, D., Ward, L., Paul, A., Liao, W.-K., Wolverton, C., Choudhary, A., & Agrawal, A. (2018). ElemNet: Deep Learning the Chemistry of Materials From Only Elemental Composition. Scientific Reports, 8(1), 17593.

M. A. Khan, S. A. Rizvi, and F. K. Al-Turjman, "Artificial intelligence-based predictive maintenance for smart telecommunications networks," Access, vol. 9, pp. 108929-108944, 2021.

C. Zhang and Y. Wang, "Challenges and opportunities in AI-driven predictive maintenance for telecom networks," Internet of Things Journal, vol. 8, no. 6, pp. 4541-4555,2021.

J. Liu, T. H. Luan, and X. Shen, "Data privacy and security in AI-based predictive maintenance," Communications Surveys & Tutorials, vol. 23, no. 2, pp. 1237-1261, 2022.

R. Kumar et al., "IoT-enabled predictive maintenance in 5G networks: A machine learning approach," Transactions on Network and Service Management, vol. 18, no. 4, pp. 4678-4692, 2021.
S. Gupta and L. Singh, "Federated learning for predictive maintenance in telecommunications," Transactions on Artificial Intelligence, vol. 3, no. 1, pp. 22-35, 2022.

PARTICLE IMAGE VELOCIMETRY (PIV) EXPERIMENTS AND THEIR APPLICATIONS

Zahid Ullah KHAN
School of Mechanical Engineering and Automation, Northeastern University, Shenyang, China

ABSTRACT
Particle Image Velocimetry (PIV) is a sophisticated optical measuring method that is often used to quantitatively analyze complicated fluid flows. In this work, PIV was used to evaluate airflow characteristics inside an anatomically correct model of the human nasal cavity. The experimental setup included a high-resolution laser system to create a thin light sheet, tracer particles seeded in the airflow to track fluid motion, and a high-speed camera synced with the laser pulses to record particle displacements. Cross-correlation methods were used to extract instantaneous velocity fields and flow patterns from the recorded pictures. Each system component has a distinct purpose: the seeding particles serve as flow tracers, the laser illuminates the measurement plane, the camera captures particle motion, and the processing software reconstructs velocity vectors. This non-invasive technology enables for exact assessment of flow patterns such as jet formation, vortices, and recirculation zones that occur inside the nose tube. PIV's applications include verifying computational fluid dynamics (CFD) models, enhancing medical device design (for example, nasal medication administration systems), and increasing clinical knowledge of nasal airflow physiology. The study shows that PIV gives precise, time-resolved flow information, which is important for biological research and engineering applications involving respiratory fluxes.
Keywords: Particle Image Velocimetry (PIV); Nasal airflow; Experimental fluid mechanics; Optical flow measurement; Respiratory flow analysis; Biomedical applications; Flow visualization; CFD validation

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

NEXT-GENERATION IOT WITH EDGE INTELLIGENCE

S. REASHMI
Department of Computer Science Engineering, Kamaraj College of Engineering and Technology Virudhunagar, Tamilnadu, India

Dr. S. SELVAM
Head & Assistant Professor, Department of Computer(Artificial Intelligence), Nadar Mahajana Sangam, S. Vellaichamy Nadar College, Madurai, Tamilnadu, India

ABSTRACT
The convergence of Artificial Intelligence (AI) and the Internet of Things (IoT) is transforming how data is collected, processed, and utilized in modern applications. Traditionally, IoT devices rely on cloud computing for data analysis, which often results in latency, high bandwidth usage, and potential security risks. To address these challenges, Edge AI—the deployment of AI algorithms on edge devices close to the data source—has emerged as a powerful solution.
By enabling local data processing, Edge AI reduces dependency on cloud infrastructure, ensures real-time decision-making, enhances data privacy, and optimizes network efficiency. This paradigm shift is particularly valuable in domains such as smart cities, healthcare, manufacturing, transportation, and agriculture, where instant responses and reliable operations are critical.
Despite its benefits, Edge AI also faces challenges including limited computational resources, energy constraints, and the need for efficient model deployment. Nonetheless, it represents a crucial step toward building intelligent, autonomous, and scalable IoT ecosystems that will drive future innovation across industries.
Keywords: Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), Edge AI, Real-Time Data Processing

1. INTRODUCTION
The rapid growth of the Internet of Things (IoT) has led to billions of connected devices generating massive amounts of data every second. Traditionally, this data is sent to centralized cloud servers for processing and analysis. However, relying solely on the cloud can introduce latency, increase bandwidth usage, and raise privacy concerns.
Edge AI combines artificial intelligence (AI) with edge computing, enabling IoT devices to process and analyze data locally—directly at the source. By deploying AI algorithms on edge devices, such as sensors, cameras, or industrial machines, decisions can be made in real-time without depending on continuous cloud connectivity.
This integration brings significant advantages, including faster response times, reduced network traffic, enhanced data privacy, and greater autonomy for IoT devices. Edge AI is increasingly applied across various domains, from smart homes and healthcare to industrial automation and autonomous vehicles, shaping the next generation of intelligent and responsive IoT systems.

Key Features of Edge AI for IoT
Real-Time Processing
Data is analyzed locally on IoT devices, enabling instant decision-making without relying on cloud servers.

Low Latency
Reduces delays by processing data near the source, which is essential for applications like autonomous vehicles, robotics, and healthcare monitoring.

Reduced Bandwidth Usage
Only relevant or summarized data is sent to the cloud, minimizing network traffic and costs.

Enhanced Privacy & Security
Sensitive information (e.g., health data, video feeds) can be processed locally, reducing the risk of data leaks during transmission.

Offline Functionality & Autonomy
Devices can continue to operate and make intelligent decisions even without stable internet connectivity.

Energy Efficiency
AI models optimized for edge devices consume less power, which is crucial for battery-operated IoT sensors.

Scalability
Edge AI allows large IoT networks to grow without overwhelming central cloud systems.

Domain-Specific Customization
AI models can be tailored to specific applications such as predictive maintenance, anomaly detection, or image recognition at the edge.

Types of Edge AI for IoT
Device-Level Edge AI
AI runs directly on IoT devices such as smart cameras, wearables, or sensors.
Uses lightweight AI models optimized for limited hardware.
Example: A fitness tracker analyzing heart rate locally to detect irregular patterns.

Gateway-Level Edge AI
AI processing happens on an edge gateway that connects multiple IoT devices to the cloud.
Provides more computing power than individual devices.
Example: An industrial IoT gateway analyzing data from several factory sensors before sending summaries to the cloud.

On-Premise/Edge Server AI
Local servers or micro data centers installed near the IoT network run advanced AI models.
Suitable for high-volume or complex data (e.g., video analytics).
Example: A hospital's on-premise server analyzing medical imaging data in real-time.

Hybrid Edge AI
Combines local processing with cloud-based AI for model training, updates, and backup.
Edge devices handle real-time inference, while the cloud handles large-scale learning.
Example: Autonomous vehicles where immediate decisions (like braking) happen at the edge, while driving pattern improvements are learned in the cloud.

Advantages of Edge AI for IoT

- Real-Time Decision Making

Processes data instantly at the source, which is critical for applications like autonomous driving, industrial automation, and healthcare monitoring.

- Low Latency

Eliminates delays caused by sending data to the cloud, enabling faster responses.

- Reduced Bandwidth Usage

Only essential or summarized data is transmitted, lowering network congestion and costs.

● Enhanced Privacy & Security
Sensitive data stays on local devices, minimizing the risk of breaches during transmission.
● Offline Functionality & Reliability
Devices can continue operating intelligently even with poor or no internet connectivity.
● Energy & Cost Efficiency
Optimized AI models reduce power consumption and cloud usage, making systems more affordable in the long term.
● Scalability
Supports large IoT deployments without overwhelming central cloud servers.
● Customizability
Edge AI models can be tailored to specific industry needs, such as predictive maintenance, anomaly detection, or video analytics.

Disadvantages of Edge AI for IoT

● Limited Computational Power
Edge devices often have restricted processing capacity compared to powerful cloud servers, limiting the complexity of AI models they can run.

● Energy Constraints
Many IoT devices are battery-powered, so running AI workloads can drain energy faster.

● High Initial Costs
Specialized edge hardware (AI chips, accelerators) and deployment can be expensive.

● Model Update & Maintenance Challenges
Updating AI models across thousands of distributed devices is complex and may require advanced management systems.

● Storage Limitations
Edge devices typically have limited memory, restricting the amount of data they can store or process locally.

● Scalability Issues for Complex AI
While scalable for many devices, highly advanced AI applications may still need cloud or hybrid support.

● Security Risks at Device Level
Although data stays local, edge devices themselves may be vulnerable to physical tampering or cyberattacks.

● Integration Complexity
Combining edge AI with existing IoT and cloud systems can be technically challenging.

Future Scope of Edge AI for IoT
● Smarter IoT Devices
Future IoT devices will come with built-in AI accelerators, enabling more complex decision-making directly on low-power hardware.

● 5G and Beyond Integration
With ultra-low latency and high bandwidth, 5G networks will enhance Edge AI performance, especially in applications like autonomous vehicles, AR/VR, and remote surgeries.

● Federated Learning
Edge devices will collaboratively train AI models without sharing raw data, improving privacy and personalization while reducing reliance on centralized servers.

● Autonomous Systems
Drones, robots, and vehicles will increasingly rely on Edge AI for real-time navigation, predictive maintenance, and situational awareness.

● Edge-Cloud Collaboration (Hybrid AI)
A balanced ecosystem will emerge where the edge handles real-time inference and the cloud manages large-scale training, updates, and coordination.

● Enhanced Security with AI
Edge AI will not only process data but also provide real-time anomaly detection to protect IoT networks from cyberattacks.

● Industry-Specific Innovations
Healthcare: Continuous patient monitoring and personalized treatments.
Agriculture: Smart farming with predictive crop and soil analytics.
Manufacturing: Fully automated smart factories with predictive quality control.
Smart Cities: Intelligent traffic, waste, and energy management ssystems

● Standardization & Interoperability
Future developments will focus on creating standard platforms, frameworks, and protocols to make Edge AI solutions widely adaptable across industries.

CONCLUSION

Edge AI has emerged as a transformative technology that bridges the gap between artificial intelligence and the Internet of Things. By enabling IoT devices to process and analyze data locally, it overcomes the challenges of latency, bandwidth consumption, and data privacy associated with traditional cloud-based systems. Its ability to deliver real-time insights, enhanced security, and autonomous decision-making makes it highly valuable across domains such as healthcare, manufacturing, transportation, agriculture, and smart cities.
However, challenges such as limited computational resources, energy constraints, and model management must still be addressed to fully unlock its potential. With the integration of 5G, federated learning, and hybrid edge–cloud architectures, the future of Edge AI in IoT points toward highly intelligent, efficient, and scalable ecosystems.
In conclusion, Edge AI is not just an enhancement to IoT but a key enabler of the next generation of intelligent, adaptive, and secure connected systems that will drive innovation across industries.

REFERENCES

A. Liatifis , R Sarigiannidis , V. Argyriou , and T. Lagkas , “Advancing SDN: From OpenFlow to P4, a survey,” ACM Computing Surveys, Aug. 2022, doi: 10.1145/3556973.

B. S. Khan , S. Jangsher , A. Ahmed , and A. Al-Dweik , “URLLC and eMBB in 5G industrial IoT: A survey,” IEEE Open Journal of the Communications Society, vol. 3, pp. 1134-1163, 2022, doi:10.1109/OJCOMS.2022.3189013.

D. Kreutz , F. M. V. Ramos , P. E. Veríssimo , C. E. Rothenberg , S. Azodolmolky , and S. Uhlig , "Software-defined networking: A comprehensive survey," Proceedings of the IEEE, vol. 103, no. 1, pp. 14-76, 2015, doi: 10.1109/JPROC.2014.2371999.

H. Cao , M. Wachowicz , C. Renso , and E. Carlini , "Analytics everywhere: Generating insights from the internet of things," IEEE Access, vol. 7, pp. 71749–71769, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2919514.

K. Kaur , V. Mangat , and K. Kumar , "A comprehensive survey of service function chain provisioning approaches in SDN and NFV architecture," Computer Science Review, vol. 38, p. 100298, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100298.

K. M. S. Huq , S. A. Busari , J. Rodriguez , V. Frascolla , W. Bazzi , and D. C. Sicker , "Terahertz-enabled wireless system for beyond-5G ultrafast networks: A brief survey," IEEE Network, vol. 33, no. 4, pp. 89-95, 2019, doi: 10.1109/MNET.2019.1800430.

L. Zhang et al., "A survey on 5G millimeter wave communications for UAV-assisted wireless networks," IEEE Access, vol. 7, pp. 117460-117504, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2929241.

Linux Foundation , "Open programmable infrastructure project." Sep. 2022. [Online]. Available: http://www.opiproject.org/

N. McKeown et al., "OpenFlow: Enabling innovation in campus networks," SIGCOMM Comput. Commun. Rev., vol. 38, no. 2, pp. 69-74, Mar. 2008, doi: 10.1145/1355734.1355746.

NG-IoT Consortium , "Building a roadmap for the next generation internet of things: Research, innovation and implementation 2021-2027" Sep. 2019.

R. Amin , E. Rojas , A. Aqdus , S. Ramzan , D. Casillas-Perez , and J. M. Arco , "A survey on machine learning techniques for routing optimization in SDN," IEEE Access, vol. 9, pp. 104582-104611, 2021, doi:10.1109/ACCESS.2021.3099092.

R. Vilalta et al., "Cloud-native SDN network management for beyond 5G networks with TeraFlow," virtual event, Jun. 2021. Available: https://zenodo.org/record/5089908

X. Chen , D. W. K. Ng , W. Yu , E. G. Larsson , N. Al-Dhahir , and R. Schober , "Massive access for 5G and beyond," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 39, no. 3, pp. 615-637, 2021, doi: 10.1109/JSAC.2020.3019724.

Z. Latif , K. Sharif , F. Li , M. M. Karim , S. Biswas , and Y. Wang , "A comprehensive survey of interface protocols for software defined networks," Journal of Network and Computer Applications, vol. 156, p. 102563, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/jjnca.2020.102563.

Z. Zhang et al., "6G wireless networks: Vision, requirements, architecture, and key technologies," IEEE Vehicular Technology Magazine, vol. 14, no. 3, pp. 28-41, 2019, doi: 10.1109/MVT.2019.2921208

OPTIMIZATION OF CIGS SOLAR CELL EFFICIENCY THROUGH ZINC SULFIDE INSULATION LAYER INTEGRATION

Abdelali LAID
Applied Material Laboratory, University Djillali Liabes of Sidi Bel Abbes, Algeria

Abed ZOULIKHA
Applied Material Laboratory, University Djillali Liabes of Sidi Bel Abbes, Algeria

ABSTRACT
In this study, we simulate a CIGS solar cell incorporating a ZnS buffer layer using the Silvaco-Atlas simulation tool. The optimized cell configuration achieved a power conversion efficiency of 24.13%, a short-circuit current density of 37.81 mA/cm², an open-circuit voltage of 740 mV, and a fill factor of 78.78%. These results were obtained for a CIGS absorber with a bandgap of approximately 1.41 eV, corresponding to a gallium-to-indium ratio (x) of 0.5. The performance enhancement is attributed to the optimization of ZnS buffer layer parameters, including its thickness and acceptor concentration.
Keywords: Bufferlayer(ZnS), CIGS, Solarcell, Optimization, Silvaco-Atlas

EFFECTS OF ANTIOXIDANT AGENTS USED IN CARDIOTOXICITY ON CELL DEATH MECHANISMS

Öğr. Gör. Mustafa Orhan TUNÇEL
İnönü University Faculty of Pharmacy, Department of Basic Pharmaceutical Sciences, Malatya, Turkey
ORCİD NO: 0000-0002-8999-2223

Öğr. Gör. Mehmet RAMAT
Harran University Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Şanlıurfa, Turkey
ORCİD NO: 0000-0003-4922-6708

Öğr. Gör. Kadir EĞİ
Gaziantep University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Gaziantep, Turkey
ORCİD NO: 0000-0003-4802-0994

ABSTRACT
Cardiotoxicity is a serious clinical complication, particularly associated with chemotherapeutic agents such as doxorubicin, which can induce irreversible damage to the myocardium. This study aims to evaluate the underlying cell death mechanisms of cardiotoxicity and the modulatory effects of natural antioxidant agents on these processes. A comprehensive literature review covering publications from 2020 to 2025 was conducted, focusing on programmed cell death mechanisms including apoptosis, necroptosis, ferroptosis, pyroptosis, and autophagy. In addition, natural antioxidants such as resveratrol, curcumin, oleuropein, quercetin, and hawthorn (Crataegus spp.) were analyzed in terms of their biochemical pathways and protective effects. Findings indicate that doxorubicin-induced cardiotoxicity is driven by oxidative stress, mitochondrial dysfunction, and pro-inflammatory signaling, which activate multiple cell death cascades. Resveratrol was shown to regulate caspase cascades and the AMPK/mTOR axis, curcumin suppressed apoptotic and pyroptotic signaling, oleuropein induced apoptosis through Mcl-1 regulation, quercetin targeted PI3K/Akt/mTOR and NF-κB pathways, while hawthorn inhibited caspase-3 activity and reduced ROS-mediated cell death. These data highlight that natural antioxidants act not only as ROS scavengers but also as direct modulators of programmed cell death mechanisms. In conclusion, these bioactive compounds hold promise as cardioprotective agents, either as standalone interventions or as adjuncts to conventional therapies.
Keywords: Antioxidants, Cardiotoxicity, Molecular pathways, Programmed cell death

KARDİTOKSİTİTEDE KULLANILAN ANTİOKSİDAN AJANLARIN HÜCRE ÖLÜM MEKANİZMALARINA ETKİLERİ

ÖZET
Kardiyotoksisite, özellikle doksorubisin gibi kemoterapötik ajanların kullanımına bağlı olarak gelişen ve kalp kası üzerinde geri dönüşsüz hasarlara yol açabilen ciddi bir klinik sorundur. Bu çalışma, kardiyotoksisitenin altında yatan hücre ölüm mekanizmalarını ve doğal antioksidan ajanların bu süreçler üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada 2020–2025 yılları arasında yayımlanan güncel literatür taranmış, apoptoz, nekroptoz, ferroptoz, piroptoz ve otofaji gibi programlanmış hücre ölüm mekanizmaları incelenmiştir. Ayrıca resveratrol, curcumin, oleuropein, quercetin ve alıç (Crataegus spp.) gibi doğal antioksidanların bu yolaklar üzerindeki etkileri biyokimyasal düzeyde analiz edilmiştir. Bulgular, doksorubisin kaynaklı kardiyotoksisitenin oksidatif stres, mitokondriyal disfonksiyon ve inflamatuvar sinyallerle tetiklenen çok katmanlı süreçlere dayandığını göstermektedir. Resveratrolün kaspaz kaskadını ve AMPK/mTOR yolunu düzenlediği, curcuminin apoptoz ve inflamatuvar piroptozu baskıladığı, oleuropeinin Mcl-1 regülasyonu üzerinden apoptozu indüklediği, quercetin'in PI3K/Akt/mTOR ile NF-κB yolaklarını hedef aldığı ve alıç'ın kaspaz-3 aktivitesini baskılayarak oksidatif stres kaynaklı hücre ölümünü engellediği belirlenmiştir.

Bu bulgular, doğal antioksidanların yalnızca oksidatif stresi azaltan değil, aynı zamanda programlanmış hücre ölümü mekanizmalarını doğrudan modüle eden ajanlar olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, bu bileşiklerin kardiyotoksisiteye karşı tek başına veya mevcut tedavilere destekleyici stratejiler olarak kullanımı umut vadetmektedir.
Anahtar Kelimeler: Antioksidanlar, Kardiyotoksisite, Moleküler yolaklar, Programlanmış hücre ölümü

GİRİŞ

Kardiyotoksisite, özellikle kanser tedavisi gibi hayati öneme sahip terapötik süreçlerde, kalp kası veya dolaşım sistemi üzerinde oluşan hasarlarla karakterize edilen önemli bir komplikasyondur. Bu durum, kalp yetmezliğinden aritmiye, miyokardit ve kardiyomiyopatiye kadar geniş bir klinik yelpazeye yayılabilir ve bazı vakalarda ileri düzeyde ve kalıcı sonuçlara yol açabilir (Avagimyan et al., 2025). Son yıllarda kanser tedavisindeki ilerlemeler sayesinde sağ kalım oranları artarken, tedavilerle ilişkili kardiyovasküler komplikasyonlar da aynı oranda artış göstermiştir; bu yüzden kardiyotoksisite, onkoloji hastalarının yaşam kalitesini ve uzun vadeli sağlığını ciddi şekilde etkileyebilecek bir sorun haline gelmiştir (Chen et al., 2025). Böylece, erken tanı, önleyici yaklaşımlar ve multidisipliner yönetim stratejilerinin geliştirilmesi, bu alanda giderek artan klinik ve araştırma ilgisini hak etmektedir (Lee & Reehal, 2024).

Doksorubisin, lösemi, lenfoma, sarkom, meme ve jinekolojik kanserler gibi birçok tümör türüne karşı etkili bir tedavi sunarken, kalpte kalıcı hasara yol açma potansiyeliyle dikkat çekmektedir. Bu kardiyotoksisite, doğrudan çekirdek hasarına ve mitokondriyal yıkıma dayanan iki yönlü bir yıkıma sahiptir. Başta oksidatif stres, düzensiz otofaji, inflamasyon ve apoptoz ya da ferroptozis gibi ölümcül süreçler bu olgunun temel mekanizmalarını oluşturmaktadır. Ek olarak, kalp dokusuna özel bir koruma sağlayan SIRT1 enzimindeki azalma, kalpte daha fazla oksidatif stres ve yeniden şekillenmeye (remodeling) neden olarak hasarı daha da derinleştirmektedir. Bu bağlamda SIRT1'in yeniden kazandırılması, yaygın damar içi pıhtılaşmasının ilerlemesini durdurabilecek veya yavaşlatabilecek umut verici bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Arrigoni, Jirillo, & Caiati, 2025).

Kanser tedavisinde kullanılan birçok kemoterapötik ajan, tümör hücrelerini yok etmek amacıyla oksidatif stresi artırarak lipid peroksidasyonunu tetikler. Ancak bu süreç, sağlıklı dokularda da benzer hasara yol açarak kardiyotoksisite gibi ciddi yan etkilere neden olabilmektedir (Uti et al., 2025).

Modern biyolojik araştırmalar, hücre ölümünün yalnızca bağımsız tekil yollarla değil, birbiriyle sıkı bir iletişim içinde gerçeklediğini ortaya koyuyor. Örneğin, pro-apoptotik sinyaller aracılığıyla aktive olan PUMA, BAX ve BAK gibi proteinlerle mitokondriyal geçirgenliği artırarak, sitokrom c salınmasına ve apoptotik kaspazların tetiklenmesine yol açıyor. Bunun yanı sıra, hücreler zarar gördüğünde başlatılan otofaji özellikle makro otofaji hem bir hayatta kalma stratejisi hem de ölüm tetikleyici bir yol olabilir; bağlamına göre bu süreç ya koruyucu rol oynar ya da otofajik ölüm mekanizmasını tetikleyebilir. Öte yandan, ferroptozis demir bağımlı oksidatif lipid peroksidasyon ile gerçekleşen bir hücre ölümü formu olarak ön plana çıkarken, bu süreçle otofaji gibi diğer yollar arasında belirgin bir etkileşim ve karşılıklı düzen seviyesi bulunmakta. Bu karmaşık bağlam içinde, hücre kaderini belirleyen karar noktaları örneğin mitofaji ile ferroptozis arasında denge kurulması gibi araştırmacıların hem temel bilimde hem de klinik uygulamalarda hedef alması gereken stratejik alanlar olarak öne çıkıyor (Eskander, Abdelhamid, Wahdan, & Radwan, 2025).

Antioksidanlar, hücresel oksidatif stresin zararlı etkilerini sınırlayan ve serbest radikallerin neden olduğu biyomoleküler hasarı önleyen temel biyokimyasal savunuculardır. Endojen antioksidan sistemler (ör. süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon peroksidaz) oksidatif dengenin korunmasında rol oynarken, diyetle alınan doğal antioksidanlar bu savunmayı tamamlayıcı etki gösterir. Polifenoller, flavonoidler, fenolik asitler ve karotenoidler gibi bitkisel kökenli biyoaktifler; yalnızca reaktif oksijen türlerini temizlemekle kalmayıp aynı zamanda hücre ölüm mekanizmalarını da doğrudan modüle eder. Bu bileşikler, apoptotik yolaklarda Bcl-2 ailesi proteinlerinin dengesini düzenleyebilir, otofajiyi AMPK/mTOR ekseni üzerinden etkileyebilir, inflamatuvar süreçlerde NF-κB sinyalini baskılayabilir ve ferroptozis gibi demir bağımlı lipid peroksidasyonunu sınırlayabilir.

Dolayısıyla antioksidan ajanlar, kardiyotoksisitenin moleküler temellerinde yer alan çok katmanlı süreçlere müdahale ederek hem farmakolojik hem de klinik düzeyde önemli bir koruyucu potansiyel sunmaktadır (Kumar et al., 2025; Romero-Márquez et al., 2023).

Bu noktada antioksidan ajanlar, reaktif oksijen türlerini nötralize ederek ve hücre membranlarını oksidatif bozulmaya karşı koruyarak tedavinin zararlı etkilerini azaltma potansiyeli taşır. Böylece antioksidan destek, tedavi sürecinde hücresel dengeyi koruyarak hem hastanın yaşam kalitesini artırmakta hem de uzun vadeli komplikasyonların önlenmesine katkı sağlamaktadır (Uti et al., 2025).

Antioksidan ajanlar, hücre ölüm mekanizmalarının düzenlenmesinde (apoptoz, nekroptoz ve ferroptoz gibi) koruyucu bir role sahiptir. Özellikle ferroptozis gibi demir bağımlı ve lipid peroksidasyona dayalı ölümü, hücresel savunma sistemleri örneğin glutatyon peroksidaz 4 (GPX4) ve ferroptoz baskılayıcı protein (FSP1) kullanarak baskılayabilir. Bu enzimler, lipid peroksitlerin nötralize edilmesi ve hücre membran stabilitesinin korunması yoluyla ferroptozun önlenmesine katkıda bulunur. Ayrıca lipofilik antioksidanlar ve demir şelatörleri, lipid peroksidasyon zincirlerini kırarak hücre ölümünü engelleyebilirler. Bu sayede antioksidan sistemler, hücreleri aşırı oksidatif strese karşı koruyarak, hücre ölüm yolaklarının aşırı aktivasyonunu önlemekte kritik rol oynar (Ojo et al., 2025).

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Kardiyotoksisite Mekanizmaları

Kanser tedavisi sırasında kullanılan kemoterapi, hedefe yönelik ajanlar ve radyasyon gibi yaklaşımlar, tümörle mücadelede belirleyici etkiler sunarken aynı zamanda kalp dokusunda ciddi hücresel zararlar yaratabilir. Bu tedaviler, kardiyomiyosit ve endotel hücrelerde DNA bütünlüğünü tehdit eden, pro-enflamatuar ve pro-apoptotik sinyal yollarını tetikleyen stres ortamları oluşturur. Sonuçta, kalpte hücre ölümü, dokusal fibrozis ve miyokard yapısında patolojik yeniden şekillenmeye neden olabilir; damar duvarı hasarı ise vasküler bozuklukları ve koroner komplikasyonları tetikleyebilir. Bu karmaşık süreçler, tedavi başarısı ile kalp sağlığı arasında dikkatli bir denge kurulması gerekliliğini vurgular (Shil, Kumar, & Mumbrekar, 2025).

Hücre Ölüm Mekanizmaları

Apoptoz

Apoptoz, gelişim ve doku homeostazının korunması için en iyi tanımlanmış ve en kritik programlanmış hücre ölümü mekanizmasıdır. Bu süreç, yalnızca normal fizyolojik işlevlerde değil, aynı zamanda DNA hasarı, reaktif oksijen türlerinin artışı veya pro-hayatta kalma sinyallerinin azalması gibi stres faktörlerine yanıt olarak da devreye girer. Apoptoz hem içsel hem de dışsal yolaklarla aktive olabilir: mitokondriyal yolakta BAX/BAK aracılığıyla sitokrom c salınımı ve kaspaz kaskadının tetiklenmesi gerçekleşirken, dışsal yolakta TNF ailesi üyeleri veya Fas ligandı gibi ölüm reseptörleri kaspazları doğrudan aktive eder. Sonuçta, hücresel bütünlüğün kontrollü biçimde ortadan kaldırılması sağlanır ve immün sistemi fazla uyarmayan apoptotik cisimcikler ortaya çıkar. Böylece apoptoz hem fizyolojik dengeyi hem de potansiyel olarak malign dönüşmüş hücrelerin ortadan kaldırılmasını sağlayan koruyucu bir mekanizma olarak önemini korur (D'Artista & Seehawer, 2025).

Nekroptoz

Nekroptoz, morfolojik olarak nekroza benzeyen ancak programlanmış bir hücre ölümü şekli olup özellikle RIPK1, RIPK3 ve MLKL aracılığıyla gerçekleşir. Doksorubisin tedavisi sırasında artan reaktif oksijen türleri ve peroksinitrit birikimi, kardiyomiyositlerde apoptozdan nekroptoza geçişe neden olabilir. Klinik örneklerde, ileri evre kalp yetmezliği olan hastaların miyokard dokularında nekroptoz belirteçlerinin yüksek düzeyde saptanması, bu yolun kardiyak hasara katkısını desteklemektedir. Ayrıca deneysel çalışmalar, yüksek doz ya da uzun süreli doksorubisin maruziyetinin kardiyomiyositlerde nekroptoza bağlı hücre ölümünü artırdığını göstermektedir. Bu süreç, inflamatuar yanıtın güçlenmesine ve kardiyak fonksiyon kaybının hızlanmasına yol açar. Nekroptozun daha iyi anlaşılması, özellikle doksorubisin kaynaklı kardiyotoksisitenin önlenmesinde yeni tedavi stratejileri geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır (Yu et al., 2023).

Ferroptoz

Ferroptoz, demir bağımlı ve düzenlenmiş bir hücre ölümü biçimi olarak, özgül morfolojik ve biyokimyasal özelliklerle diğer hücre ölüm tiplerinden ayrılır. Hücre zarındaki lipid peroksidasyonunun kontrolsüz şekilde artması ve bu sürece demirin katalitik rol oynaması, ferroptozu karakterize eder. Bu mekanizma; apoptoz veya nekroptoza kıyasla farklı bir sinyal yoluyla ilerler ve kendine özgü hedeflerle düzenlenir. Ayrıca ferroptoz, lipofilik antioksidanlar ve demir keseleyici ajanlarla önlenebilir olması nedeniyle, terapötik müdahaleler için umut vaat eden bir hücresel süreç olarak öne çıkar (Tang & Kroemer, 2020).

Piroptoz

Piroptoz, patojenler veya içsel tehlike sinyalleri tarafından tetiklenen, programlanmış fakat aynı zamanda güçlü bir inflamatuar yanıt oluşturan bir hücre ölümü türüdür. Bu süreçte gasdermin protein ailesinin etkinleşmesi, hücre zarında büyük gözeneklerin oluşmasına yol açar; bu durum hücrede şişme ve membran parçalanmasıyla sonlanır. Sonuçta hücre içeriği proteinler, metabolitler, nükleik asitler gibi dış ortama salınarak DAMP (danger-associated molecular patterns) oluşur ve lokal inflamasyonu tetikler. Piroptozun, hem enfeksiyonla savaşta önemli bir savunma mekanizması hem de kronik inflamasyon ve doku hasarı gibi patolojik süreçlerde kritik bir rol oynadığı açıkça görülmektedir (Broz, 2025).

Otofaji

Hasarlı mitokondrilerin ortadan kaldırılmasında otofaji temel bir mekanizma olarak görev yapar. Bu süreçte, mitokondriyal membran potansiyeli bozulmuş organeller otofagozomlar tarafından tanınarak lizozomlara taşınır ve burada bozunmaya uğratılır. Otofajinin başlatılmasında kritik rol oynayan ULK-1 kompleksi, AMPK tarafından aktive edilirken mTOR tarafından baskılanır. Doksorubisin tedavisi, AMPK aktivasyonunu artırarak ULK-1 üzerinden Beclin-1 fosforilasyonunu tetikler ve böylece otofajik süreci uyarır. Ardından Vps34/Vps15 kompleksi ve Atg proteinlerinin katılımıyla otofagozom oluşumu gerçekleşir. Bu süreçte LC3-I'in LC3-II'ye dönüşümü ve p62'nin katılımı, hasarlı proteinlerin ve organellerin seçici olarak otofagozomlara taşınmasını sağlar. Lizozomlarla birleşmenin ardından ise bu yapıların yıkımı ve geri dönüşümü sağlanır, böylece hücre homeostazı korunur (Park et al., 2021; Qiang, Yang, Cui, & He, 2021).

Doğal antioksidanlar ve Hücre Ölüm Mekanizmalarına Etkileri

Resveratrol

Resveratrol, doğal kaynaklı bir polifenol olarak kalp dokusunu oksidatif ve iltihabi stresten koruma potansiyeli taşıyan umut verici bir ajan olarak öne çıkmaktadır. Hayvan deneylerinde diazinon gibi kalp dokusuna toksik etkisi olan ajanlara karşı resveratrolün koruyucu etkileri incelenmiş; bu çalışma bağlamında, bir grup kontrolü görevi gören Vitamin C ile karşılaştırıldığında resveratrolün glutatyon peroksidaz aktivitesini artırarak ve interlökin-1β seviyelerini azaltarak kardiyotoksisiteyi önemli ölçüde önleyebildiği gösterilmiştir. Bu bulgular, resveratrolün yalnızca antioksidan değil, aynı zamanda anti-inflamatuvar etkilere de sahip olduğunu vurgulayarak hem moleküler hem de klinik yaklaşımlarda terapötik potansiyeline işaret etmektedir (Saddam & Al-Darraji, 2025).

Resveratrol, kanser hücrelerinde çok yönlü etkiler göstererek farklı programlanmış hücre ölüm mekanizmalarını düzenleyen doğal bir polifenoldür. Özellikle apoptoz, otofaji ve nekroptoz yolaklarını modüle edebilmesi, onu terapötik açıdan dikkat çekici kılmaktadır. Apoptoz sürecinde resveratrol, Bcl-2 ailesi proteinlerinin dengesini değiştirerek sitokrom c salınımını artırır ve caspaz-9/caspaz-3 kaskadını aktive eder. Ayrıca p53 ve MAPK/JNK sinyal yolları üzerinden DNA hasarı yanıtlarını güçlendirir. Otofajide ise AMPK aktivasyonunu artırıp mTOR'u inhibe ederek, Beclin-1 ve LC3-II aracılığıyla otofagozom oluşumunu uyarır. Yüksek dozlarda ya da dirençli hücre hatlarında ise RIPK1/RIPK3/MLKL eksenini aktive ederek nekroptoza yönlendirebilir. Bunlara ek olarak resveratrol, NF-κB yolunu baskılayıp Nrf2/HO-1 savunma sistemini aktive ederek, oksidatif stres ve inflamasyon kaynaklı hücresel hasarı sınırlamaktadır.

Bu çok katmanlı biyokimyasal etki ağı, resveratrolü kardiyotoksisite ve kanser gibi hastalıklarda umut vadeden bir hücresel ölüm modülatörü haline getirmektedir (Jang, Im, & Kim, 2022).

Curcumin

Curcumin, yaygın olarak kullanılan mutfak baharatı zerdeçaldaki doğal bir polifenol bileşiği olarak, vücutta biriken toksik maddelere karşı detoksifiye edici kapasitesiyle dikkat çeker. Günlük yaşamda maruz kalınan ağır metaller, karbon tetraklorür ve çeşitli farmasötik toksinler gibi zararlı ajanların yol açtığı oksidatif stres ve inflamasyon süreçlerini düzenleyebilme yeteneği, curcumini güçlü bir koruyucu ajan haline getirir. Hayvan modellerinde yapılan incelemeler, curcuminin hücre düzeyinde antioksidan enzimleri aktive ederek ve pro-inflamatuvar sinyal yollarını baskılayarak toksik etkileri önemli ölçüde azaltabileceğini göstermektedir (Kumar et al., 2025).

Curcumin, güçlü bir doğal polifenol olarak adriyamisin (ADR) kaynaklı kardiyomiyosit toksisitesine karşı öne çıkan bir koruyucu ajan olarak tanımlanmıştır. Çalışmalar, curcumin'in caspase-3 aktivasyonunu baskıladığı, Akt sinyal yolunu uyardığını ve mTOR aktivitesini inhibe ederek apoptoz ve otofajiyi düzenlediğini göstermektedir. Ayrıca NLRP3 inflammasomunu ve caspase-1 ile IL-18 gibi piroptotik etkileyicileri de baskılayarak inflamatuvar hücre ölümünü azaltır (Lv et al., 2020; Sluchanko, 2022).

Oleuropein

Zeytin yaprakları, insan sağlığında umut vadeden çeşitli biyoaktif bileşenlere ev sahipliği yapar; bunların başında gelen oleuropein (OLE), doğal bir antioksidan ve anti-inflamatuvar ajan olarak tanınır. Akdeniz mutfağının bu köklü bitkisel kaynağı, sinir dokusunu koruyabilme ve inflamatuvar yanıtlara karşı denge kurabilme potansiyeliyle bilimsel ilgi odağı olmuştur. Yapılan analizler, oleuropeinin yalnızca oksidatif stresle savaşmakla kalmadığını, aynı zamanda doku bütünlüğünü koruyarak hücresel savunma sistemine katkı sunduğunu ortaya koymaktadır (Romero-Márquez et al., 2023).

Oleuropein, oral skuamöz hücre karsinom (OSCC) modellerinde güçlü antitümör etkiler gösteren bir fenolik bileşiktir. Araştırmalar, Ole'nin Akt–GSK3β–Mcl-1 sinyal yolunu baskılayarak β-TRCP aracılı Mcl-1 ubikitinasyonunu ve proteasomal yıkımı artırdığını ortaya koymuştur. Böylece anti-apoptotik bir faktör olan Mcl-1'in yeterli seviyelere ulaşması engellenir, hücre ölüm süreci hızlanır. İlginç bir şekilde, β-TRCP'nin genden eksikliği, Oleuropein'in OSCC hücrelerinde hücre ölümünü indükleme etkisini büyük ölçüde geri çeker; bu da mekanizmanın işlevsel önemini vurgular. Ayrıca hayvan modellerinde Ole hem tümör büyümesini yavaşlatmış hem de radyodirençli kanser hücrelerinde bile etkili olmuştur. Bu bulgular, Mcl-1 regülasyonu üzerinden sağlanan apoptoz indüksiyonunun, oleuropeinin terapötik potansiyelini öne çıkardığını göstermektedir (Liu et al., 2025).

Quercetin

Quercetin, flavonoid ailesine ait doğal bir polifenol olup meyve, sebze ve çay gibi bitkisel kaynaklarda bol miktarda bulunur. Güçlü antioksidan kapasitesi ile serbest radikalleri nötralize edebilir, metal iyonlarını bağlayarak oksidatif reaksiyonları engelleyebilir ve glutatyon ile süperoksit dismutaz gibi endojen savunma sistemlerini destekleyebilir. Bu etkiler, yapısındaki hidroksil gruplarının elektron verici özelliklerinden kaynaklanır. Ayrıca Quercetin, NF-κB ve Nrf2 gibi önemli moleküler yolakları düzenleyerek oksidatif stresin ve inflamasyonun kontrolünde rol oynar. Son yıllarda yapılan çalışmalar, Quercetin'in serbest formuna ek olarak çinko ile komplekslenmiş türevlerinin (ZQC) daha güçlü serbest radikal süpürücü etki gösterebildiğini ortaya koymuş, böylece bu doğal molekülün terapötik potansiyeline olan ilgiyi artırmıştır (Basalo & Lavilla Jr, 2025).

Quercetin, doğal bir flavonoid olarak kanser hücrelerinde farklı hücresel yolakları hedef alarak hücre ölümünü indükleyebilen bir bileşiktir. Özellikle PI3K/Akt/mTOR ve MAPK/ERK sinyal yollarını baskılayarak apoptozu uyarırken, aynı zamanda NF-κB aktivitesini azaltarak inflamatuvar süreçleri sınırlar. Bunun yanında, JAK/STAT yolakları üzerinden bağışıklık yanıtını güçlendirmesi, quercetin'in yalnızca hücre proliferasyonunu baskılamakla kalmayıp aynı zamanda tümör mikroçevresinde immün modülasyon sağladığını da göstermektedir.

Bu çok yönlü etki profili, quercetin'i programlanmış hücre ölüm mekanizmalarının düzenlenmesinde dikkat çeken doğal bir aday haline getirmektedir (Silva-Pinto et al., 2025).

Alıç (Crataegus spp.)

Alıç (Crataegus spp.), Rosaceae familyasına ait tıbbi bir bitki olup özellikle *Crataegus oxyacantha* türü kardiyovasküler hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. İçeriğinde yer alan flavonoidler, fenolik bileşikler, triterpenoidler ve lignanlar sayesinde güçlü antioksidan, antiinflamatuar, hipolipidemik ve vazodilatör etkilere sahiptir. Geleneksel tıpta uzun süredir kullanılan alıç, günümüzde de kalp yetmezliği, hipertansiyon ve aritmi gibi kardiyovasküler bozukluklarda tamamlayıcı bir tedavi seçeneği olarak değerlendirilmektedir (Koss-Mikołajczyk et al., 2021).

Deneysel çalışmalar, yüksek yağlı diyetle beslenen sıçanlarda obezite kaynaklı kardiyak hasarın apoptoz ve oksidatif stres mekanizmaları üzerinden geliştiğini göstermektedir. Bu modelde alıç meyvesi özütünün (HBE), kaspaz-3 aktivitesini baskılayarak ve TUNEL-pozitif apoptotik kardiyomiyositlerin sayısını azaltarak antiapoptotik etki gösterdiği bildirilmiştir. Aynı zamanda Dihidroklorür Florojenik Diastetik Asit (DCFDA) ile ölçülen ROS düzeylerinin anlamlı şekilde azalması, HBE'nin oksidatif stres kaynaklı hücre ölümünü engellediğini ortaya koymaktadır. Bu veriler, alıcın kardiyomiyositlerde programlanmış hücre ölümünü modüle ederek kardiyoprotektif bir rol üstlendiğini göstermektedir (Mousa & Allemailem, 2025).

Tablo 1. Antioksidan ajanların hücre ölüm mekanizmalarına etkileri

Antioksidan Ajan	Hedeflenen Hücre Ölüm Mekanizması	Moleküler Yolaklar / Etki Mekanizması	Kaynaklar
Resveratrol	Apoptoz, Otofaji, Nekroptoz	Bcl-2 ailesi dengesini değiştirerek sitokrom c salınımını artırır; caspaz-9/-3 aktivasyonu; AMPK aktivasyonu ve mTOR inhibisyonu ile otofaji indüksiyonu; RIPK1/RIPK3/MLKL ekseni ile nekroptoz	Jang et al., 2022
Curcumin	Apoptoz, Otofaji, Piroptoz	Caspase-3 inhibisyonu, Akt sinyali aktivasyonu ve mTOR baskılanması; Beclin-1 üzerinden otofaji; NLRP3 inflammasomunun ve caspase-1/IL-18 aktivitesinin baskılanması	Lv et al., 2020; Sluchanko, 2022
Oleuropein	Apoptoz	Akt–GSK3β–Mcl-1 yolunu baskılar; β-TRCP aracılı Mcl-1 ubikitinasyonu ve proteasomal degradasyon; anti-apoptotik Mcl-1 seviyelerini düşürerek apoptozu tetikler	Liu et al., 2025
Quercetin	Apoptoz, Otofaji, İmmün modülasyon	PI3K/Akt/mTOR ve MAPK/ERK yolaklarının inhibisyonu ile apoptoz; NF-κB baskılanması ile inflamasyon azalması; AMPK/mTOR üzerinden otofaji; JAK/STAT aktivasyonu ile immün yanıtın güçlenmesi	Silva-Pinto et al., 2025
Alıç (Crataegus spp.)	Antiapoptotik, antioksidan	Kaspaz-3 aktivitesinin baskılanması, TUNEL-pozitif hücre sayısının azalması, ROS seviyelerinin düşürülmesi	Mousa & Allemailem, 2025

SONUÇ

Kardiyotoksisite, özellikle kanser tedavilerinde kullanılan kemoterapötik ajanların yan etkileri arasında en ciddi ve yaşam kalitesini tehdit eden komplikasyonlardan biridir. Doksorubisin başta olmak üzere birçok ilaç, oksidatif stres, mitokondriyal disfonksiyon ve farklı programlanmış hücre ölümü mekanizmalarını tetikleyerek kalp dokusunda geri dönüşsüz hasarlara yol açabilmektedir.

Apoptoz, nekroptoz, ferroptoz, piroptoz ve otofaji arasındaki dinamik etkileşimler, kardiyomiyositlerin kaderini belirleyen temel biyolojik süreçlerdir. Bu mekanizmaların daha iyi anlaşılması, kardiyotoksisitenin önlenmesi ve yönetilmesi için stratejik hedefler sunmaktadır.

Son yıllarda yapılan araştırmalar, doğal antioksidanların bu süreçlerde koruyucu bir rol üstlenebileceğini göstermektedir. Resveratrol, curcumin, oleuropein, quercetin ve alıç gibi biyoaktif bileşikler; oksidatif stresi azaltarak, inflamatuvar yanıtları baskılayarak ve apoptoz, otofaji ile nekroptoz gibi hücre ölüm yollarını düzenleyerek kardiyotoksisiteye karşı umut verici etkiler sergilemektedir. Özellikle bu ajanların Bcl-2 ailesi proteinleri, caspazlar, AMPK/mTOR, NF-κB, Nrf2 ve Mcl-1 gibi sinyal yolaklarını hedef alması, onları yalnızca antioksidan değil, aynı zamanda hücresel ölüm düzenleyicileri haline getirmektedir.

Bu bulgular ışığında, doğal antioksidanların tek başına veya mevcut tedavilere destekleyici ajanlar olarak kullanımı, kardiyotoksisiteye karşı yeni bir terapötik yaklaşımın temelini oluşturabilir. Gelecekte yapılacak kapsamlı çalışmalar, bu doğal bileşiklerin kardiyoprotektif etkilerini daha güçlü kanıtlarla destekleyerek klinik uygulamaya taşınmasına olanak sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Arrigoni, R., Jirillo, E., & Caiati, C. (2025). Pathophysiology of Doxorubicin-Mediated Cardiotoxicity. Toxics, 13(4), 277.

Avagimyan, A., Madonna, R., Sheibani, M., Pogosova, N., Trofimenko, A., Urazova, O., . . . Aznauryan, A. (2025). Translational aspects of doxorubicin-induced cardiotoxicity: What we have omitted for the past decades? Vascular Pharmacology, 107526.

Basalo, O. B., & Lavilla Jr, C. A. (2025). Medicinal Promise of a Zinc–Quercetin Complex: Antioxidant Activity and PharmADMEtox Profiling of a Metal–Flavonoid Hybrid. cancer, 6, 8.

Broz, P. (2025). Pyroptosis: molecular mechanisms and roles in disease. Cell research, 1-11.

Chen, G., Zhou, H., Wang, C., Qin, R., Yang, Q., Hou, Y., . . . Feng, Y. (2025). Chemotherapy cardiotoxicity research in cancer patients: a bibliometric and visual analysis (1994–2024). Frontiers in Oncology, 15, 1502361.

D'Artista, L., & Seehawer, M. (2025). Cell death and survival mechanisms in cholangiocarcinogenesis. The American Journal of Pathology, 195(3), 470-479.

Eskander, G., Abdelhamid, S. G., Wahdan, S. A., & Radwan, S. M. (2025). Insights on the crosstalk among different cell death mechanisms. Cell Death Discovery, 11(1), 56.

Jang, J. Y., Im, E., & Kim, N. D. (2022). Mechanism of resveratrol-induced programmed cell death and new drug discovery against cancer: a review. International journal of molecular sciences, 23(22), 13689.

Koss-Mikołajczyk, I., Todorovic, V., Sobajic, S., Mahajna, J., Gerić, M., Tur, J. A., & Bartoszek, A. (2021). Natural products counteracting cardiotoxicity during cancer chemotherapy: the special case of doxorubicin, a comprehensive review. International journal of molecular sciences, 22(18), 10037.

Kumar, H., Dhalaria, R., Kimta, N., Guleria, S., Upadhyay, N. K., Nepovimova, E., . . . Manickam, S. (2025). Curcumin: A Potential Detoxifier Against Chemical and Natural Toxicants. Phytotherapy Research, 39(3), 1494-1530.

Lee, G. A., & Reehal, P. (2024). Cardiotoxicity in people undergoing cancer treatment-the role of the oncology nurse. Asia-Pacific Journal of Oncology Nursing, 11(11), 100597.

Liu, W., Peng, S., Liao, J., Wang, R., Guo, P., & Li, W. (2025). Oleuropein regulates ubiquitination-mediated Mcl-1 turnover and exhibits antitumor activity. Cancer Gene Therapy, 1-13.

Lv, X., Zhu, Y., Deng, Y., Zhang, S., Zhang, Q., Zhao, B., & Li, G. (2020). Glycyrrhizin improved autophagy flux via HMGB1-dependent Akt/mTOR signaling pathway to prevent Doxorubicin-induced cardiotoxicity. Toxicology, 441, 152508.

Mousa, A. M., & Allemailem, K. S. (2025). Could hawthorn have a cardioprotective impact against obesity-induced cardiac injury in rats via antioxidant, hypolipidemic, anti-inflammatory, antiapoptotic, and antifibrotic properties? Tissue and Cell, 93, 102673.

Ojo, O. A., Grant, S., Nwafor-Ezeh, P. I., Maduakolam-Aniobi, T. C., Akinborode, T. I., Ezenabor, E. H., & Ojo, A. B. (2025). Ferroptosis as the new approach to Cancer therapy. Cancer Treatment and Research Communications, 100913.

Park, H.-S., Song, J.-W., Park, J.-H., Lim, B.-K., Moon, O.-S., Son, H.-Y., . . . Kwon, H.-J. (2021). TXNIP/VDUP1 attenuates steatohepatitis via autophagy and fatty acid oxidation. Autophagy, 17(9), 2549-2564.

Qiang, L., Yang, S., Cui, Y.-H., & He, Y.-Y. (2021). Keratinocyte autophagy enables the activation of keratinocytes and fibroblastsand facilitates wound healing. Autophagy, 17(9), 2128-2143.

Romero-Márquez, J. M., Navarro-Hortal, M. D., Forbes-Hernández, T. Y., Varela-López, A., Puentes, J. G., Pino-García, R. D., . . . García, R. (2023). Exploring the antioxidant, neuroprotective, and anti-inflammatory potential of olive leaf extracts from Spain, Portugal, Greece, and Italy. Antioxidants, 12(8), 1538.

Saddam, A. T., & Al-Darraji, A. H. (2025). Cardioprotective Effects of Resveratrol Against Diazinon-Induced Cardiotoxicity: Experiment in Rats.

Shil, S., Kumar, P., & Mumbrekar, K. D. (2025). Cancer therapy-induced cardiotoxicity: mechanisms and mitigations. Heart Failure Reviews, 1-18.

Silva-Pinto, P. A., de Pontes, J. T. C., Aguilar-Morón, B., Canales, C. S. C., Pavan, F. R., & Roque-Borda, C. A. (2025). Phytochemical insights into flavonoids in cancer: Mechanisms, therapeutic potential, and the case of quercetin. Heliyon, 11(4).

Sluchanko, N. N. (2022). Recent advances in structural studies of 14-3-3 protein complexes. Advances in protein chemistry and structural biology, 130, 289-324.

Tang, D., & Kroemer, G. (2020). Ferroptosis. Current Biology, 30(21), R1292-R1297.

Uti, D. E., Atangwho, I. J., Alum, E. U., Ntaobeten, E., Obeten, U. N., Bawa, I., . . . Egbung, G. E. (2025). Antioxidants in cancer therapy mitigating lipid peroxidation without compromising treatment through nanotechnology. Discover Nano, 20(1), 1-43.

Yu, X., Yang, Y., Chen, T., Wang, Y., Guo, T., Liu, Y., . . . Yang, L. (2023). Cell death regulation in myocardial toxicity induced by antineoplastic drugs. Frontiers in Cell and Developmental Biology, 11, 1075917.

CURRENT ANTIOXIDANT AGENTS USED IN CARDIOTOXICITY

Öğr. Gör. Mustafa Orhan TUNÇEL
İnönü University Faculty of Pharmacy, Department of Basic Pharmaceutical Sciences, Malatya, Turkey
ORCİD NO: 0000-0002-8999-2223

Öğr. Gör. Kadir EĞİ
Gaziantep University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Gaziantep, Turkey
ORCİD NO: 0000-0003-4802-0994

Öğr. Gör. Mehmet RAMAT
Harran University Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Şanlıurfa, Turkey
ORCİD NO: 0000-0003-4922-6708

ABSTRACT
Cardio-oncology is an emerging interdisciplinary field that investigates the cardiovascular adverse effects of cancer therapies. Among these, anthracyclines, trastuzumab, and tyrosine kinase inhibitors are particularly associated with cardiotoxicity, which has become a major clinical concern negatively affecting both survival and quality of life in patients. This study aims to evaluate the underlying mechanisms of cardiotoxicity and to highlight the cardioprotective potential of current antioxidant agents based on recent literature. A comprehensive search of PubMed, Scopus, and Web of Science databases was conducted for articles published between 2020 and 2025, including clinical, preclinical, and review studies, and the relevant findings were synthesized. Evidence indicates that cardiotoxicity develops through increased production of reactive oxygen species (ROS), mitochondrial dysfunction, disruption of calcium homeostasis, and activation of cell death mechanisms such as apoptosis and ferroptosis. These processes accelerate cardiomyocyte loss, leading to ventricular dysfunction and progressive heart failure. Recent investigations have shown that natural antioxidants such as berberine, resveratrol, curcumin, vitamin C, quercetin, hawthorn (Crataegus aronia), spirulina, and silymarin can mitigate cardiotoxicity by suppressing ROS generation, preserving mitochondrial integrity, and modulating antiapoptotic and anti-inflammatory pathways. Nevertheless, limitations regarding bioavailability, optimal dosing, and long-term safety remain unresolved, hindering their translation into clinical practice. Current evidence suggests that integrating antioxidants with standard cardioprotective agents may represent a promising strategy to improve both survival outcomes and quality of life in patients undergoing cancer therapy.
Keywords: Antioxidants, Cancer Therapy, Cardiotoxicity, Reactive oxygen species (ROS)

KARDİOTOKSİTİTEDE KULLANILAN GÜNCEL ANTİOKSİDAN AJANLAR

ÖZET
Kardiyo-onkoloji, kanser tedavilerinin kardiyovasküler sistem üzerindeki yan etkilerini inceleyen önemli bir araştırma alanıdır. Özellikle antrasiklinler, trastuzumab ve tirozin kinaz inhibitörleri ile ilişkili kardiyotoksisite, günümüzde hastaların yaşam süresi ve kalitesini olumsuz etkileyen temel sorunlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma, kardiyotoksisiteye yol açan mekanizmaları ve güncel antioksidan ajanların kardiyoprotektif potansiyelini literatür verileri ışığında değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada 2020–2025 yılları arasında PubMed, Scopus ve Web of Science veri tabanlarında yayımlanmış klinik, preklinik ve derleme makaleler taranmış ve ilgili bulgular sentezlenmiştir. Elde edilen veriler, kardiyotoksisitenin reaktif oksijen türleri (ROS) artışı, mitokondriyal disfonksiyon, kalsiyum homeostazının bozulması ve hücre ölümü mekanizmaları (apoptoz, ferroptoz) üzerinden geliştiğini göstermektedir. Bu süreçler, kardiyomiyosit kaybını hızlandırarak ventrikül fonksiyonlarında bozulmaya ve ilerleyici kalp yetersizliğine yol açmaktadır.

Son yıllarda yapılan araştırmalar, berberin, resveratrol, kurkumin, C vitamini, kuersetin, alıç (Crataegus aronia), spirulina ve silimarin gibi doğal antioksidanların, ROS üretimini baskılamak, mitokondriyal bütünlüğü korumak ve antiapoptotik ile antiinflamatuvar yolakları desteklemek suretiyle kardiyotoksisiteyi hafifletebileceğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte, bu bileşiklerin biyoyararlanım ve dozlama ile ilgili kısıtlılıkları nedeniyle, klinik uygulamaya entegrasyonları konusunda hâlâ soru işaretleri bulunmaktadır. Mevcut veriler, antioksidanların klasik kardiyoprotektif ajanlarla kombine edilmesinin, kanser tedavisinde hem sağkalımı artırmak hem de yaşam kalitesini korumak açısından gelecek vadeden bir strateji olabileceğini göstermektedir.
Anahtar kelimeler: Antioksidanlar, Kanser tedavisi, Kardiyotoksisite, Reaktif oksijen türleri (ROS)

GİRİŞ

Kardiyo-onkoloji, kanser tedavilerinin kardiyovasküler etkilerini inceleyen disiplinler arası bir alan olup, artan görünürlüğüne rağmen hâlâ tanım ve kapsam açısından bazı belirsizlikler taşımaktadır (Avagimyan et al., 2025).

Kardiyotoksisite, kanser tedavisinde kullanılan ilaçların doğrudan ya da dolaylı olarak kalp ve damar sisteminde oluşturduğu yapısal ya da fonksiyonel hasarları tanımlayan geniş bir kavramdır. Klinik açıdan en sık; sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonunda azalma, kardiyomiyopati ve kalp yetersizliği bulguları ile tanımlansa da subklinik kardiyak disfonksiyon veya vasküler kaynaklı toksisiteler (örneğin vazokonstriksiyon ve tromboz) de bu çerçevede değerlendirilmelidir (Herrmann et al., 2022).

Antrasiklinler, çok sayıda malignite türünde temel tedavi ajanlarıdır; ancak kardiyotoksisite, bu etkili kemoterapilerin klinik yararını önemli ölçüde sınırlayan bir sorundur. Antrasikline bağlı kardiyotoksisite, miyokard hücre hasarından başlayarak sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonunda düşüşe ve uygun şekilde tespit edilip müdahale edilmediğinde semptomatik kalp yetmezliğine kadar ilerleyebilen dinamik ve evrimleşen bir fenomendir. Erken risk sınıflandırması, görüntüleme teknikleri ve biyomarkerlar aracılığıyla rehberlik edilebilir ve tedavi stratejilerinin planlanmasında kritik öneme sahiptir (Fabiani, Chianca, Cipolla, & Cardinale, 2025).

Trastuzumab'a bağlı kardiyak disfonksiyonun tolere edilebilir kardiyotoksisite kapsamında değerlendirilmesi, HER2-pozitif meme kanserinde tedavinin sürekliliğini sağlamada umut verici görülmektedir. 2025 tarihli sistematik derleme ve meta-analize göre, Trastuzumab kullanan hastalarda asemptomatik ejeksiyon fraksiyon düşüklüğü tespit edilse bile, anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) inhibitörleri veya beta-blokerler gibi kardiyoprotektif ilaçların eşlik etmesi durumunda tedavinin kesintiye uğramadan sürdürülebileceği ve ciddi kardiyak olayların oranının %18, kardiyak kaynaklı mortalitenin %5, tüm nedenlere bağlı mortalitenin ise %8 olduğu gözlemlenmiştir. Bu veriler, asemptomatik kardiyak değişikliklerin varlığında Trastuzumab tedavisinin dikkatli takip ve destekle güvenle devam edebileceğini göstermektedir (Taha et al., 2025).

Tirozin kinaz inhibitörleri (TKİ'ler), küçük moleküllü hedefe yönelik kanser tedavileri arasında önemli yer tutmakta olup, özellikle solid tümör ve hematolojik malignitelerde giderek daha sık kullanılmaktadır. Bu ajanlar başlangıçta klasik kemoterapilere kıyasla daha az toksik olarak görülse de güncel literatür kardiyovasküler yan etkiler açısından önemli riskler taşıdığını göstermektedir (Liu & Li, 2025).

Belirlenen kardiyotoksik etkiler arasında aritmiler, sol ventrikül disfonksiyonu, kalp yetmezliği ve vasküler komplikasyonlar (örneğin hipertansiyon, trombotik olaylar, endotelyal disfonksiyon) yer almaktadır. Özellikle vasküler endotelyal büyüme faktörü (VEGF) reseptör inhibe edici TKİ'ler (örn. sunitinib, sorafenib, pazopanib) yüksek oranda hipertansiyon ve trombotik komplikasyonlara yol açabilirken, bruton tirozin kinaz (BTK) inhibitörü ibrutinib ise sık aritmiler, kanama ve kalp yetersizliği ile ilişkilendirilmiştir (Torelli et al., 2025).

Antikanser ilaçlar farklı yolaklar üzerinden kardiyotoksisiteye neden olurken, reaktif oksijen türleri (ROS) oluşumu bu sürecin merkezinde yer alır ve özellikle iskemi hasarının başlıca tetikleyicisidir. Antrasiklinler, ROS üretimini artırmanın yanı sıra Top2β inhibisyonu ve mitokondriyal işlev bozulması ile kardiyak hasar oluşturur. NADPH oksidaz genlerindeki varyantlar kronik antrasiklin kardiyotoksisitesiyle ilişkilendirilmiştir. Deneysel olarak, kardiyomiyosite özgü Top2β eksikliği doksorubisine bağlı kalp yetersizliği ilerlemesini sınırlar. Ayrıca MRP1 (Gly671Val) ve MRP2 gibi DOX dışa atım taşıyıcılarındaki varyantlar, akut toksisite riskini artırabilir (Liu & Li, 2025).

Antrasiklinlerin kardiyotoksisitesinde mitokondriyal disfonksiyon temel bir rol oynamaktadır. Doksorubisin, mitokondriyal DNA'ya bağlanarak elektron taşıma zincirini bozar ve ATP üretimini azaltır. Bu süreçte aşırı ROS oluşumu, lipid peroksidasyonu ve kalsiyum dengesizliği gelişir. Sonuç olarak kardiyomiyositlerde apoptoz ve nekroz gibi hücre ölüm mekanizmaları tetiklenir. Uzun dönemde mitokondriyal hasar birikimi, kontraktil fonksiyon kaybına ve ilerleyici kardiyomiyopatiye yol açmaktadır (Fabiani et al., 2025).

Kanser tedavilerindeki ilerlemeler, hastaların sağkalım sürelerinde belirgin artış sağlarken, kardiyotoksisite nedeniyle ortaya çıkan kardiyovasküler morbidite ve mortalitenin klinik önemi gittikçe öne çıkmaktadır. Antrasiklinler, trastuzumab ve tirozin kinaz inhibitörleri gibi etkili kemoterapötiklerin kullanımında, kalp üzerindeki toksik yan etkiler tedavi akışını kesintiye uğratabilmekte ve hastaların yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir. Dolayısıyla, kardiyoprotektif ajanların (örneğin statinler, beta-blokerler, ACE inhibitörleri veya Anjiyotensin II reseptör blokerleri) geliştirilmesi ve onkolojik tedavilerle eş zamanlı uygulanması, hem tedavi sürekliliğini garanti altına almak hem de uzun dönem sağkalımı ve yaşam kalitesini korumak açısından hayati öneme sahiptir (Goulas, Farmakis, Constantinidou, & Kadoglou, 2023; Moreno-Arciniegas, Cádiz, Galán-Arriola, Clemente-Moragón, & Ibáñez, 2025).

Antioksidanlar, serbest radikaller ve reaktif oksijen türlerinin biyomoleküller üzerinde oluşturduğu zararlı etkileri engelleyerek hücresel bütünlüğün korunmasında kritik rol oynamaktadır. Oksidatif stresin yol açtığı membran, protein ve DNA hasarını sınırlayan bu ajanlar, ya doğrudan radikalleri etkisiz hale getirir ya da süperoksit dismutaz (SOD), katalaz ve glutatyon peroksidaz (GSH-Px) gibi endojen savunma mekanizmalarını destekler. Antikanser ilaçların indüklediği kardiyotoksisitenin temelinde de oksidatif stres ve mitokondriyal disfonksiyon bulunduğundan, antioksidanların kardiyomiyositleri koruyucu potansiyeli ön plana çıkmaktadır (Avagimyan et al., 2025; Chandimali et al., 2025; Hu, Lan, Li, & Jin, 2021).

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Kardiyotoksisite Patofizyolojisi

Kardiyotoksisitenin temelinde birden fazla hücresel ve moleküler mekanizma bulunmaktadır.

Oksidatif Stres ve ROS Artışı

Antrasiklinler gibi antikanser ajanlar, kardiyomiyositlerde reaktif oksijen türlerinin (ROS) aşırı üretimine yol açarak oksidatif strese neden olur. Bu durum, DNA, protein ve lipitlerde hasara yol açtığı gibi, hücre ölüm sinyallerini de tetikleyerek kalp dokusunda fonksiyonel bozukluklara zemin hazırlar (Liu & Li, 2025).

Mitokondriyal Zar Hasarı ve ATP Azalması

ROS ve ilaç kaynaklı stres, mitokondriyal zar bütünlüğünü bozarak ATP üretiminin düşmesine neden olur. Enerji açığı, kalbin kontraktil kapasitesini azaltarak kalp kası hücrelerinde işlev kaybını hızlandırır (H. Li, Wang, & Huang, 2024).

Kalsiyum Homeostazının Bozulması

Mitokondriyal disfonksiyon ve ROS birikimi, hücre içi kalsiyum dengesinin bozulmasına yol açar. Bu durum özellikle aritmi gelişimi ve kalp kası hasarının ilerlemesi açısından kritik bir etken olarak öne çıkar (Sabbatino et al., 2021).

Apoptoz, Ferroptoz ve İnflamasyon Yolakları

Hücresel stres ve oksidatif hasar; apoptoz, demir bağımlı hücre ölümü (ferroptoz) ve inflamasyon gibi yolakları aktive ederek kardiyomiyosit kaybını hızlandırır. Bu süreç, kronik dönemde kalp dokusunun yapısal ve işlevsel bütünlüğünü bozarak kardiyomiyopati gelişimine neden olur (Sabbatino et al., 2021).

Tablo 1. ***Kardiyotoksisite Patofizyolojisinde Temel Mekanizmalar***

Mekanizma	**Etki**
ROS Artışı	Oksidatif stres, DNA/ protein/ lipid hasarı
Mitokondriyal Disfonksiyon	ATP düşüşü → kontraktil fonksiyon bozukluğu
Kalsiyum Bozulması	Hücresel kalsiyum artışı → aritmi ve işlev kaybı
Hücre Ölümü & Enflamasyon	Apoptoz, ferroptoz ve inflamasyon → kalpte yapısal hasar

Güncel Antioksidan Ajanlar

Antioksidanlar, serbest radikallerin ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) biyomoleküller üzerinde oluşturduğu zararlı etkileri sınırlayan ya da ortadan kaldıran bileşiklerdir. Bu ajanlar, oksidatif stres sırasında ortaya çıkan dengesiz elektron taşıyan radikalleri nötralize ederek hücre membranı, protein ve DNA'nın bütünlüğünü korur. Mekanizma olarak, ya doğrudan serbest radikalleri bağlayıp etkisiz hale getirirler ya da endojen savunma sistemlerini (örneğin süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon peroksidaz gibi enzimleri) aktive ederek dolaylı koruma sağlarlar. Böylece oksidatif stresin neden olduğu hücresel hasarı azaltarak, kardiyotoksisite de dâhil olmak üzere birçok hastalık sürecinde koruyucu rol üstlenirler (Chandimali et al., 2025).

Antikanser ilaçların yol açtığı kardiyotoksisite, özellikle oksidatif stres ve mitokondriyal disfonksiyon üzerinden gelişmektedir (Avagimyan et al., 2025). Bu nedenle antioksidan ajanlar, reaktif oksijen türlerinin nötralizasyonu ve hücresel savunma mekanizmalarının desteklenmesi yoluyla kardiyomiyositleri koruma potansiyeli taşımaktadır (Hu et al., 2021). Güncel çalışmalar, deksrazoksan gibi demir şelatörleri ile statinler ve karvedilol gibi antioksidan özellikli kardiyovasküler ilaçların klinikte koruyucu etki sağlayabildiğini göstermektedir (S. Li, Li, Cheng, Wang, & Chen, 2025). Ayrıca, melatonin, koenzim Q10, kurkumin ve resveratrol gibi doğal antioksidanların preklinik düzeyde umut verici bulgular sunduğu bildirilmiştir (Alghibiwi et al., 2025; Wang et al., 2025).Ancak bu ajanların çoğu için insan verisi hâlen sınırlı olup, daha kapsamlı klinik araştırmalara ihtiyaç vardır.

Berberin

Berberin, başta Berberis vulgaris olmak üzere çeşitli bitkilerde bulunan izokinolin alkaloididir. Antiinflamatuar, antioksidan, antimikrobiyal ve antikanser özellikleriyle hücre döngüsünü inhibe edip apoptozu indükleyerek terapötik potansiyele sahiptir. Yapılan preklinik çalışmalarda, berberinin doksorubisine bağlı kardiyotoksisiteyi anlamlı şekilde azalttığı gözlenmiştir. Berberin, rat modelde serbest troponin-I, kreatin kinaz ve laktat dehidrogenaz yükselmelerini tersine çevirerek miyokard hasarını hafifletmiştir. Ayrıca, NADPH oksidaz-4, NLRP3 inflammasom bileşenleri ve gasdermin-D dahil olmak üzere piroptoza aracılık eden yolakların inhibisyonu; Nrf2 ile süperoksit dismutaz, glutatyon gibi antioksidan sistemlerin desteklenmesiyle birlikte, berberinin inflamasyon ve oksidatif strese karşı koruyucu etkisini göstermektedir (Ahmedy, Salem, Mohamed, & Zaky, 2025).

Resveratrol

Resveratrol, üzümsü meyvelerde ve yer fıstığında bulunan doğal bir polifenoldür. Güçlü bir antioksidan, antiinflamatuvar ve anti-apoptotik etkiye sahip olan bu molekül, kansere bağlı kardiyotoksisitenin modellenmesinde, ROS üretimini azaltarak, NF-κB aktivasyonunu baskılayarak ve hücre içi antioksidan sistemleri destekleyerek kardiyomiyosit ömrünü koruma potansiyeli göstermektedir. Preklinik araştırmalar, resveratrolün antrasiklin kaynaklı oksidatif hasarı önleyebildiğini ve hücre ölüm yollarını düzenleyebildiğini desteklemektedir. Klinik uygulamadaki biyoyararlanım ve dozlama problemi hala çözüm bekleyen alanlardandır (Abdelrahman, Hassan, Morgan, Ibrahim, & Hassanen, 2025).

Kurkumin

Kurkumin, Curcuma longa bitkisinin rizomlarından elde edilen doğal bir polifenolik bileşik olup sarı pigment özelliğiyle bilinmektedir. Geleneksel olarak beslenmede kullanılan bu fitokimyasal, günümüzde kanser, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve yaşlanma süreçlerine karşı terapötik potansiyeli nedeniyle dikkat çekmektedir. Hücresel düzeyde kurkumin, redoks reaksiyonlarını aktive ederek reaktif oksijen türleri (ROS) üretimini artırmakta ve bunun sonucunda tümör hücre membranında apoptoz reseptörlerinin ekspresyonunu yükseltmektedir. Bu mekanizma, kurkuminin antikanser etkilerinin temel biyokimyasal yollarından biri olarak değerlendirilmektedir (He, Liu, & Zhang, 2025). Doksorubisinin kardiyotoksik etkileri, başlıca oksidatif stres ve mitokondriyal disfonksiyon üzerinden gerçekleşmektedir. Yapılan in vitro bir çalışmada, neonatal sıçan kardiyomiyositlerinde Dox uygulamasının oksidatif stres belirteçlerini artırdığı, mitokondriyal membran potansiyelini ve solunum zinciri etkinliğini azalttığı, ayrıca HIF-1α, 2α, 3α alt birimleri ile PDK-1 ve IGF-1 genlerinin ekspresyonunu baskıladığı gösterilmiştir. Bu değişiklikler kardiyomiyosit canlılığını ve kasılma aktivitesini olumsuz etkilemiştir. Buna karşılık, Dox ile kurkumin uygulanması hücre canlılığını artırmış, oksidatif stresi azaltmış ve mitokondriyal fonksiyonun korunmasına katkıda bulunarak kardiyomiyosit kontraktilitesini belirgin şekilde iyileştirmiştir (Klymenko et al., 2025).

C vitamini

C vitamini (askorbik asit), insanlar için temel bir besindir çünkü evrimsel süreçte L-gulonolakton oksidaz enziminin kaybı nedeniyle vücutta sentezlenemez. Bu nedenle insanlar, diğer primatlar, kobaylar, bazı yarasalar, balıklar ve kuşlarla birlikte C vitaminini yalnızca diyet yoluyla almak zorundadır. Antioksidan özellikleri ve çok sayıda fizyolojik süreçteki rolü nedeniyle C vitamini, sağlığın korunması için vazgeçilmezdir (Lykkesfeldt, Carr, & Tveden-Nyborg, 2025).

Artan preklinik ve klinik veriler, vitamin C'nin doksorubisine bağlı kardiyotoksisiteye karşı güçlü koruyucu potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Vitamin C'nin bu etkisi, oksidatif ve nitrozatif stresin azaltılması, mitokondriyal fonksiyonun korunması ve inflamatuvar sitokinlerin modülasyonu gibi moleküler mekanizmalara dayanmaktadır. Hayvan modellerinde, antioksidan kapasitesinin yanı sıra kardiyomiyosit yapısının da korunmasına yardımcı olduğu gözlemlenmiştir. Klinik bulgular ise çeşitlilik gösterse de onkoloji tedavisi sırasında kalp fonksiyonunu koruyucu bir destek olarak vitamin C kullanımının güvenli ve umut verici olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, doz, zamanlama ve uygulama yöntemlerini optimize etmek üzere daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Nsairat et al., 2025).

Kuersetin

Kuersetin, narenciye kabukları ve pek çok meyve sebzede bulunan güçlü bir flavonoid antioksidandır. Kuersetin; iyon düzenleyici hem klor hem de kalsiyum dengesi, Nrf2-ARE antiosidatif enzim sistemlerinin düzenlenmesi ve NF-κB yoluyla inflamasyon baskısı gibi mekanizmalar aracılığıyla çevresel ve ilaç kaynaklı kardiyotoksisite modellerinde kardiyomiyosit hasarını azaltabilir. Bu bağlamda kuersetin, doğal antioksidan ajanlar arasında güncel ve çok hedefli koruyucu potansiyele sahip bir bileşen olarak öne çıkmaktadır (Yang, Wei, Zhang, & Li, 2021).

Alıç (Crataegus aronia)

Crataegus aronia (alıç) su-ekstresi, doxorubisin (Dox) kaynaklı kardiyotoksisiteye karşı preklinik modellerde koruyucu bir etki sergilemiştir. Bu flavonoid ve pro-siyanidin ağırlıklı içerikli ekstre, lipid peroksidasyonu azaltarak, antioksidan enzim aktivitelerini (örneğin SOD, CAT) normalization sağlamış; histolojik olarak kalp dokusundaki hasarı ve elektrokardiyografik anormallikleri azaltmıştır. Bu bulgular, alıç flavonoidlerinin güçlü antioksidan özellikleriyle kardiyomiyositleri oksidatif hasara karşı koruyabilecek önemli bir doğal ajan olabileceğini göstermektedir (Koss-Mikołajczyk et al., 2021).

Spirulina

Spirulina platensis, yüksek protein, vitamin, mineraller ve polifenoller içeren mavi-yeşil alg olup güçlü antioksidan ve antiinflamatuvar özellikleri ile dikkat çekmektedir. İçeriğinde bulunan yağ asitleri, β-karoten, α-tokoferol, fikosiyanin ve fenolik bileşikler bu etkilerden sorumludur. Deneysel modellerde, spirulina takviyesinin doksorubisin kaynaklı kardiyotoksisiteyi azalttığı, özellikle miyofibril kaybı, sitoplazmik vakuol oluşumu ve mitokondriyal hasarı sınırladığı gösterilmiştir. Ayrıca lipid peroksidasyonunu baskılayarak antioksidan enzim aktivitelerini (SOD, GSH-Px) dengelemiş ve hayatta kalım oranlarını artırmıştır. Bu bulgular, spirulinanın kemoterapi sırasında kardiyoprotektif destek olarak potansiyel taşıdığını göstermektedir (Koss-Mikołajczyk et al., 2021).

Silimarin

Silybum marianum'dan elde edilen flavonolignan kompleksi silimarin, özellikle doksorubisin kaynaklı kardiyotoksisiteye karşı koruyucu etkileriyle dikkat çekmektedir. Hayvan modellerinde yapılan çalışmalarda, silimarinin oksidatif stresi ve lipid peroksidasyonunu azalttığı, antioksidan enzim aktivitelerini (SOD, GPx) artırdığı, mitokondriyal bütünlüğü koruyarak apoptozu baskıladığı gösterilmiştir. Histolojik incelemelerde miyokardiyal nekroz ve fibrozisin azaldığı, moleküler düzeyde ise Top2β aracılı DNA hasarının ve p53 ekspresyonunun baskılandığı rapor edilmiştir. Klinik düzeyde de akut lenfoblastik lösemi hastalarında yapılan ön çalışmalarda silimarinin doksorubisin kaynaklı sol ventrikül disfonksiyonunu ve troponin yükselişini hafiflettiği bildirilmiştir. Bu bulgular, silimarinin doksorubisin kaynaklı kardiyotoksisite de adjuvan kardiyoprotektif ajan olarak potansiyelini desteklemektedir (Shang et al., 2025).

Tablo 2. Kardiyotoksisitede Güncel Antioksidan Ajanlar

Antioksidan	**Mekanizma**	**Kaynak**
Berberin	Nrf2 aktivasyonu, NADPH oxidaz/NLRP3 inflammasom inhibisyonu, pyroptoz baskısı	Ahmedy et al., 2025
Resveratrol	ROS üretimini azaltma, NF-κB inhibisyonu, anti-apoptotik etki	Abdelrahman et al., 2025
Kurkumin	HIF gen ekspresyonu düzenleme, mitokondriyal fonksiyon koruma	Klymenko et al., 2025
Vitamin C	ROS ve nitrozatif stres baskısı, inflamatuvar sitokin modülasyonu	Nsairat et al., 2025
Kuersetin	Nrf2-ARE aktivasyonu, Ca^{2+} homeostazı, NF-κB baskısı	Yang et al., 2021
Alıç (Crataegus aronia)	Lipid peroksidasyonu azaltma, SOD ve CAT aktivitesi artırma	Koss-Mikołajczyk et al., 2021
Spirulina	Lipid peroksidasyonu baskısı, SOD ve GSH-Px dengesi, mitokondri koruma	Koss-Mikołajczyk et al., 2021
Silimarin	ROS baskısı, Top2β aracılı DNA hasarı inhibisyonu, antiapoptotik yolak düzenleme	Shang et al., 2025

SONUÇ

Kanser tedavilerinde sağkalım oranlarının artmasıyla birlikte kardiyotoksisite, günümüzde onkoloji pratiğinde öne çıkan en önemli yan etkilerden biri haline gelmiştir. Antrasiklinler, trastuzumab ve tirozin kinaz inhibitörleri gibi güçlü antikanser ajanlar, etkinliklerinin yanı sıra oksidatif stres, mitokondriyal disfonksiyon, kalsiyum dengesizliği, apoptoz ve inflamatuvar yolaklar üzerinden kardiyak toksisite riskini artırmaktadır. Bu durum, hastaların yaşam kalitesini olumsuz etkilemekte ve tedavi sürekliliğini tehdit etmektedir.

Son yıllarda yapılan deneysel ve klinik araştırmalar, antioksidan ajanların kardiyotoksisiteyi önlemede ve azaltmada umut verici sonuçlar sunduğunu göstermektedir.

Özellikle berberin, resveratrol, kurkumin, vitamin C, kuersetin, alıç (Crataegus aronia), spirulina ve silimarin gibi doğal ürünlerin oksidatif stresin baskılanması, mitokondriyal fonksiyonun korunması, antiapoptotik ve antiinflamatuvar yolakların desteklenmesi gibi çok yönlü mekanizmalar aracılığıyla kardiyomiyositleri koruduğu ortaya konmuştur. Bu ajanların çoğunun etkinliği preklinik düzeyde güçlü verilerle desteklenirken, erken klinik çalışmalar da kardiyoprotektif potansiyellerini doğrulamaya başlamıştır.

Bununla birlikte, doğal antioksidanların biyoyararlanım sorunları, dozlama stratejileri ve uzun vadeli güvenlilik profilleri hâlâ netleşmemiştir. Bu nedenle, antioksidan ajanların kardiyotoksisite yönetiminde klinik kullanıma entegre edilebilmesi için, geniş ölçekli randomize klinik çalışmalara ihtiyaç vardır. Gelecekte bu ajanların klasik kardiyoprotektif ilaçlarla (örneğin beta-blokerler, ACE inhibitörleri, statinler) kombine edilerek daha etkili ve güvenli tedavi stratejilerinin geliştirilmesi mümkün olabilir.

Sonuç olarak, antioksidan ajanlar, kardiyo-onkolojide hem hastaların yaşam kalitesini korumak hem de antikanser tedavilerin sürekliliğini sağlamak açısından önemli bir araştırma alanı oluşturmaktadır. Önümüzdeki yıllarda yapılacak translasyonel ve klinik çalışmalar, bu ajanların kardiyotoksisiteye karşı adjuvan tedavi olarak klinik uygulamalarda daha geniş yer bulmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Abdelrahman, R. E., Hassan, M. S., Morgan, A. M., Ibrahim, M. A., & Hassanen, E. I. (2025). Resveratrol Mitigates Acetamiprid-Induced Cardiotoxicity in Rats via Modulation of Jak/Stat, p38 Mapk and mTOR Signaling Pathways. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology, 39*(6), e70321.

Ahmedy, O. A., Salem, H. H., Mohamed, Y. S., & Zaky, D. A. (2025). Unleashing the cardioprotective potential of berberine against doxorubicin cardiotoxicity: Innovative exploitation of the peculiar antipyroptotic/antioxidant/anti-inflammatory capacity via modulation of inflammasome/caspase-1/interleukin pathway in rats. *International Immunopharmacology, 159*, 114964.

Alghibiwi, H. K., Alhusiani, A. M., Sarawi, W. S., Fadda, L., Alomar, H. A., Alsaab, J. S., . . . Alhabardi, S. (2025). Coenzyme Q10 and its liposomal form prevent copper cardiotoxicity by attenuating oxidative stress, TLR-4/NF-κB signaling and necroptosis in rats. *Cellular and Molecular Biology, 71*(1), 118-124.

Avagimyan, A., Madonna, R., Sheibani, M., Pogosova, N., Trofimenko, A., Urazova, O., . . . Aznauryan, A. (2025). Translational aspects of doxorubicin-induced cardiotoxicity: What we have omitted for the past decades? *Vascular Pharmacology*, 107526.

Chandimali, N., Bak, S. G., Park, E. H., Lim, H.-J., Won, Y.-S., Kim, E.-K., . . . Lee, S. J. (2025). Free radicals and their impact on health and antioxidant defenses: A review. *Cell death discovery, 11*(1), 19.

Fabiani, I., Chianca, M., Cipolla, C. M., & Cardinale, D. M. (2025). Anthracycline-induced cardiomyopathy: risk prediction, prevention and treatment. *Nature Reviews Cardiology*, 1-13.

Goulas, K., Farmakis, D., Constantinidou, A., & Kadoglou, N. P. (2023). Cardioprotective agents for the primary prevention of trastuzumab-associated cardiotoxicity: a systematic review and meta-analysis. *Pharmaceuticals, 16*(7), 983.

He, Y., Liu, Y., & Zhang, M. (2025). The beneficial effects of curcumin on aging and age-related diseases: from oxidative stress to antioxidant mechanisms, brain health and apoptosis. *Frontiers in Aging Neuroscience, 17*, 1533963.

Herrmann, J., Lenihan, D., Armenian, S., Barac, A., Blaes, A., Cardinale, D., . . . Lyon, A. R. (2022). Defining cardiovascular toxicities of cancer therapies: an International Cardio-Oncology Society (IC-OS) consensus statement. *European heart journal, 43*(4), 280-299.

Hu, L.-F., Lan, H.-R., Li, X.-M., & Jin, K.-T. (2021). A systematic review of the potential chemoprotective effects of resveratrol on doxorubicin-induced cardiotoxicity: Focus on the antioxidant, antiapoptotic, and anti-inflammatory activities. *Oxidative medicine and cellular longevity, 2021*(1), 2951697.

Klymenko, O., Drevytska, T., Gonchar, O., TarasOva, K. v., Nosar, V., Dosenko, V., & Mankovska, I. (2025). Curcumin exerts protective effects against doxorubicin-induced cardiotoxicity.

Koss-Mikołajczyk, I., Todorovic, V., Sobajic, S., Mahajna, J., Gerić, M., Tur, J. A., & Bartoszek, A. (2021). Natural products counteracting cardiotoxicity during cancer chemotherapy: the special case of doxorubicin, a comprehensive review. *International Journal of Molecular Sciences, 22*(18), 10037.

Li, H., Wang, M., & Huang, Y. (2024). Anthracycline-induced cardiotoxicity: An overview from cellular structural perspective. *Biomedicine & Pharmacotherapy, 179*, 117312.

Li, S., Li, W., Cheng, M., Wang, X., & Chen, W. (2025). Prevention and treatment of anthracycline-induced cardiotoxicity: a systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *Cardio-Oncology, 11*(1), 66.

Liu, X., & Li, Z. (2025). The role and mechanism of epigenetics in anticancer drug-induced cardiotoxicity. *Basic Research in Cardiology, 120*(1), 11-24.

Lykkesfeldt, J., Carr, A. C., & Tveden-Nyborg, P. (2025). The pharmacology of vitamin C. *Pharmacological reviews*, 100043.

Moreno-Arciniegas, A., Cádiz, L., Galán-Arriola, C., Clemente-Moragón, A., & Ibáñez, B. (2025). Cardioprotection strategies for anthracycline cardiotoxicity. *Basic Research in Cardiology, 120*(1), 71-90.

Nsairat, H., Lafi, Z., Abualsoud, B. M., Al-Najjar, B. O., Al-Samydai, A., Oriquat, G. A., . . . Dellinger, A. L. (2025). Vitamin C as a Cardioprotective Agent Against Doxorubicin-Induced Cardiotoxicity. *Journal of the American Heart Association*, e042534.

Sabbatino, F., Conti, V., Liguori, L., Polcaro, G., Corbi, G., Manzo, V., . . . Filippelli, A. (2021). Molecules and mechanisms to overcome oxidative stress inducing cardiovascular disease in cancer patients. *Life, 11*(2), 105.

Shang, W., Li, X.-H., Zeng, L.-H., Li, Z., Hu, Y., Wen, H.-M., . . . Wan, G.-X. (2025). Mechanistic Insights into Flavonoid Subclasses as Cardioprotective Agents Against Doxorubicin-Induced Cardiotoxicity: A Comprehensive Review. *Drug Design, Development and Therapy*, 5553-5596.

Taha, A. M., Odat, R. M., Moawad, W. A. E.-T., Saed, S. A. A., Amer, B. E., Nguyen, D., . . . Kassem, L. (2025). Safety of Permissive Cardiotoxicity of Trastuzumab in Patients with Breast Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cardiovascular Toxicology*, 1-12.

Torelli, S., Agnihotri, V., Zhu, H., Wang, Z., Cheng, P., & Rhee, J.-W. (2025). Clinical Relevance and Mechanistic Underpinnings of Tyrosine Kinase Inhibitor Associated Cardiotoxicities. *Current Treatment Options in Cardiovascular Medicine, 27*(1), 10.

Wang, Z., Zhu, Y., Yao, Y., Zhang, W., Wang, B., Wang, J., . . . Liu, L. (2025). Natural products targeting regulated cell deaths for adriamycin-induced cardiotoxicity. *Cell death discovery, 11*(1), 112.

Yang, Y., Wei, S., Zhang, B., & Li, W. (2021). Recent progress in environmental toxins-induced cardiotoxicity and protective potential of natural products. *Frontiers in pharmacology, 12*, 699193.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

ENDOTHELIAL INJURY INHIBITORS USED IN CARDIOPULMONARY BYPASS SURGERY

Öğr. Gör. Mehmet RAMAT
Harran University Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Şanlıurfa, Turkey
ORCİD NO: 0000-0003-4922-6708

Öğr. Gör. Kadir EĞİ
Gaziantep University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Gaziantep, Turkey
ORCİD NO: 0000-0003-4802-0994

Öğr. Gör. Mustafa Orhan TUNÇEL
İnönü University Faculty of Pharmacy, Department of Basic Pharmaceutical Sciences, Malatya, Turkey
ORCİD NO: 0000-0002-8999-2223

ABSTRACT
Cardiopulmonary bypass (CPB) remains a cornerstone technique in modern cardiac surgery; however, it imposes substantial biomechanical and biochemical stress on the vascular endothelium, thereby contributing significantly to the development of postoperative complications. Hemodilution, ischemia-reperfusion injury, systemic inflammatory response, and oxidative stress during CPB lead to structural and functional endothelial impairment, which has been strongly associated with acute kidney injury, pulmonary dysfunction, arrhythmias, and increased mortality. Consequently, strategies aiming to prevent or attenuate endothelial injury have gained increasing attention in recent years. Pharmacological approaches—including antioxidants, statins, nitric oxide donors, glucocorticoids, volatile anesthetics, and glycocalyx-protective agents—have demonstrated promising effects in mitigating endothelial damage. Likewise, technical modifications such as off-pump surgical procedures, minimally invasive approaches, optimized perfusion strategies, and biocompatible extracorporeal circulation circuits have shown potential benefits in preserving endothelial integrity. While experimental studies and early clinical evidence are encouraging, heterogeneity in outcomes continues to limit the widespread adoption of these strategies in routine practice. Overall, current evidence suggests that endothelial injury inhibitors hold substantial potential in reducing morbidity and mortality following CPB. Nevertheless, robust validation through large-scale, multicenter, randomized controlled trials with long-term follow-up is required before these interventions can be standardized in clinical practice.
Keywords: Cardiopulmonary bypass**,** Endothelial injury**,** Endothelial protective agents**,** Postoperative complications

KARDİYOPULMONER BYPASS CERRAHİSİNDE KULLANILAN ENDOTEL HASAR İNHİBİTÖRLERİ

ÖZET
Kardiyopulmoner bypass (KPB) cerrahisi, modern kalp cerrahisinin en temel yöntemlerinden biri olmakla birlikte, endotel bütünlüğü üzerinde ciddi biyomekanik ve biyokimyasal stresler oluşturarak postoperatif komplikasyonların patogenezinde önemli rol oynamaktadır. KPB sırasında gelişen hemodilüsyon, iskemi-reperfüzyon hasarı, inflamatuvar yanıt ve oksidatif stres, endotel hücrelerinde yapısal ve fonksiyonel bozulmalara yol açmakta; bu durum akut böbrek hasarı, pulmoner disfonksiyon, aritmi ve artmış mortalite gibi klinik sonuçlarla ilişkilendirilmektedir. Bu nedenle, endotel hasarını önlemeye veya azaltmaya yönelik farmakolojik ve cerrahi stratejiler, güncel literatürde giderek artan ilgi görmektedir. Farmakolojik düzeyde; antioksidan ajanlar, statinler, nitrik oksit donörleri, glukokortikoidler, volatiller anestezikler ve glikokaliks koruyucu moleküller endotel hasarını azaltma potansiyeli göstermiştir.

Bunun yanı sıra, off-pump cerrahi teknikleri, minimal invaziv yaklaşımlar, optimize edilmiş perfüzyon stratejileri ve biyouyumlu ekstrakorporeal dolaşım devreleri gibi teknik iyileştirmeler de endotel bütünlüğünü korumada katkı sağlamaktadır. Deneysel çalışmalar ve erken dönem klinik veriler umut verici olmakla birlikte, elde edilen sonuçların heterojenliği bu stratejilerin rutin klinik uygulamalara entegrasyonunu sınırlamaktadır. Mevcut veriler, endotel hasar inhibitörlerinin kardiyopulmoner bypass cerrahisi sonrası mortalite ve morbiditeyi azaltmada önemli bir potansiyel taşıdığını göstermektedir. Bununla birlikte, bu yaklaşımların klinik pratiğe standardize edilebilmesi için, daha geniş hasta popülasyonlarını içeren, çok merkezli, randomize ve uzun dönem takipli çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Kardiyopulmoner bypass, Endotel hasarı, Endotel koruyucu ajanlar, Postoperatif komplikasyonlar

Giriş

Kardiyopulmoner bypass (KPB) cerrahisi, günümüzde kompleks kardiyak patolojilerin tedavisinde vazgeçilmez bir yöntem olarak uygulanmaktadır. Ancak sağladığı cerrahi avantajlara karşın, sistemik dolaşımda oluşturduğu biyomekanik ve biyokimyasal stresler, özellikle endotel bütünlüğü üzerinde ciddi tehditler barındırmaktadır (Banerjee, Feng & Sellke, 2024). Endotel, yalnızca damar duvarını kaplayan pasif bir tabaka değil; homeostaz, inflamasyon, pıhtılaşma ve mikrosirkülasyonun düzenlenmesinde merkezi bir rol üstlenen dinamik bir "organ" olarak kabul edilmektedir (Aird, 2012). Dolayısıyla KPB sırasında gelişen endotel hasarı, yalnızca hücresel düzeyde bir bozulma değil, aynı zamanda tüm organizmayı etkileyen çok boyutlu bir patofizyolojik süreci temsil etmektedir. Bu süreçte en çok etkilenen yapılardan biri, endotel hücre yüzeyini saran ve "biyolojik zırh" olarak tanımlanan glikokaliks tabakasıdır (Knežević et al., 2025). Glikokaliksin parçalanması, damar geçirgenliğinde artış, mikrovasküler perfüzyon bozuklukları ve proinflamatuvar hücrelerin damar duvarına tutunması ile sonuçlanmaktadır (Ćurko-Cofek, 2024). Nitekim KPB sırasında iskemi-reperfüzyon hasarı, oksidatif stres ve proinflamatuvar sitokin fırtınası, glikokaliks bütünlüğünün bozulmasında temel faktörlerdir (Kant et al., 2023). Son dönemde yapılan klinik bir çalışma, KPB süresinin 180 dakikanın üzerinde olmasının, glypican-1 kaybı, matriks metalloproteinaz-9 (MMP-9) aktivasyonu ve interlökin-1β düzeylerindeki artışla güçlü biçimde ilişkili olduğunu göstermiştir (Li et al., 2024). Bu bulgu, endotel hasarının yalnızca cerrahi travmanın değil, aynı zamanda bypass süresinin doğrudan bir sonucu olduğunu ortaya koymaktadır.

Endotel disfonksiyonu ile ilişkili klinik sonuçlar arasında akut böbrek hasarı, pulmoner ödem, aritmiler, uzamış yoğun bakım gereksinimi ve mortalite artışı yer almaktadır (Bruegger et al., 2008; Banerjee et al., 2024). Bu nedenle, endotel bütünlüğünü korumaya yönelik stratejiler güncel literatürde yoğun ilgi görmektedir. Farmakolojik düzeyde; antioksidanlar, statinler, nitrik oksit donörleri ve glikokaliks koruyucu moleküller öne çıkarken; cerrahi düzeyde ise off-pump teknikler, minimal invaziv yaklaşımlar, optimize edilmiş perfüzyon protokolleri ve biyouyumlu ekstrakorporeal devreler umut vadeden seçenekler olarak değerlendirilmektedir (Shetty, 2025; Wahba, 2025). Ancak bu stratejilerin klinik uygulamaya entegrasyonu, çalışma sonuçlarındaki heterojenlik ve sınırlı hasta popülasyonları nedeniyle halen kısıtlıdır.

Sonuç olarak, KPB cerrahisinde endotel bütünlüğünün korunması, yalnızca komplikasyonların azaltılması açısından değil; aynı zamanda hasta merkezli, insana değer veren bir cerrahi anlayışın geliştirilmesi için de kritik önemdedir. Gelecekte yapılacak çok merkezli, geniş örneklemli ve uzun dönem takipli randomize çalışmalar, endotel koruyucu stratejilerin cerrahi pratiğe entegrasyonunu hızlandırarak, postoperatif prognozu iyileştirme potansiyeli taşımaktadır.

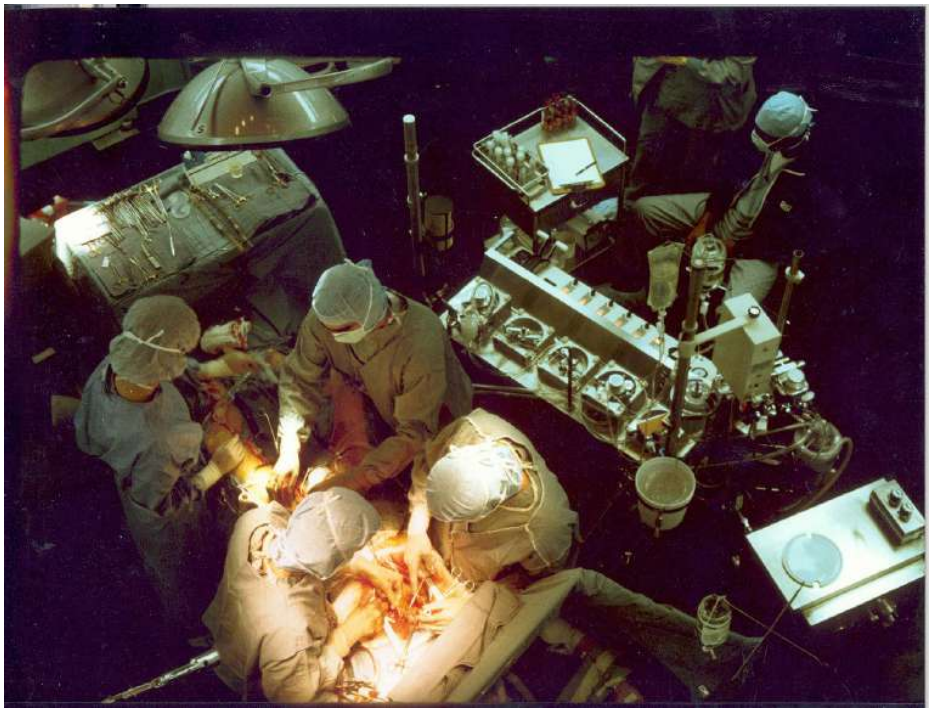


Figure 1. Cardiopulmonary bypass (2025).

Endotel Hasarının Patofizyolojisi: Kardiyopulmoner Bypass

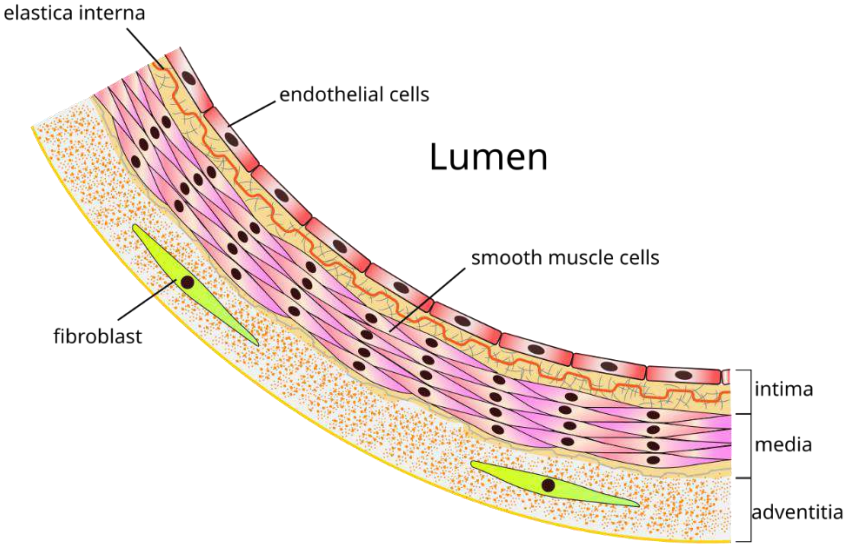


Figure 2. Endothelium. (2025).

Endotel tabakası, damar bütünlüğünü sağlayan, hemostazı düzenleyen ve inflamatuvar yanıtı kontrol eden dinamik bir yapı olup, kardiyopulmoner bypass (KPB) sırasında en çok etkilenen yapılardan biridir. Normalde nitrik oksit (NO) ve prostasiklin gibi mediyatörler aracılığıyla antitrombotik ve vazodilatör özellik gösterirken, cerrahi stres ve ekstrakorporeal dolaşım bu dengeyi bozarak endotelyal disfonksiyona yol açar (Gimbrone & García-Cardeña, 2016). Oksidatif stres, endotel hasarının merkezinde yer alır. Reaktif oksijen türlerinin (ROS) aşırı üretimi NO biyoyararlanımını azaltır, peroksinitrit oluşumunu tetikler ve böylece endotel fonksiyonlarını bozar (Alhayaza, R. (2020).

Bunun yanında inflamatuvar aktivasyon, nükleer faktör kappa-B (NF-κB) yolunun uyarılmasıyla TNF-α, IL-6 gibi sitokinlerin ve adezyon moleküllerinin (ICAM-1, VCAM-1) artmasına yol açar; bu da lökosit adezyonu, damar geçirgenliğinde artış ve doku ödemi ile sonuçlanır (Joffre et al., 2020). Bir diğer önemli mekanizma glikokaliks tabakasının bozulmasıdır. Syndecan-1, heparan sülfat ve hyaluronan gibi yapısal bileşenlerin proteolitik enzimler (ör. matriks metalloproteinazlar) aracılığıyla yıkılması, vasküler bariyerin geçirgenliğini artırarak plazma proteinlerinin üçüncü boşluklara kaçışına ve mikrosirkülasyon bozukluklarına neden olur (Ćurko-Cofek, 2024). Tüm bu süreçler, trombosit aktivasyonu, mikro-tromboz ve organ disfonksiyonu ile birleşerek klinikte akut böbrek hasarı, pulmoner komplikasyonlar, aritmiler ve nörolojik defisitler gibi ciddi komplikasyonlara zemin hazırlar (Wahba, 2025). Dolayısıyla endotel hasarı, yalnızca hücresel düzeyde bir bozulma değil, sistemik morbiditeyi belirleyen temel patofizyolojik mekanizmalardan biridir.

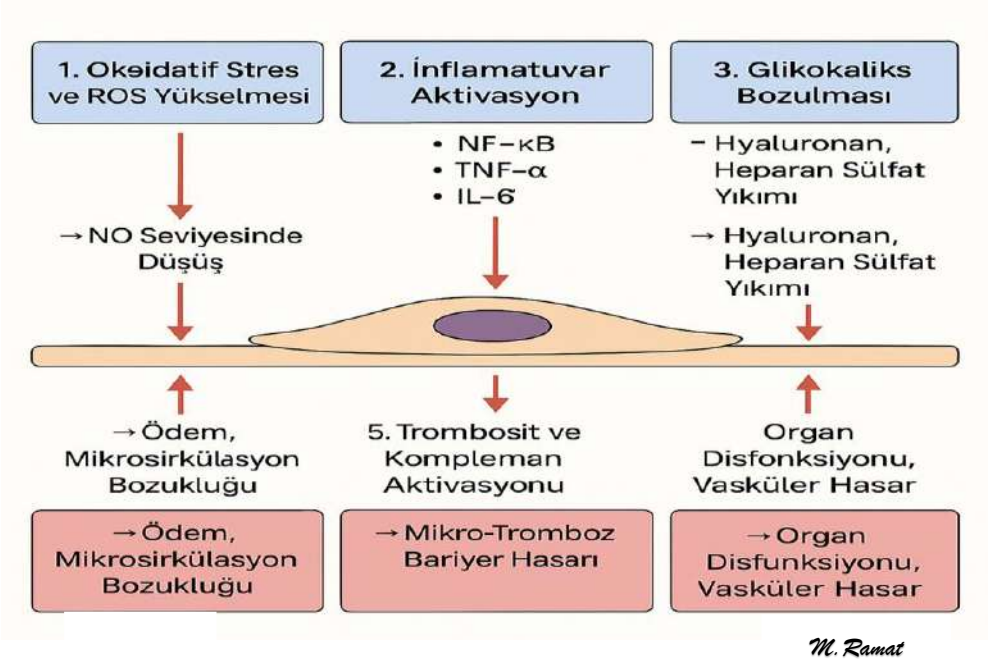


Figure 3. Endotel Hasar Patofizyolojisi

Kardiyopulmoner bypass (CPB), modern kalp cerrahisinin vazgeçilmez bir parçası olmakla birlikte, endotel bütünlüğü üzerinde ciddi biyokimyasal ve biyomekanik stresler oluşturmaktadır. Normal koşullarda antitrombotik, antiinflamatuvar ve vazodilatör özelliklere sahip olan endotel tabakası, CPB sırasında kanın yapay devre yüzeyleriyle teması sonucu kompleman ve koagülasyon kaskadının aktivasyonu ile başlayan sistemik bir inflamatuvar yanıtla karşı karşıya kalır (Lesouhaitier et al., 2024). Buna eşlik eden iskemi-reperfüzyon süreci, reaktif oksijen türlerinin aşırı üretimi ve oksidatif stres yoluyla endotel fonksiyonlarını daha da zayıflatır (Kant et al., 2023). Endotelde artan permeabilite, özellikle akciğer ve böbrek mikrodamarlarında ödem, doku hipoperfüzyonu ve mikrosirkülasyon bozukluklarına yol açar; bu durum angiopoietin-2/Tie2 sinyallemesinin bozulması ve hücrelerarası bağlantıların kaybı ile ilişkilendirilmiştir (Dekker et al., 2019). Sürecin sonunda, endotel disfonksiyonu trombosit adezyonu ve mikrovasküler tonus kaybına neden olarak postoperatif dönemde vasopleji, hipotansiyon ve organ hipoperfüzyonu riskini artırır (Giacinto et al., 2019). Bununla birlikte, CPB'ye verilen endotel yanıtı genetik polimorfizmler, yaş ve eşlik eden komorbiditeler gibi bireysel faktörlerden etkilenmekte; bu nedenle modern mini-ekstrakorporeal dolaşım sistemleri (MiECC) daha iyi endotel koruması sağlayarak geleneksel CPB'ye alternatif olarak önerilmektedir (Condello, 2025).

Dolayısıyla, CPB'nin yol açtığı endotel hasarı, inflamatuvar aktivasyon, oksidatif stres ve mikrosirkülatuvar bozulmanın bütünleşik bir sonucu olup; farmakolojik (kortikosteroidler, antioksidanlar, kompleman inhibitörleri) ve teknik (biyouyumlu kaplamalar, MiECC kullanımı) stratejilerle bu hasarın sınırlandırılması güncel araştırmaların odak noktasıdır.

Endotel Hasarını İnhibe Eden Ajanlar ve Mekanizmaları

Kardiyopulmoner bypass (KPB) cerrahisi, sunduğu cerrahi kolaylıklara karşın, endotel bütünlüğü üzerinde kapsamlı ve çok boyutlu bir stres oluşturarak postoperatif komplikasyonların patofizyolojisinde merkezi bir rol oynamaktadır. Bu stres, yalnızca mekanik ve biyokimyasal travmadan ibaret olmayıp, inflamatuvar yanıtın sistemik aktivasyonuna, oksidatif dengesizliğe ve endotel yüzeyini kaplayan glikokaliksin yapısal bozulmasına yol açmaktadır (Banerjee, Feng & Sellke, 2024). Bu nedenle, endotel hasarını engellemeye veya en aza indirmeye yönelik farmakolojik stratejiler, hasta prognozunu iyileştirme potansiyeli nedeniyle modern kardiyak cerrahinin en önemli araştırma alanlarından biri haline gelmiştir. Bu yaklaşımlar, spesifik patofizyolojik mekanizmaları hedef alarak endotel bütünlüğünü korumayı amaçlamaktadır.

1. Antioksidan Ajanlar: Oksidatif Stresin Sınırlandırılması

Kardiyopulmoner bypass (KPB) cerrahisi, fizyolojik olmayan bir ortam yaratarak, endotel bütünlüğüne yönelik en ciddi tehditlerden biri olan oksidatif stresi tetikler. Bu durum, özellikle reperfüzyon fazında, reaktif oksijen türlerinin (ROS) kontrolsüz bir şekilde üretilmesiyle karakterize olup, endotel hücrelerinde lipid peroksidasyonu, protein karbonilasyonu ve nükleik asit hasarı gibi yıkıcı süreçlere yol açar (Kant et al., 2023). Bu hücresel hasar, endotel disfonksiyonunun derinleşmesine ve mikrovasküler dolaşımın bozulmasına neden olur. Bu nedenle, antioksidan stratejiler, KPB'nin yol açtığı hasarı azaltmada kritik bir potansiyel taşımaktadır.

Literatürdeki güncel çalışmalar N-asetilsistein (NAC), KPB cerrahisinde yalnızca antioksidan bir rol oynamadığını, aynı zamanda nörolojik, renal ve endotel düzeyinde koruyucu etkiler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Deneysel bir çalışma, NAC'nin oksitlenmiş düşük yoğunluklu lipoproteinlerin (oxLDL) neden olduğu endotel disfonksiyonunu önleyerek vasküler sağlığı koruduğunu belirtmiştir (Marasinghe, Suryaningtyas, Jung & Je, 2025). Bu bulgu, NAC'nin KPB'nin yol açtığı inflamatuvar ve oksidatif stresi doğrudan hedef aldığını ve endotel bütünlüğünü destekleyerek vazopleji gibi komplikasyonların önlenmesine yardımcı olabileceğini göstermektedir.

Öte yandan, klinik çalışmalar, NAC'nin spesifik organ koruyucu etkilerine dair önemli veriler sunmaktadır. Özaydın ve arkadaşları (2015), kalp cerrahisi geçiren hastalarda NAC'nin postoperatif akut böbrek hasarı (ABH) insidansını düşürebileceğini bildirmiştir. KPB sırasında böbrekler, iskemi-reperfüzyon hasarı ve mikrodolaşım bozukluklarına karşı son derece hassastır. Bu bağlamda, NAC'nin antioksidan ve mikrovasküler dolaşımı iyileştirici etkileri, renal dokuyu hasardan korumada kritik bir rol oynamaktadır. Ayrıca, Ünlü (2013) tarafından yapılan bir araştırma, koroner arter bypass greft (KABG) cerrahisi sonrası NAC kullanımının, hastalarda nörokognitif fonksiyonların korunmasına katkı sağladığını ve bilişsel gerilemeyi azaltmaya yardımcı olduğunu göstermiştir. Bu etki, NAC'nin nöroprotektif özelliklerinin bir sonucu olarak değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak, NAC'nin KPB cerrahisindeki rolü, birden fazla etki mekanizması üzerinden organ fonksiyonlarını ve hasta sağlığını korumaya yönelik çok yönlü bir yaklaşım sunmaktadır. Endotel koruması, renal ve nörolojik koruma gibi farklı alanlardaki olumlu sonuçlar, NAC'nin postoperatif morbiditeyi azaltmada önemli bir potansiyel taşıdığını göstermektedir. Bu bulgular, NAC'nin kalp cerrahisi protokollerine entegrasyonu için güçlü bir bilimsel zemin oluşturmaktadır ve hasta bakımının insancıl boyutunu iyileştirmeye yönelik bir adım olarak değerlendirilmelidir.

2.Glikokaliks Koruyucu Moleküller: Endotel "Biyolojik Zırhının" Korunması

Endotel hücrelerini çevreleyen ve "biyolojik zırh" olarak tanımlanan glikokaliks tabakası, damar geçirgenliği, mikrovasküler tonus ve inflamatuvar hücre adezyonunun düzenlenmesinde merkezi bir işlev görür (Ćurko-Cofek, 2024).

Kardiyopulmoner bypass (KPB) cerrahisi sırasında kanın yapay yüzeylerle teması ve iskemi-reperfüzyon kaynaklı stresler, sistemik bir inflamatuvar yanıtı tetikler; bu sırada pro-inflamatuvar sitokinler, reaktif oksijen türleri (ROS) ve matriks metalloproteinazlar (MMP'ler), glikokaliks yapısının temel bileşenleri olan hyaluronan ve heparan sülfatın parçalanmasına yol açar (Ćurko-Cofek, 2024; Li ve ark., 2024). Bu parçalanma, vasküler geçirgenliğin artmasına, sıvının üçüncü boşluklara kaçmasına ve mikrosirkülasyon bozukluklarının gelişmesine zemin hazırlayarak organ disfonksiyonuna katkıda bulunur (Ćurko-Cofek, 2024; Knežević ve ark., 2023).
Bu hasarı önlemeye yönelik farmakolojik yaklaşımlar arasında, glikokaliksi enzimatik yıkımdan koruyan ajanlar bulunmaktadır. Örneğin, Alfa-1-antitripsin (A1AT) gibi proteaz inhibitörlerinin inflamatuvar yanıtı baskılayarak glikokaliks bütünlüğünü koruma potansiyeline sahip olduğu öne sürülmektedir; bazı araştırmalar, KPB sonrası organ hasarını azaltıcı ve mikrovasküler fonksiyonu destekleyici etkilerinden söz etmektedir (Knežević ve ark., 2023). Kortikosteroidler de güçlü antiinflamatuvar özellikleri sayesinde sitokin fırtınasını sınırlayarak glikokaliks hasarını dolaylı yoldan azaltma potansiyeline sahiptir. Bu stratejiler, KPB'ye bağlı sistemik hasarı minimize ederek endotel bütünlüğünü korumaya katkı sağlayabilir.

3. Nitrik Oksit (NO) Donörleri

Normal koşullarda endotel hücreleri, damar tonusunun korunması, trombosit agregasyonunun engellenmesi ve antiinflamatuvar yanıtların düzenlenmesi için vazodilatör özelliklere sahip nitrik oksit (NO) üretir. Kardiyopulmoner bypass (KPB) sırasında ise endotel disfonksiyonu gelişir; bu durum NO biyoyararlanımında azalmaya, endotelyal nitrik oksit sentaz (eNOS) aktivitesinin baskılanmasına ve vazokonstriksiyona yol açar. Söz konusu mekanizma, KPB sonrası görülen vazoplejik sendromun en önemli nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Kamenshchikov, 2019). Bu nedenle nitrogliserin ve sodyum nitroprussit gibi NO donörleri, KPB sırasında ve sonrasında uygulanan destek tedaviler arasında yer almakta ve vazodilatasyonu artırarak mikrodolaşımı iyileştirmeyi hedeflemektedir. Klinik ve deneysel araştırmalar, NO donörlerinin eNOS aktivasyonunu artırarak iskemi-reperfüzyon kaynaklı hasarı sınırladığını, ayrıca kardiyak troponin I (cTnI) ve CK-MB düzeylerini düşürerek miyokardiyal koruma sağladığını göstermiştir (Kamenshchikov, 2019; Dou et al., 2023). Buna ek olarak, CPB devresine NO verilmesinin akut böbrek hasarı insidansını azalttığı ve perioperatif organ fonksiyonlarını desteklediği bildirilmiştir (Kamenshchikov, 2022). Ancak pediatrik popülasyonlarda yapılan meta-analizler, NO uygulamasının ventilatör süresi veya yoğun bakımda kalış gibi klinik sonlanımlar üzerinde anlamlı fayda sağlamadığını ortaya koymaktadır (Zhao et al., 2024). Dolayısıyla, NO donörleri endotel bütünlüğünü ve mikrosirkülasyonu korumada önemli bir potansiyele sahip olmakla birlikte, klinik faydalarının hasta gruplarına ve uygulama protokollerine göre farklılık gösterebileceği düşünülmektedir.

Cerrahi Teknikler ve Perfüzyon Stratejileri

Kardiyopulmoner bypass (KPB), kalp cerrahisinin en büyük kazanımlarından biri olsa da, insan endotelini biyolojik ve biyomekanik açıdan ağır bir sınavdan geçirmektedir. Bu nedenle, yalnızca farmakolojik değil, aynı zamanda cerrahi ve teknik stratejilerle de bu "yaşayan dokunun" korunması günümüz araştırmalarının merkezinde yer almaktadır.
Off-Pump Koroner Arter Bypass (OPCAB), kalbi durdurmadan gerçekleştirilen cerrahi yaklaşımıyla, dolaşımın doğal ritmini bozmadan ilerler. Bu teknik, KPB'nin tetiklediği inflamatuvar fırtınayı ve mikrovasküler baskıyı ortadan kaldırarak, endotel bütünlüğünü korumada insancıl bir alternatif sunar. Nitekim geniş ölçekli meta-analizler, OPCAB'nin akut böbrek hasarı ve nörolojik komplikasyon riskini anlamlı ölçüde azalttığını bildirmektedir (Nigwekar et al., 2009). Bu bulgu, cerrahinin yalnızca damarları değil, aynı zamanda böbrek ve beyin gibi yaşam kalitesini doğrudan etkileyen organları da koruyabileceğini göstermektedir.
Minimal Ekstrakorporeal Dolaşım Sistemleri (MiECC) ise modern teknolojinin endotel için sunduğu adeta "daha nazik bir köprü" işlevini görür. Küçük devre hacmi, biyouyumlu kaplamaları ve kısa devre uzunluğu sayesinde kanın yapay yüzeylerle olan sert karşılaşmasını azaltır. Yapılan klinik çalışmalar, MiECC'nin mitokondriyal DNA salınımını ve sitokin düzeylerini sınırlayarak sistemik inflamasyonu azalttığını ve organ perfüzyonunu daha dengeli kıldığını ortaya koymuştur (Zajonz et al., 2022).

Bu, insan bedeninin kendi biyolojisine daha saygılı, daha "fizyolojik" bir cerrahi yaklaşımın mümkün olduğunu göstermektedir.
Bunun yanında, biyouyumlu kaplamalar ile güçlendirilmiş ekstrakorporeal devreler, endotel ile yapay yüzey arasındaki yabancılaşmayı azaltmayı hedefler. Heparin ya da polimer bazlı kaplamalar, trombosit aktivasyonunu ve kompleman sisteminin aşırı uyarımını sınırlandırarak adeta damar yüzeyine bir kalkan işlevi görür. Böylece KPB'nin mekanik yan etkileri azaltılırken, organ fonksiyonlarının korunması adına daha güvenli bir postoperatif süreç sağlanır (Condello, 2025).
Tüm bu teknikler, modern kalp cerrahisinin yalnızca "mekanik bir onarım" olmadığını; insanın damar bütünlüğünü, organ fonksiyonlarını ve yaşam kalitesini korumayı amaçlayan çok boyutlu bir sanat olduğunu göstermektedir.

Tartışma

Bu çalışmada sunulan veriler, kardiyopulmoner bypass (KPB) sırasında endotel hasarının çok faktörlü bir süreç olduğunu ve farmakolojik ile cerrahi stratejilerin birlikte kullanıldığında endotel bütünlüğünün korunmasında daha etkili olabileceğini ortaya koymaktadır. Özellikle oksidatif stresin sınırlandırılması, glikokaliks tabakasının korunması ve nitrik oksit biyoyararlanımının desteklenmesi, endotel fonksiyonlarının sürekliliği açısından kritik hedefler olarak öne çıkmaktadır (Kant et al., 2023; Ćurko-Cofek, 2024; Li et al., 2024).
Farmakolojik stratejiler içerisinde N-asetilsistein (NAC) gibi antioksidanların hem renal hem de nörolojik koruma sağlayabildiği görülmektedir. NAC'nin yalnızca biyokimyasal düzeyde değil, aynı zamanda hasta merkezli klinik sonuçlarda da fayda göstermesi, bu ajanın cerrahi pratiğe entegrasyonu açısından önemli bir dayanak oluşturmaktadır (Özaydın et al., 2015; Ünlü, 2013; Marasinghe et al., 2025). Benzer şekilde glikokaliks koruyucu moleküller ve proteaz inhibitörleri, endotel yüzeyinde "biyolojik zırh" olarak işlev gören yapının korunmasına katkı sunmakta; böylece mikrosirkülasyonun devamlılığı sağlanmaktadır (Knežević et al., 2023).
Nitrik oksit donörlerinin (örneğin nitrogliserin ve sodyum nitroprussit) kullanımı ise özellikle vazopleji riskini azaltma ve miyokardiyal koruma sağlama yönünden dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, NO'nun klinik faydalarının hasta popülasyonuna göre değişkenlik göstermesi, uygulama protokollerinde standardizasyon ihtiyacını ortaya koymaktadır (Kamenshchikov, 2019; Zhao et al., 2024).
Cerrahi teknikler açısından OPCAB ve MiECC gibi alternatif yaklaşımlar, KPB'nin tetiklediği inflamatuvar kaskadı azaltarak endotel bütünlüğünü daha etkin biçimde korumaktadır. Meta-analizlerde OPCAB'nin akut böbrek hasarı riskini düşürdüğü; MiECC'nin ise sitokin düzeylerini ve inflamatuvar yükü azalttığı gösterilmiştir (Nigwekar et al., 2009; Zajonz et al., 2022). Ayrıca heparin kaplı biyouyumlu devrelerin trombosit aktivasyonunu ve kompleman yanıtını baskılayarak postoperatif komplikasyonları azalttığı bildirilmektedir (Condello, 2025; Lesouhaitier et al., 2024).
Tüm bu bulgular, KPB cerrahisinde endotel koruyucu stratejilerin yalnızca biyolojik bir hedef değil, aynı zamanda insana değer veren, yaşam kalitesini yükseltmeyi amaçlayan insancıl bir yaklaşım olduğunu göstermektedir. Ancak mevcut çalışmaların çoğu sınırlı hasta sayısına sahip olup, sonuçlar heterojendir. Bu durum, güçlü öneriler geliştirmek için daha geniş, çok merkezli ve uzun dönemli araştırmalara duyulan ihtiyacı ortaya koymaktadır (Wahba, 2025; Banerjee et al., 2024).

Sonuç

Kardiyopulmoner bypass cerrahisi, modern kalp cerrahisinin vazgeçilmez bir parçası olmakla birlikte, endotel bütünlüğü üzerinde oluşturduğu biyomekanik ve biyokimyasal stres nedeniyle hasta prognozunu derinden etkileyen komplikasyonların önemli bir kaynağıdır. Bu nedenle, endotel bütünlüğünün korunmasına yönelik stratejiler, yalnızca biyolojik düzeyde değil, aynı zamanda hasta merkezli bakımın geliştirilmesinde de kritik öneme sahiptir. Farmakolojik yaklaşımlar arasında antioksidan ajanların oksidatif stresle mücadelede, glikokaliks koruyucuların damar geçirgenliğini düzenlemede ve NO donörlerinin mikrosirkülasyonu desteklemede sunduğu avantajlar, çok boyutlu bir koruma stratejisi oluşturduğunu göstermektedir (Kant et al., 2023; Knežević et al., 2023; Kamenshchikov, 2019).

Buna paralel olarak, cerrahi ve teknik iyileştirmeler özellikle OPCAB, MiECC ve biyouyumlu devre kullanımı sistemik inflamatuvar yükü azaltarak endotel fonksiyonlarını daha fizyolojik koşullarda koruma fırsatı sunmaktadır (Nigwekar et al., 2009; Zajonz et al., 2022; Condello, 2025). Tüm bu veriler, endotel koruyucu stratejilerin KPB cerrahisinde multidisipliner bir yaklaşımla ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Ancak mevcut literatürdeki heterojen bulgular, farklı hasta popülasyonları ve uygulama protokolleri, bu stratejilerin rutin klinik uygulamaya entegrasyonunu sınırlamaktadır (Wahba, 2025; Banerjee et al., 2024). Bu nedenle, gelecekte daha geniş hasta gruplarında, çok merkezli, randomize ve uzun dönem takipli çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Sonuç olarak, KPB'de endotel koruması, yalnızca komplikasyonları azaltmaya yönelik teknik bir hedef değil, aynı zamanda hastanın yaşam kalitesini yükseltmeyi amaçlayan insancıl bir vizyon olarak görülmelidir. Bu vizyon, cerrahi pratiğe yön verecek yeni stratejilerin geliştirilmesi ve standardize edilmesiyle birlikte, modern kalp cerrahisinin temel değerlerinden biri haline gelecektir.

KAYNAKLAR

Aird, W. C. (2004). Endothelium as an organ system. Critical care medicine, 32(5), S271-S279.

Alhayaza, R., Haque, E., Karbasiafshar, C., Sellke, F. W., & Abid, M. R. (2020). The relationship between reactive oxygen species and endothelial cell metabolism. Frontiers in chemistry, 8, 592688.

Banerjee, D., Feng, J., & Sellke, F. W. (2024). Strategies to attenuate maladaptive inflammatory response associated with cardiopulmonary bypass. Frontiers in Surgery, 11, 1224068.

Bruegger, D., Rehm, M., Jacob, M., Chappell, D., Stoeckelhuber, M., Welsch, U., ... & Becker, B. F. (2008). Exogenous nitric oxide requires an endothelial glycocalyx to prevent postischemic coronary vascular leak in guinea pig hearts. Critical care, 12(3), R73.

Cardiopulmonary bypass (2025). Wikipedia

Condello, I., Federico, M., & Condello, S. (2025). The dynamic interplay between endothelial reactivity, temperature, and vascular resistance in cardiopulmonary bypass. Annals of Medicine and Surgery, 10-1097

Ćurko-Cofek, B., Jenko, M., Taleska Stupica, G., Batičić, L., Krsek, A., Batinac, T., ... & Sotošek, V. (2024). The Crucial Triad: Endothelial Glycocalyx, Oxidative Stress, and Inflammation in Cardiac Surgery—Exploring the Molecular Connections. International journal of molecular sciences, 25(20), 10891.

Dekker, N. A., van Leeuwen, A. L., van Strien, W. W., Majolée, J., Szulcek, R., Vonk, A. B., ... & van den Brom, C. E. (2019). Microcirculatory perfusion disturbances following cardiac surgery with cardiopulmonary bypass are associated with in vitro endothelial hyperpermeability and increased angiopoietin-2 levels. Critical care, 23(1), 117.

Dou, C., Han, X., Xie, H., Liao, H., Xiao, X., Huang, Z., ... & Yao, W. (2023). Protective role of nitric oxide donors on endothelium in ischemia-reperfusion injury: a meta-analysis of randomized controlled trials. BMC anesthesiology, 23(1), 189.

Endothelium. (2025). In Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Endothelium

Joffre, J., Hellman, J., Ince, C., & Ait-Oufella, H. (2020). Endothelial responses in sepsis. American journal of respiratory and critical care medicine, 202(3), 361-370.

Giacinto, O., Satriano, U., Nenna, A., Spadaccio, C., Lusini, M., Mastroianni, C., ... & Chello, M. (2019). Inflammatory response and endothelial dysfunction following cardiopulmonary bypass: pathophysiology and pharmacological targets. Recent patents on inflammation & allergy drug discovery, 13(2), 158-173.

Gimbrone Jr, M. A., & García-Cardeña, G. (2016). Endothelial cell dysfunction and the pathobiology of atherosclerosis. Circulation research, 118(4), 620-636.

Kamenshchikov, N. O., Mandel, I. A., Podoksenov, Y. K., Svirko, Y. S., Lomivorotov, V. V., Mikheev, S. L., ... & Anfinogenova, Y. J. (2019). Nitric oxide provides myocardial protection when added to the cardiopulmonary bypass circuit during cardiac surgery: randomized trial. The Journal of thoracic and cardiovascular surgery, 157(6), 2328-2336.

Kamenshchikov, N. O., Anfinogenova, Y. J., Kozlov, B. N., Svirko, Y. S., Pekarskiy, S. E., Evtushenko, V. V., ... & Podoksenov, Y. K. (2022). Nitric oxide delivery during cardiopulmonary bypass reduces acute kidney injury: A randomized trial. The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery, 163(4), 1393-1403.

Kant, S., Banerjee, D., Sabe, S. A., Sellke, F., & Feng, J. (2023). Microvascular dysfunction following cardiopulmonary bypass plays a central role in postoperative organ dysfunction. Frontiers in medicine, 10, 1110532.

Knežević, D., Batičić, L., Ćurko-Cofek, B., Batinac, T., Ljubačev, A., Valenčić Seršić, L., ... & Sotošek, V. (2025). The Effect of Coronary Artery Bypass Surgery on Interleukin-18 Concentration and Biomarkers Related to Vascular Endothelial Glycocalyx Degradation. International Journal of Molecular Sciences, 26(12), 5453.

Knežević, D., Ćurko-Cofek, B., Batinac, T., Laškarin, G., Rakić, M., Šoštarič, M., ... & Batičić, L. (2023). Endothelial dysfunction in patients undergoing cardiac surgery: a narrative review and clinical implications. Journal of cardiovascular development and disease, 10(5), 213.

Lesouhaitier, M., Belicard, F., & Tadié, J. M. (2024). Cardiopulmonary bypass and VA-ECMO induced immune dysfunction: common features and differences, a narrative review. Critical Care, 28(1), 300.

Li, X., Zou, J., Lin, A., Chi, J., Hao, H., Chen, H., & Liu, Z. (2024). Oxidative stress, endothelial dysfunction, and N-acetylcysteine in type 2 diabetes mellitus. Antioxidants & Redox Signaling, 40(16-18), 968-989.

Li, S., Nordick, K. V., Murrieta-Álvarez, I., Kirby, R. P., Bhattacharya, R., Garcia, I., ... & Mondal, N. K. (2024). Prolonged cardiopulmonary bypass time-induced endothelial dysfunction via glypican-1 shedding, inflammation, and matrix metalloproteinase 9 in patients undergoing cardiac surgery. Biomedicines, 13(1), 33.

Marasinghe, C. K., Suryaningtyas, I. T., Jung, W. K., & Je, J. Y. (2025). Protective Effect of N-Acetylcysteine (NAC) on oxLDL-Induced Endothelial Dysfunction. Journal of Microbiology and Biotechnology, 35, e2504039

Nigwekar, S. U., Kandula, P., Hix, J. K., & Thakar, C. V. (2009). Off-pump coronary artery bypass surgery and acute kidney injury: a meta-analysis of randomized and observational studies. American journal of kidney diseases, 54(3), 413-423.

Özaydın, M., Ersoy, İ., Baş, H., & Arslan, A. (2015). N-acetyl cysteine and acute kidney injury after cardiac surgery. Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 6(2), 93-95.

Shetty, T., Darbari, A., & Sainath, P. (2025). A narrative review on miniaturized extracorporeal technology and circuits: a revolutionary approach to cardiac surgery. The Cardiothoracic Surgeon, 33(1), 11.

Ünlü, C. (2013). Effects of N-acetylcysteine on neurocognitive functions after coronary artery bypass graft surgery. Turkish Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery, 21(2).

Zajonz, T., Koch, C., Schwiddessen, J., Markmann, M., Hecker, M., Edinger, F., ... & Schneck, E. (2022). Minimized extracorporeal circulation is associated with reduced plasma levels of free-circulating mitochondrial DNA compared to conventional cardiopulmonary bypass: a secondary analysis of an exploratory, prospective, interventional study. Journal of Clinical Medicine, 11(11), 2994

Zhao, M., Zhang, Q., Lin, Y., Chen, Y., & Cao, H. (2024). Impact of nitric oxide via cardiopulmonary bypass on pediatric heart surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. Journal of Cardiothoracic Surgery, 19(1), 461.

Wahba, A., Kunst, G., De Somer, F., Agerup Kildahl, H., Milne, B., Kjellberg, G., ... & Milojevic, M. (2025). 2024 EACTS/EACTAIC/EBCP Guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery. Interdisciplinary cardiovascular and thoracic surgery, 40(2), ivaf002.

CHANGES IN SYNDECAN-1 LEVELS IN PATIENTS UNDERGOING CARDIOPULMONARY BYPASS SURGERY

Öğr. Gör. Mehmet RAMAT
Harran University Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Şanlıurfa, Turkey
ORCİD NO: 0000-0003-4922-6708

Öğr. Gör. Mustafa Orhan TUNÇEL
İnönü University Faculty of Pharmacy, Department of Basic Pharmaceutical Sciences, Malatya, Turkey
ORCİD NO: 0000-0002-8999-2223

Öğr. Gör. Kadir EĞİ
Gaziantep University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Gaziantep, Turkey
ORCİD NO: 0000-0003-4802-0994

ABSTRACT
Cardiopulmonary bypass (CPB) is one of the fundamental techniques in cardiac surgery, providing hemodynamic stability and surgical convenience. However, it also induces significant biochemical and mechanical stress on endothelial integrity. In this context, changes in the levels of Syndecan-1 (SDC-1), a key component of the endothelial glycocalyx, have attracted attention as an early biomarker of endothelial injury. A review of the literature from the past five years demonstrates that plasma SDC-1 levels significantly increase during and after CPB. This rise is closely associated with acute kidney injury (AKI), prolonged intensive care unit stay, arrhythmias, pulmonary complications, and mortality. On-pump surgery markedly elevates SDC-1 due to hemodilution, hypothermia, and the inflammatory response, whereas off-pump techniques limit but do not completely prevent this increase. Furthermore, elevated preoperative SDC-1 levels (>90 ng/mL) have been identified as an independent risk factor for AKI. Current evidence indicates that SDC-1 is not merely a biochemical parameter but a powerful biomarker reflecting patients' biological fragility. Integration of SDC-1 into routine clinical practice holds promise for predicting postoperative complications and enabling early intervention strategies. Nevertheless, larger multicenter studies with extended follow-up are required before SDC-1 can be established as a standard clinical tool.
Keywords: Cardiopulmonary bypass, Syndecan-1, Endothelial injury, Biomarker

KARDİYOPULMONER BYPASS CERRAHİSİ GEÇİREN HASTALARDA SİNDEKAN- 1 DEĞİŞİMİ

ÖZET
Kardiyopulmoner bypass (KPB), kalp cerrahisinin en temel yöntemlerinden biri olup hemodinamik stabilite ve cerrahi kolaylık sağlarken; endotel bütünlüğü üzerinde önemli biyokimyasal ve mekanik stresler yaratmaktadır. Bu bağlamda, endotelyal glikokaliksin temel bileşenlerinden biri olan Syndecan-1 (SDC-1) düzeylerindeki değişim, endotel hasarının erken biyobelirteci olarak dikkat çekmektedir. Son beş yılın literatürü incelendiğinde, KPB sırasında ve sonrasında plazma SDC-1 düzeylerinde anlamlı artışlar olduğu ve bu artışın özellikle akut böbrek hasarı (ABH), uzamış yoğun bakım ihtiyacı, aritmiler, pulmoner komplikasyonlar ve mortalite ile yakından ilişkili olduğu görülmüştür. On-pump cerrahi, hemodilüsyon, hipotermi ve inflamatuvar yanıt nedeniyle SDC-1 artışını belirgin şekilde artırırken; off-pump tekniklerde bu artışın daha sınırlı olduğu, ancak tamamen engellenemediği gösterilmiştir. Ayrıca, yüksek preoperatif SDC-1 düzeylerinin (>90 ng/mL) ABH açısından bağımsız bir risk faktörü olduğu saptanmıştır. Elde edilen veriler, SDC-1'in yalnızca biyokimyasal bir parametre değil, aynı zamanda hastanın biyolojik kırılganlığını yansıtan güçlü bir biyobelirteç olduğunu ortaya koymaktadır. SDC-1'in rutin klinik uygulamalara entegre edilmesi, postoperatif komplikasyonların öngörülmesi ve erken müdahale stratejilerinin geliştirilmesi açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır.

Ancak, bu biyobelirtecin klinik pratikte standart hale gelebilmesi için daha geniş örneklemli, çok merkezli ve uzun dönem takipli çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Kardiyopulmoner bypass, Syndecan-1, Endotel hasarı, Biyobelirteç

Giriş

Kardiyopulmoner bypass (KPB), modern kalp cerrahisinin vazgeçilmez araçlarından biridir (Hessel, 2015). Bununla birlikte, KPB'nin sağladığı hemodinamik stabilite ve cerrahi kolaylık, vücutta mikrodolaşım bozukluğu, inflamatuvar yanıt ve endotelyal hasar gibi ciddi fizyopatolojik değişiklikler pahasına gerçekleşmektedir (Larmann & Theilmeier, 2004). Özellikle endotel yüzeyini saran glikokaliks tabakası, bu süreçten en çok etkilenen yapılardan biridir (Reitsma et al., 2007).

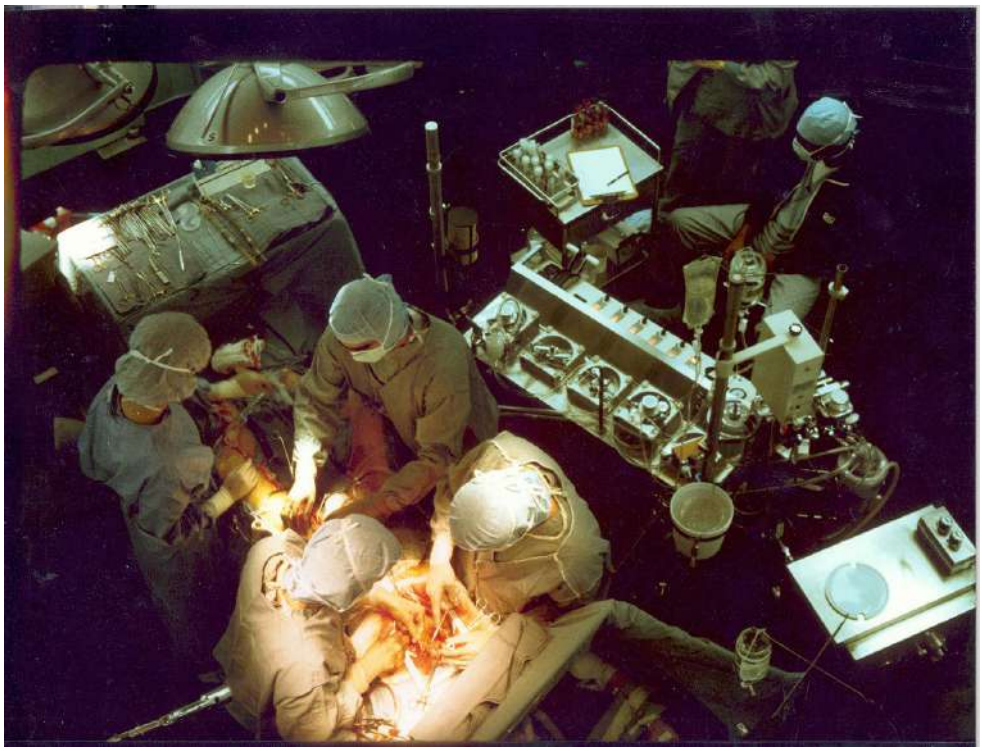


Figure 1. Cardiopulmonary bypass (2025).

Endotel, yalnızca damar duvarını kaplayan tek hücre tabakası değildir; adeta damar sağlığının yaşayan, dinamik bir organıdır. Onun yüzeyindeki glikokaliks, kan ile doku arasındaki iletişimi düzenleyen, geçirgenliği kontrol eden, inflamatuvar hücrelerin damar yüzeyine tutunmasını engelleyen ve hemostazın dengelenmesinde rol oynayan "koruyucu bir zırh" gibidir (Chappell et al., 2009). Bu zarif yapı bozulduğunda, ortaya çıkan tablo sadece biyokimyasal parametrelerdeki değişimlerle sınırlı kalmaz; aynı zamanda hastanın organ fonksiyonlarında bozulma, yaşam kalitesinde düşüş ve hatta mortaliteye kadar giden sonuçlarla kendini gösterir (Becker et al., 2010). Glikokaliksin temel yapı taşlarından biri olan Syndecan-1 (SDC-1), proteoglikan yapısındaki bir transmembran proteindir. Glikokaliks tabakasının hasarı ile birlikte SDC-1 dolaşıma salınır ve plazma/serumda ölçülebilir hale gelir. Bu nedenle, SDC-1 düzeyleri endotel bütünlüğünün bozulmasının erken biyobelirteci olarak değerlendirilmektedir. Son beş yılda yapılan çok sayıda klinik çalışma, kardiyopulmoner bypass cerrahisi sırasında ve sonrasında SDC-1 seviyelerinin belirgin şekilde yükseldiğini ve bu artışın özellikle akut böbrek hasarı (ABH), uzamış yoğun bakım ihtiyacı ve mortalite ile anlamlı derecede ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Miyazaki et al., 2024; Knežević et al., 2025).

Bu bağlamda, bypass cerrahisi geçiren hastalarda SDC-1 düzeylerindeki değişimlerin incelenmesi yalnızca bilimsel bir merak konusu değil, aynı zamanda hasta bakımının daha bütüncül, daha insancıl bir bakış açısıyla ele alınması açısından da büyük önem taşımaktadır.

Çünkü her biyobelirteç, aslında bir hastanın yaşadığı biyolojik kırılganlığın sessiz bir tercümanıdır. Bu çalışmada, son beş yılın literatür verileri ışığında, kardiyopulmoner bypass cerrahisi sırasında ve sonrasında SDC-1 düzeylerinde meydana gelen değişimler, bu değişimlerin patofizyolojik temelleri ve klinik sonuçlarla olan ilişkileri ele alınacaktır. Ayrıca SDC-1'in gelecekte rutin klinik uygulamalara dahil edilme potansiyeli de tartışılacaktır.

Syndecan-1 ve Endotelyal Glikokaliks

Endotelin yüzeyini kaplayan glikokaliks tabakası, mikroskobik inceliğine rağmen damar biyolojisinin en kritik yapılarından biri olarak kabul edilmektedir. Bu yapı, damar lümeni ile hücre dışı matriks arasında yalnızca fiziksel bir bariyer değil, aynı zamanda homeostatik dengeyi sağlayan dinamik bir köprü işlevi görmektedir. Glikokaliks, damar geçirgenliğinin düzenlenmesi, inflamatuvar hücrelerin adezyonunun engellenmesi, trombozun kontrolü ve mikrosirkülasyonun korunmasında merkezi bir rol üstlenir (Qu et al., 2021). Bu tabakanın yapısal bileşenlerinden biri olan Syndecan-1 (SDC-1), heparan sülfat proteoglikan ailesine ait transmembran bir moleküldür ve glikokaliksin bütünlüğünün korunmasında en aktif görev alan elemanlardan biridir. Dolaşıma salındığında, SDC-1 yalnızca bir biyomarker değil, aynı zamanda damar bütünlüğünün "erken uyarı sinyali" olarak kabul edilmektedir (Kusuzawa et al., 2021).

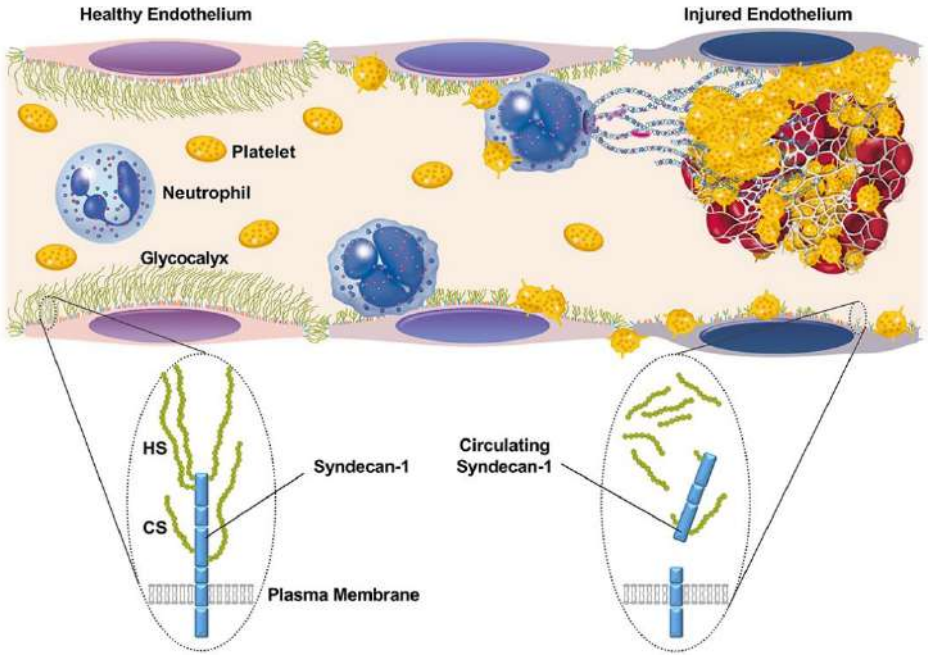


Figure 2. Hatanaka et al., 2021

Son beş yılda yapılan deneysel ve klinik çalışmalar, glikokaliks yıkımının yalnızca damar permeabilitesinin artışıyla sınırlı olmadığını, aynı zamanda proinflamatuvar sitokinlerin salınımını tetikleyerek sistemik bir inflamatuvar yanıtı da başlattığını ortaya koymuştur (Qu et al., 2021). Özellikle sepsis gibi kritik durumlarda yükselen SDC-1 düzeyleri, organ yetmezliği ve mortalite riskiyle doğrudan ilişkilidir (Zhou et al., 2022). Bu nedenle, SDC-1 düzeylerindeki artış, endotel hasarının sessiz ama güçlü bir habercisi olarak değerlendirilmektedir. Klinik açıdan bakıldığında, bu molekül hastanın biyolojik kırılganlığını yansıtan, hekimlere de erken müdahale için yol gösterici olabilecek bir "biyolojik alarm sistemi" niteliği taşımaktadır.

Bypass Cerrahisinin Endotel Üzerine Etkileri

Kardiyopulmoner bypass (KPB), günümüz kalp cerrahisinin en önemli araçlarından biri olarak kabul edilmekte, ancak sağladığı cerrahi kolaylık ve hemodinamik stabiliteye rağmen, endotel bütünlüğü üzerinde belirgin biyokimyasal ve mekanik stresler oluşturmaktadır.

KPB sırasında uygulanan hemodilüsyon, hipotermi, sistemik antikoagülasyon ve oksijenatör membran ile kanın doğrudan teması, endotel tabakasını hedef alan başlıca stres faktörleridir (Magoon & Makhija, 2020). Bu stres yalnızca damar yapısında mikroskobik düzeyde bozulmalara neden olmakla kalmaz; aynı zamanda oksidatif stres, inflamatuvar aktivasyon ve mikrosirkülatuvar dengesizlik yoluyla sistemik homeostazı tehdit eden karmaşık bir patofizyolojik zinciri de harekete geçirir (Iba et al., 2024).
Bu süreçte birkaç temel mekanizma öne çıkmaktadır:

- Oksidatif stres, reaktif oksijen türlerinin artışıyla glikokaliks tabakasının parçalanmasına neden olur.
- Kompleman aktivasyonu, nötrofiller ve monositler gibi immün hücrelerin endotel yüzeyine adezyonunu kolaylaştırarak inflamatuvar süreci hızlandırır.
- Mekanik shear stres, glikokaliksin en hassas bileşenlerinden biri olan Syndecan-1 (SDC-1)'in endotel yüzeyinden koparak dolaşıma salınmasına yol açar.

Bu biyolojik olaylar, KPB sırasında damar bütünlüğünün aslında ne kadar kırılgan ve hassas bir denge üzerinde seyrettiğini açıkça göstermektedir. Endotel hasarı, çoğu zaman cerrahi sahada doğrudan gözlemlenemese de hastanın postoperatif seyrini derinden etkileyen sessiz bir süreç olarak önem taşır (Jiang et al., 2024). Nitekim yakın tarihli klinik bir çalışmada KPB uygulanan hastalarda plazma SDC-1 düzeylerinde bimodal bir artış gözlenmiştir. İlk yükseliş, bypass'ın başlatılmasını takiben erken dönemde ortaya çıkarken; ikinci ve daha belirgin yükseliş, postoperatif 24. saatte tespit edilmiştir. Bu bulgu, endotel bütünlüğünün yalnızca intraoperatif streslere değil, aynı zamanda erken postoperatif inflamatuvar süreçlere de duyarlı olduğunu ortaya koymaktadır (Miyazaki et al., 2024). Dolayısıyla, KPB teknik açıdan cerraha güvenli bir operasyon alanı sağlasa da endotel biyolojisi üzerinde süreğen ve yönetilmesi gereken bir stres yükü oluşturur. Bu nedenle, güncel literatür giderek artan şekilde endotel koruyucu stratejilerin (örneğin farmakolojik ajanlar, modifiye bypass teknikleri, hedeflenmiş perioperatif sıvı tedavileri) önemine dikkat çekmektedir (Passov et al., 2021; Zhou et al., 2022).

Syndecan-1 Düzeylerinin Perioperatif Değişimi

Son yıllarda giderek artan sayıda klinik çalışma, kardiyopulmoner bypass cerrahisi sırasında ve sonrasında Syndecan-1 (SDC-1) düzeylerinde anlamlı değişimler yaşandığını ortaya koymaktadır. Bu değişimler yalnızca biyokimyasal bir varyasyon değil, aynı zamanda hastaların postoperatif seyirlerini öngörmede güçlü bir klinik belirteç niteliği taşımaktadır. Özellikle endotel bütünlüğünün bozulmasıyla doğrudan ilişkili olan SDC-1, modern cerrahi pratiğinde biyolojik kırılganlığı görünür kılan önemli bir biyomarkerdir.
Yakın zamanda 52 hastayı kapsayan prospektif bir çalışmada, SDC-1 düzeylerinin özellikle postoperatif 24. saatte belirgin şekilde yükseldiği ve bu artışın akut böbrek hasarı (ABH) gelişimi ile güçlü bir ilişki gösterdiği bildirilmiştir (Miyazaki et al., 2024). Benzer şekilde, 116 hastalık geniş bir kohortta yapılan analizde SDC-1'in ABH gelişimini öngörmedeki gücü nicel olarak ortaya konmuştur; elde edilen ROC eğrisi altında kalan alan (AUC) = 0.89, SDC-1'in yalnızca biyolojik bir yan ürün değil, aynı zamanda klinisyenler için yüksek prediktif değere sahip bir "erken uyarı göstergesi" olduğunu göstermektedir (Jiang et al., 2024). Öte yandan, güncel bir araştırmada SDC-1 düzeylerindeki artışın yalnızca ABH ile sınırlı kalmadığı; aynı zamanda yoğun bakımda kalış süresi ve mortalite ile de doğrudan ilişkili olduğu vurgulanmıştır (Knežević et al., 2025). Ayrıca, Kim ve ark. tarafından yapılan valvüler cerrahi çalışmasında preoperatif SDC-1 düzeyi >90 ng/mL olan hastalarda ciddi AKI gelişme riskinin anlamlı şekilde arttığı; bu grupta hem hastanede kalış süresinin uzadığı hem de ROC analizinde AUC = 0.714 değerine ulaşıldığı bildirilmiştir (Kim et al., 2020). Kardiyak cerrahi dışındaki kritik hastalık tablolarında da benzer sonuçlar gözlenmiştir; örneğin, geniş bir meta-analizde yüksek başlangıç SDC-1 düzeylerinin komplikasyonlar, mortalite ve ABH gelişimi açısından güçlü bir öngörücü olduğu gösterilmiştir (Sun et al., 2022).
Elde edilen veriler bir bütün olarak değerlendirildiğinde, Syndecan-1'in yalnızca sayısal bir laboratuvar değeri olmanın ötesinde bir anlam taşıdığı anlaşılmaktadır. Bu biyomolekül, cerrahinin hasta üzerindeki görünmez fakat derin etkilerini adeta tercüme eden biyolojik bir dil işlevi görmektedir. Düzeylerindeki yükseliş, organ fonksiyonlarındaki bozulmayı işaret etmekle kalmaz; aynı zamanda organizmanın kırılganlığını da görünür kılar.

Bu sayede klinisyenlere, daha erken dönemde tanı koyma, zamanında müdahalede bulunma ve bireyin ihtiyaçlarını gözeten, empati temelli bakım yaklaşımları geliştirme fırsatı sunar. Özellikle postoperatif komplikasyonların önlenmesinde ve çoklu organ disfonksiyonlarının yönetiminde, SDC-1'in klinik kararlara yön verebilecek değerli bir yol gösterici olma potansiyeli bulunmaktadır.

Syndecan-1 ve Postoperatif Komplikasyonlar

KPB cerrahisi sonrası en sık rastlanan komplikasyonlardan biri olan akut böbrek hasarı (ABH), yalnızca böbrek fonksiyonlarının geçici ya da kalıcı kaybı anlamına gelmez; öte yandan mortalite oranlarını artıran, hastanın yaşam kalitesini olumsuz etkileyen ve sağlık sistemine ağır mali yük getiren çok boyutlu bir sorundur. Güncel kanıtlar, preoperatif SDC-1 düzeylerinin yüksekliğinin, ABH gelişimini anlamlı şekilde öngörebildiğini ortaya koymaktadır (Ay et al., 2023). Daha da ileri bir analiz, SDC-1'in cerrahi sonrası ağır ABH ve hastalığın prognozu üzerinde, geleneksel inflamasyon belirteçlerinden daha üstün bir öngörü gücüne sahip olduğunu göstermiştir (Jiang et al., 2024). Bununla birlikte, SDC-1'in prognostik potansiyeli ABH ile sınırlı değildir. KPB içeren operasyonlar sonrası, artan SDC-1 seviyelerinin pulmoner ödem, bozulmuş gaz değişimi, atriyal fibrilasyon gibi ritim bozuklukları, yoğun bakımda kalış süresinin uzaması ve hatta mortalite ile ilişkilendirilebileceği gösterilmiştir (Kato et al., 2025). Ayrıca, valvüler kalp cerrahisi bağlamında yapılan bir çalışmada, preoperatif SDC-1 değerinin 90 ng/mL üzerinde olması, özellikle ciddi ABH riskini bağımsız bir biçimde artırmıştır (Kim et al., 2020).

Bu bulgular, SDC-1'in statik bir biyobelirteçten çok daha fazlası olduğunu göstermektedir. SDC-1 düzeyindeki yükseliş, hastanın biyokimyasal durumunun ötesinde, organizmanın kırılganlığına fragilitesine aydınlatıcı bir pencere sunar. İnce doku hasarından endotelyal bozulmaya uzanan süreç boyunca SDC-1, yalnızca klinik veri değil; aynı zamanda biyolojik bir anlatım taşır. Bu anlamda, SDC-1'e sadece laboratuvar raporlarındaki bir değer olarak bakmamak; aksine, hekimleri "biyolojik pencere" aracılığıyla hastanın insanı ve kırılgan dünyasına yönlendiren bir çağrı olarak değerlendirmek gerekir.

On-pump vs Off-pump Cerrahide Syndecan-1

Koroner arter bypass cerrahisinde tercih edilen cerrahi teknik—on-pump (kardiyopulmoner bypass ile) veya off-pump (pompasız)—sadece operasyonun teknik başarısını değil, aynı zamanda hastanın endotelyal bütünlüğüne yönelik hasarı da belirgin şekilde etkileyebilir. On-pump yöntem, cerrahlar için cerrahi alanın kontrolünü artırsa da kanın yapay yüzeylerle teması, hipotermi, hemodilüsyon ve sistemik inflamatuvar yanıt gibi faktörlerle endotelyal glikokaliks (EG) yapısına ciddi stres yükü bindirir (Ćurko-Cofek et al., 2024). Bu yükün bir göstergesi olan SDC-1 düzeylerinde on-pump cerrahi sonrası belirgin artışlar gözlemlenmiştir; KPB kullanılan cerrahilerde perioperatif SDC-1 düzeyleri hem cerrahi esnasında hem de cerrahi sonrası günlerde anlamlı şekilde yükselmiş ve bu değerler postoperatif akut böbrek hasarı gelişimiyle bağlantılı bulunmuştur (Miyazaki et al., 2024). Buna karşın off-pump yaklaşımda da glikokaliks hasarı tamamen önlenemez. Knežević ve ark. (2025), off-pump cerrahi sırasında bile geçici iskemi–reperfüzyon ve hemodinamik değişikliklere bağlı olarak SDC-1 ve heparan sülfat gibi EG bileşenlerinin salınımının arttığını bildirmiştir. Buna ek olarak, off-pump cerrahi sırasında EG'nin erken dönemde bozulabileceği ve bu hasarın sistemik inflamatuvar yanıt ve SIRS gelişimine katkıda bulunabileceği gösterilmiştir (Wang & Wu, 2024).

Bu çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde teknik bir tercih; aslında bir insanın bütünsel iyileşme potansiyeline yapılan biyolojik bir müdahaledir. On-pump cerrahide artan SDC-1 düzeyi, organlarına dair bir kırılganlık mesajı verirken; off-pump yaklaşım daha nazik görünse de EG üzerindeki etkisi tamamen bertaraf edilemez. Bu bağlamda multidisipliner ekiplerin, yalnızca cerrahi başarıyı değil, aynı zamanda endotel koruyucu stratejileri—örneğin inflamasyonu azaltıcı ajanlar, sıvı yönetimi ve glikokaliks sezonu onarma terapileri—de planlamalarında dikkate almaları, hastanın biyolojik ve psikolojik bütünlüğünü destekleyen bütüncül bir yaklaşımı temsil eder.

Klinik Önemi ve Gelecek Perspektifler

Mevcut bulgular, Syndecan-1 (SDC-1)'in KPB cerrahisi sonrası endotel bütünlüğünün bozulmasını yansıtan güvenilir bir biyobelirteç olduğunu açıkça göstermektedir. Perioperatif dönemde gözlenen SDC-1 artışı, akut böbrek hasarı, yoğun bakımda uzamış kalış, ritim bozuklukları ve mortalite ile güçlü şekilde ilişkilidir (Miyazaki et al., 2024; Wang & Wu, 2024). Bu nedenle SDC-1, klinisyenlere yalnızca organ fonksiyon bozukluklarının habercisi olmakla kalmaz, aynı zamanda hastanın biyolojik kırılganlığı hakkında da bilgi sunar.

Özellikle on-pump cerrahilerde KPB'ye bağlı hemodilüsyon, hipotermi ve inflamatuvar yanıt nedeniyle SDC-1 düzeylerinde belirgin artışlar gözlenmektedir (Ćurko-Cofek et al., 2024). Buna karşılık off-pump tekniklerde bu artışın daha sınırlı kalması, cerrahi yaklaşımın endotel bütünlüğünü koruma potansiyelini göstermektedir (Knežević et al., 2025). Bununla birlikte, off-pump yöntemlerin dahi EG hasarını tamamen önleyemediği, özellikle iskemi–reperfüzyon ve sıvı yönetimiyle ilişkili süreçlerin ek risk oluşturduğu anlaşılmaktadır (Wang & Wu, 2024).

Klinik açıdan, SDC-1 ölçümünün erken tanı ve risk sınıflandırmasında kullanılabileceği görülmektedir. Yüksek preoperatif SDC-1 düzeyleri, özellikle ABH açısından yüksek riskli hasta gruplarını belirlemede yardımcı olabilir (Kim et al., 2020). Bu yönüyle, SDC-1'in rutin biyokimya panellerine eklenmesi, kişiselleştirilmiş perioperatif bakımın güçlendirilmesine katkı sağlayabilir.

Sonuç

Kardiyopulmoner bypass cerrahisi, modern kalp cerrahisinin vazgeçilmez bir unsuru olsa da endotel bütünlüğü üzerinde derin biyolojik izler bırakmaktadır. Bulgular, Syndecan-1'in yalnızca bir biyokimyasal parametre değil; cerrahi sürecin organizma üzerindeki görünmez yükünü tercüme eden güçlü bir biyobelirteç olduğunu göstermektedir. Düzeylerindeki artış, akut böbrek hasarı, yoğun bakım süresinin uzaması, ritim bozuklukları ve mortalite gibi klinik sonuçlarla güçlü şekilde ilişkilidir.

Bu açıdan SDC-1, klinisyenlere yalnızca erken tanı ve risk sınıflandırması için değil, aynı zamanda hastanın biyolojik kırılganlığını anlamada da yol gösterici olabilecek bir "biyolojik pencere" sunmaktadır. On-pump ve off-pump cerrahi teknikleri arasındaki farklılıklar, endotel koruyucu stratejilerin önemini daha da belirgin kılmakta; farmakolojik ajanlardan sıvı yönetimine kadar geniş bir yelpazede yeni yaklaşımlar geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

Gelecekte SDC-1'in rutin klinik panellere dahil edilmesi, yalnızca komplikasyonların erken öngörülmesini değil; aynı zamanda hastanın bütüncül iyilik haline daha duyarlı, insancıl ve kişiselleştirilmiş bakım modellerinin hayata geçirilmesini mümkün kılacaktır. Bu bağlamda, SDC-1'in laboratuvar raporlarındaki tek bir değer olmaktan çıkıp, klinik pratiğin merkezine yerleşmesi, kardiyak cerrahiyi hem bilimsel hem de insani boyutuyla ileriye taşıyacak potansiyele sahiptir.

Kaynaklar

Ay, D., Engin, M., Sünbül, S. A., Ata, F., Koloğlu, R. F., Ustundag, Y., ... & Özyazıcıoğlu, A. F. (2023). Syndecan-1 as a marker to predict acute kidney injury after isolated coronary artery bypass graft operations. Revista da Associação Médica Brasileira, 69(1), 107–111.

Becker, B. F., Chappell, D., & Jacob, M. (2010). Endothelial glycocalyx and coronary vascular permeability: The fringe benefit. Basic Research in Cardiology, 105(6), 687–701.

Chappell, D., Jacob, M., Paul, O., Rehm, M., Welsch, U., Stoeckelhuber, M., ... & Becker, B. F. (2009). The glycocalyx of the human umbilical vein endothelial cell: An impressive structure ex vivo but not in culture. Circulation Research, 104(11), 1313–1317.

Ćurko-Cofek, B., Jenko, M., Taleska Stupica, G., Batičić, L., Krsek, A., Batinac, T., ... & Sotošek, V. (2024). The crucial triad: Endothelial glycocalyx, oxidative stress, and inflammation in cardiac surgery—Exploring the molecular connections. International Journal of Molecular Sciences, 25(20), 10891.

Hatanaka, K., Ito, T., Madokoro, Y., Kamikokuryo, C., Niiyama, S., Yamada, S., ... & Kakihana, Y. (2021). Circulating syndecan-1 as a predictor of persistent thrombocytopenia and lethal outcome: A population study of patients with suspected sepsis requiring intensive care. Frontiers in Cardiovascular Medicine, 8, 730553.

Hessel, E. A. II. (2015). History of cardiopulmonary bypass (CPB). Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology, 29(2), 99–111.

Iba, T., Maier, C. L., Helms, J., Ferrer, R., Thachil, J., & Levy, J. H. (2024). Managing sepsis and septic shock in an endothelial glycocalyx-friendly way: From the viewpoint of surviving sepsis campaign guidelines. Annals of Intensive Care, 14(1), 64.

Jiang, W., Su, Y., Xu, J., Fang, Y., Teng, J., ... & Xu, X. (2024). Assessing the predictive value of elevated postoperative syndecan-1 levels for progressive acute kidney injury and kidney replacement therapy necessity in adult cardiac surgery patients. BMC Cardiovascular Disorders, 24(1), 414.

Kato, T., Suzuki, K., Kawashima, H., Kato, Y., Watanabe, D., Inoda, A., ... & Doi, K. (2025). Changes in syndecan-1 concentration in the coronary sinus immediately after cardiac reperfusion reflect postoperative myocardial injury. International Journal of Cardiology. Advance online publication.

Kim, H. B., Soh, S., Kwak, Y. L., Bae, J. C., Kang, S. H., & Song, J. W. (2020). High preoperative serum syndecan-1, a marker of endothelial glycocalyx degradation, and severe acute kidney injury after valvular heart surgery. Journal of Clinical Medicine, 9(6), 1803.

Knežević, D., Batičić, L., Ćurko-Cofek, B., Batinac, T., Ljubačev, A., Valenčić Seršić, L., ... & Sotošek, V. (2025). The effect of coronary artery bypass surgery on interleukin-18 concentration and biomarkers related to vascular endothelial glycocalyx degradation. International Journal of Molecular Sciences, 26(12), 5453.

Kusuzawa, K., Suzuki, K., Okada, H., Takada, C., Nagaya, S., ... & Ogura, S. (2021). Measuring the concentration of serum syndecan-1 to assess vascular endothelial glycocalyx injury during hemodialysis. Frontiers in Medicine, 8, 791309.

Larmann, J., & Theilmeier, G. (2004). Inflammatory response to cardiac surgery: Cardiopulmonary bypass versus non-cardiopulmonary bypass surgery. Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology, 18(3), 425–438.

Magoon, R., & Makhija, N. (2020). Endothelial glycocalyx and cardiac surgery: Newer insights. Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia, 34(1), 310–311.

Miyazaki, A., Hokka, M., Obata, N., & Mizobuchi, S. (2024). Perioperative serum syndecan-1 concentrations in patients who underwent cardiovascular surgery with cardiopulmonary bypass and its association with the occurrence of postoperative acute kidney injury: A retrospective observational study. BMC Anesthesiology, 24(1), 154.

Passov, A., Schramko, A., Salminen, U. S., Aittomäki, J., Andersson, S., & Pesonen, E. (2021). Endothelial glycocalyx during early reperfusion in patients undergoing cardiac surgery. PLoS One, 16(5), e0251747.

Qu, J., Cheng, Y., Wu, W., Yuan, L., & Liu, X. (2021). Glycocalyx impairment in vascular disease: Focus on inflammation. Frontiers in Cell and Developmental Biology, 9, 730621.

Reitsma, S., Slaaf, D. W., Vink, H., Van Zandvoort, M. A., & Oude Egbrink, M. G. (2007). The endothelial glycocalyx: Composition, functions, and visualization. Pflügers Archiv-European Journal of Physiology, 454(3), 345–359.

Sun, T., Wang, Y., Wu, X., Cai, Y., Zhai, T., & Zhan, Q. (2022). Prognostic value of syndecan-1 in the prediction of sepsis-related complications and mortality: A meta-analysis. Frontiers in Public Health, 10, 870065.

Wang, J., & Wu, Y. (2024). Mass intraoperative endothelial glycocalyx shedding affects postoperative systemic inflammation response. BMC Anesthesiology, 24(1), 76.

Zhou, G., Liu, J., Zhang, H., Wang, X., & Liu, D. (2022). Elevated endothelial dysfunction-related biomarker levels indicate the severity and predict sepsis incidence. Scientific Reports, 12(1), 21935.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

EFFECTS OF ATORVASTATIN-TYPE DRUGS ON CELL DEATH PATHWAYS IN OBESE INDIVIDUALS

Öğr. Gör. Kadir EĞİ
Gaziantep University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Gaziantep, Turkey
ORCİD NO: 0000-0003-4802-0994

Öğr. Gör. Mehmet RAMAT
Harran University Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Şanlıurfa, Turkey
ORCİD NO: 0000-0003-4922-6708

Öğr. Gör. Mustafa Orhan TUNÇEL
İnönü University Faculty of Pharmacy, Department of Basic Pharmaceutical Sciences, Malatya, Turkey
ORCİD NO: 0000-0002-8999-2223

ABSTRACT
Obesity-related metabolic disorders lead to the activation of various cell death mechanisms, including apoptosis, endoplasmic reticulum (ER) stress, mitochondrial dysfunction, and oxidative stress. The aim of this study was to evaluate the multifaceted effects of statin drugs, such as atorvastatin, on cell death pathways in obese individuals and to discuss the role of these mechanisms in obesity-related complications. PubMed, Google Scholar, and Scopus databases were searched for randomized controlled experimental and clinical trials published between 2010 and 2025. Studies examining the effects of atorvastatin or similar statins on cell death pathways, such as apoptosis, ER stress, mitochondrial function, oxidative stress, autophagy, and ferroptosis, in obese individuals and experimental obesity models were evaluated. Literature evidence suggests that atorvastatin reduces cholesterol-induced apoptosis in pancreatic β-cells, increases the expression of the anti-apoptotic protein Bcl-2, and improves ER stress markers such as ATF4, CHOP, and phosphorylated eIF2α. Thus, β-cell proliferation and insulin sensitivity are preserved, and obesity-related pancreatic dysfunction is alleviated. Furthermore, atorvastatin treatment in obese models has been reported to reduce inflammation, oxidative stress, fibrosis, and apoptosis in the kidney, liver, and other tissues. However, in some cell types (e.g., cholangiocarcinoma), atorvastatin has been shown to trigger apoptosis via caspase-9 and ERK-dependent mechanisms, suggesting that its effects may be context-specific. Additionally, atorvastatin has been reported to modulate alternative cell death pathways such as autophagy and ferroptosis, inducing autophagy in cancer cells and suppressing ferroptosis in heart tissue. Atorvastatin-type drugs multifacetedly regulate cell death pathways during obesity-related cellular damage. They support cell survival by reducing ER stress and apoptosis in pancreatic β-cells and other tissues, while improving mitochondrial function and metabolic balance. However, the potential to induce apoptosis in different cell types suggests that its effects vary depending on the context and pathological condition. Therefore, while the evaluation of atorvastatin as a potential therapeutic option in the management of obesity-related complications is promising, more comprehensive clinical and advanced studies are needed.
Keywords: Atorvastatin, obesity, cell death pathways, apoptosis, autophagy, ferroptosis

OBEZ BİREYLERDE ATORVASTATİN TÜRÜ İLAÇLARIN HÜCRE ÖLÜM YOLAKLARI ÜZERİNE ETKİLERİ

ÖZET
Obeziteye bağlı gelişen metabolik bozukluklar, apoptoz, endoplazmik retikulum (ER) stresi, mitokondriyal disfonksiyon ve oksidatif stres gibi çeşitli hücre ölüm mekanizmalarının aktive olmasına neden olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, atorvastatin gibi statin türü ilaçların obez bireylerde hücre ölüm yolakları üzerindeki çok yönlü etkilerini değerlendirmek ve bu mekanizmaların obeziteye bağlı komplikasyonlardaki rolünü tartışmaktır. PubMed, Google Scholar ve Scopus veri tabanlarında 2010–2025 yılları arasında yayımlanan randomize kontrollü deneysel ve klinik çalışmalar tarandı. Atorvastatin veya benzeri statinlerin obez bireylerde ve deneysel obezite modellerinde apoptoz, ER stresi, mitokondriyal fonksiyon, oksidatif stres, otofaji ve ferroptoz gibi hücre ölüm yollarına etkilerini inceleyen çalışmalar değerlendirilmiştir. Literatürden elde edilen kanıtlar, atorvastatinin pankreas β-hücrelerinde kolesterol kaynaklı apoptozu azalttığını, anti-apoptotik protein Bcl-2 ekspresyonunu artırdığını ve ATF4, CHOP, fosforile eIF2α gibi ER stres belirteçlerini iyileştirdiğini göstermektedir. Böylece β-hücre proliferasyonu ve insülin duyarlılığı korunmakta, obeziteye bağlı pankreas disfonksiyonu hafiflemektedir Ayrıca, obez modellerde atorvastatin tedavisinin böbrek, karaciğer ve diğer dokularda inflamasyon, oksidatif stres, fibrozis ve apoptozu azalttığı bildirilmektedir. Bununla birlikte, bazı hücre tiplerinde (ör. kolanjiyokarsinom) atorvastatinin kaspaz-9 ve ERK bağımlı mekanizmalar üzerinden apoptozu tetikleyebildiği, dolayısıyla etkilerinin bağlama özgü olabileceği gösterilmiştir. Ek olarak, atorvastatinin otofaji ve ferroptoz gibi alternatif hücre ölüm yollarını da modüle edebildiği; kanser hücrelerinde otofajiyi uyarırken, kalp dokusunda ferroptozu baskılayabildiği belirtilmektedir. Atorvastatin türü ilaçlar, obeziteye bağlı hücresel hasar süreçlerinde hücre ölüm yolaklarını çok yönlü biçimde düzenlemektedir. Pankreas β-hücrelerinde ve diğer dokularda ER stresini ve apoptozu azaltarak hücre sağkalımını desteklerken, mitokondriyal fonksiyonu ve metabolik dengeyi iyileştirmektedir. Ancak farklı hücre tiplerinde apoptozu indükleyebilme potansiyeli, etkilerinin bağlama ve patolojik duruma göre değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, atorvastatinin obeziteye bağlı komplikasyonların yönetiminde potansiyel bir tedavi seçeneği olarak değerlendirilmesi umut verici olmakla birlikte, klinik ve ileri düzeyde daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır.
Anahtar Kelimeler: Atorvastatin, obezite, hücre ölüm yolakları, apoptoz, otofaji, ferroptoz

Giriş

Obezite, günümüzde tüm dünyada hızla artan ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından en önemli halk sağlığı sorunlarından biri olarak tanımlanan kompleks bir metabolik hastalıktır. Obezite; tip 2 diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, karaciğer yağlanması, böbrek fonksiyon bozuklukları ve bazı kanser türleri ile güçlü bir ilişki göstermektedir [1,2]. Obezitenin yol açtığı metabolik bozukluklar; kronik inflamasyon, insülin direnci, dislipidemi ve oksidatif stres gibi mekanizmalar üzerinden hücresel düzeyde çoklu hasara sebep olmaktadır [3].

Son yıllarda obezitenin yalnızca metabolik denge bozuklukları ile değil, aynı zamanda hücre ölüm mekanizmaları ile de ilişkili olduğu gösterilmiştir. Apoptoz, otofaji, ferroptoz ve nekroptoz gibi hücre ölüm yolakları obezite sürecinde önemli rol oynamakta, özellikle pankreas β-hücrelerinde ve karaciğer dokusunda işlev kaybına neden olmaktadır [4,5]. Bu nedenle, obezite tedavisinde kullanılan farmakolojik ajanların yalnızca lipid düşürücü değil, aynı zamanda hücre ölüm mekanizmalarını düzenleyici etkilerinin de değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

Statinler, özellikle atorvastatin, en yaygın kullanılan lipid düşürücü ilaçlardan biridir. HMG-CoA redüktaz inhibitörleri olarak bilinen bu ilaçlar, kolesterol biyosentezini baskılamakla kalmayıp pleiotropik etkiler de göstermektedir [6]. Son dönem literatür, atorvastatinin hücre ölüm mekanizmalarını düzenleyerek obeziteye bağlı organ hasarını hafiflettiğini göstermektedir [7,8]. Bu derlemenin amacı, obez bireylerde atorvastatin türü ilaçların hücre ölüm yolakları üzerindeki etkilerini literatür ışığında değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışmada PubMed, Google Scholar ve Scopus veri tabanları kullanılarak 2010–2025 yılları arasında yayımlanmış randomize kontrollü klinik ve deneysel çalışmalar taranmıştır. “Atorvastatin”, “obesity”, “cell death pathways”, “apoptosis” ve “autophagy” anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Çalışmalara dahil edilme kriterleri:

- Atorvastatin veya benzeri statinlerle tedavi edilen obez insan veya hayvan modelleri,

- Hücre ölüm mekanizmalarını (apoptoz, otofaji, ferroptoz, ER stresi, mitokondriyal disfonksiyon) inceleyen araştırmalar.

Dahil edilmeyen çalışmalar ise statinlerin yalnızca lipid düşürücü etkilerini ele alan, hücre ölüm yolaklarıyla ilişki kurmayan çalışmalardı.

Bulgular

Atorvastatin ve diğer statin türü ilaçların obeziteye bağlı hücresel mekanizmalar üzerindeki etkileri incelendiğinde çok boyutlu sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

1. Apoptoz Üzerine Etkiler

Obezite ile ilişkili kronik inflamasyon, pankreas β-hücrelerinde lipotoksisite ve glukotoksisite aracılığıyla apoptoz oranını artırmaktadır. Atorvastatinin β-hücrelerinde Bcl-2 ekspresyonunu artırarak anti-apoptotik yanıtı güçlendirdiği ve kaspaz-3 aktivitesini azalttığı gösterilmiştir [9,16]. Ayrıca karaciğer ve böbrek dokularında inflamasyona bağlı artan Bax/Bcl-2 oranını normalize ederek hücre ölümünü baskıladığı bildirilmektedir [10]. Bununla birlikte, bazı tümör hücre hatlarında (örneğin kolanjiyokarsinom, hepatoselüler karsinom) atorvastatinin bağımlı apoptoz yanıtını artırdığı gözlenmiştir [17]. Bu durum, statinlerin bağlama özgü farklı etkiler gösterebildiğini ortaya koymaktadır.

2. Endoplazmik Retikulum (ER) Stresi

Obezite sürecinde, yüksek yağlı diyetler ve insülin direnci ER stresini tetiklemektedir. Atorvastatin tedavisi, ER stres belirteçleri olan ATF4, CHOP ve fosforile eIF2α düzeylerini azaltmakta ve böylece protein katlanma homeostazını iyileştirmektedir [11]. Ayrıca obez fare modellerinde atorvastatinin GRP78 ve XBP1 ekspresyonunu düzenleyerek ER stresine karşı hücresel adaptasyonu desteklediği rapor edilmiştir.

3. Mitokondriyal Fonksiyon ve Oksidatif Stres

Obezite ile ilişkili oksidatif stres, mitokondriyal disfonksiyon ve ROS üretiminin artmasına yol açmaktadır. Atorvastatin tedavisi, mitokondriyal membran potansiyelini stabilize ederek enerji üretim kapasitesini artırmakta, süperoksit dismutaz (SOD) ve glutatyon peroksidaz (GPx) gibi antioksidan enzimlerin aktivitesini yükseltmektedir [12]. Bu sayede lipid peroksidasyonu belirteçlerinden MDA seviyeleri azalmaktadır. Ayrıca kardiyak dokuda atorvastatinin NADPH oksidaz aktivitesini baskılayarak oksidatif stres yükünü azalttığı gösterilmiştir [13].

4. Otofaji ve Ferroptoz

Atorvastatin, bazı kanser hücrelerinde otofajiyi aktive ederek hücresel enerji dengesini yeniden düzenlemektedir. Bu etki AMPK/mTOR sinyal yolakları üzerinden gerçekleşmektedir [13]. Öte yandan, obeziteye bağlı kardiyak hasarda ferroptoz artışı gözlenirken, atorvastatin tedavisinin ferroptoz belirteçlerini (GPX4, ACSL4) düzenlediği ve demir aracılı hücre ölümünü baskıladığı rapor edilmiştir [14].

5. Organ Düzeyinde Etkiler

- **Karaciğer:** Atorvastatin, obezite modellerinde non-alkolik yağlı karaciğer hastalığında (NAFLD) fibrozis ve inflamasyonu azaltmaktadır [15].
- **Böbrek:** Obeziteye bağlı renal hasarda TGF-β/Smad sinyal yolunu baskılayarak fibrozisi azaltmakta ve hücre ölümünü önlemektedir [10].
- **Kalp ve damar sistemi:** Atorvastatin, endotel fonksiyonunu iyileştirmekte, nitrik oksit (NO) biyoyararlanımını artırmakta ve kardiyomiyositlerde apoptoz ile ferroptozu azaltmaktadır [12,14].
- **Pankreas:** β-hücre proliferasyonunu desteklemekte ve insülin sekresyonunu korumaktadır [9].

Tartışma

Bu derleme sonucunda elde edilen bulgular, atorvastatinin obeziteye bağlı komplikasyonlarda yalnızca lipid düşürücü değil, aynı zamanda hücresel sağkalımı destekleyici pleiotropik etkiler sunduğunu ortaya koymaktadır.

Özellikle pankreas β-hücrelerinde apoptozun baskılanması ve insülin sekresyonunun korunması, tip 2 diyabetin önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir [16]. Atorvastatinin ER stresi ve oksidatif stres belirteçlerini iyileştirmesi, obezite ile ilişkili pankreatik disfonksiyonu sınırlayan önemli bir mekanizma olarak öne çıkmaktadır.

Karaciğer dokusunda atorvastatinin inflamasyonu, fibrozisi ve apoptozu baskılaması NAFLD ve NASH gibi obezite ilişkili karaciğer hastalıklarının tedavisinde ek bir avantaj sunmaktadır [15]. Benzer şekilde böbrek dokusunda fibrozisin azalması, kronik böbrek hastalığı riskini azaltabilir [10].

Kalp dokusunda ferroptoz baskılanması, obezite ilişkili kardiyomiyopatinin ilerlemesini yavaşlatabilecek bir mekanizma olarak değerlendirilmektedir [14]. Ayrıca endotel fonksiyonunun iyileştirilmesi ve nitrik oksit biyoyararlanımının artırılması, obeziteye bağlı kardiyovasküler komplikasyonların önlenmesine katkıda bulunmaktadır [12].

Bununla birlikte, atorvastatinin bazı tümör hücrelerinde apoptozu tetikleyici etkiler göstermesi, bağlama özgü etkilerinin önemini vurgulamaktadır. Bu nedenle atorvastatin tedavisi planlanırken hastanın eşlik eden hastalıkları, tümöral süreçleri ve dokuya özgü yanıtları göz önünde bulundurulmalıdır [17].

Çalışmaların çoğunun hayvan modellerine ve hücre kültürlerine dayandığı göz önüne alındığında, klinik çalışmalarda atorvastatinin hücre ölüm yolaklarına olan etkilerini netleştirmek için ileri düzey araştırmalara ihtiyaç vardır. Özellikle obeziteye bağlı diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve NAFLD hasta gruplarında uzun dönemli randomize kontrollü klinik çalışmalar yapılması önerilmektedir.

Sonuç olarak, atorvastatin obezite ile ilişkili hücresel hasarı azaltmada umut verici bir ajan olmakla birlikte, bağlama özgü farklı yanıtları ve tümör hücrelerindeki pro-apoptotik etkileri nedeniyle dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir.

Sonuç

Atorvastatin türü ilaçlar, obeziteye bağlı metabolik bozukluklarda yalnızca lipid düzeylerini düşürmekle kalmamakta, aynı zamanda hücre ölüm yolaklarını düzenleyerek hücresel sağkalımı da desteklemektedir. Apoptoz, endoplazmik retikulum stresi, mitokondriyal disfonksiyon ve oksidatif stres gibi temel patolojik süreçlerin baskılanması; pankreas β-hücrelerinin korunması, insülin sekresyonunun sürdürülmesi ve organ düzeyinde (karaciğer, böbrek, kalp) fonksiyonel iyileşmeler sağlamaktadır. Bunun yanında, otofaji ve ferroptoz gibi alternatif hücre ölüm mekanizmalarının düzenlenmesi, atorvastatinin pleiotropik etkilerinin kapsamını genişletmektedir.

Bununla birlikte, atorvastatinin bazı tümör hücrelerinde apoptozu tetikleyici özellikler gösterebilmesi, bağlama özgü etkilerinin göz ardı edilmemesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, obezite ilişkili komplikasyonların yönetiminde atorvastatinin umut verici bir tedavi seçeneği olduğu söylenebilse de klinik hasta gruplarında daha geniş kapsamlı, uzun dönemli ve randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır. Böylece, atorvastatinin obeziteye bağlı hücresel hasar ve komplikasyonların önlenmesindeki gerçek potansiyeli daha net biçimde ortaya konulabilecektir.

KAYNAKLAR

Baker, R. G., Hayden, M. S., & Ghosh, S. (2011). NF-κB, inflammation, and metabolic disease. *Cell metabolism*, *13*(1), 11-22.

Bonora, E. (2008). Protection of pancreatic beta-cells: is it feasible?. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, *18*(1), 74-83.

Buranrat, B., Senggunprai, L., Prawan, A., & Kukongviriyapan, V. (2016). Simvastatin and atorvastatin as inhibitors of proliferation and inducers of apoptosis in human cholangiocarcinoma cells. *Life sciences*, *153*, 41-49.

Cnop M, et al. Endoplasmic reticulum stress in obesity and diabetes. Trends Mol Med. 2012;18(2):59–68.

Fang X, et al. Ferroptosis as a target for protection against cardiomyopathy. Proc Natl Acad Sci U S A. 2019;116:2672–2680.

Green DR, Llambi F. Cell death signaling. Cold Spring Harb Perspect Biol. 2015;7:a006080.

Liao JK, Laufs U. Pleiotropic effects of statins. Annu Rev Pharmacol Toxicol. 2005;45:89–118.

Mengual, D., Medrano, L. E., Villamizar-Villamizar, W., Osorio-Llanes, E., Mendoza-Torres, E., & Bolivar, S. (2022). Novel effects of statins on cancer via autophagy. *Pharmaceuticals*, *15*(6), 648.

Mollazadeh, H., Tavana, E., Fanni, G., Bo, S., Banach, M., Pirro, M., ... & Sahebkar, A. (2021). Effects of statins on mitochondrial pathways. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, *12*(2), 237-251.

Ng, M., Fleming, T., Robinson, M., Thomson, B., Graetz, N., Margono, C., ... & Gakidou, E. (2014). Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The lancet*, *384*(9945), 766-781.

Oesterle, A., Laufs, U., & Liao, J. K. (2017). Pleiotropic effects of statins on the cardiovascular system. *Circulation research*, *120*(1), 229-243.

Özcan U, et al. Endoplasmic reticulum stress links obesity, insulin action, and type 2 diabetes. Science. 2004;306:457–461.

Pengrattanachot, N., Cherngwelling, R., Jaikumkao, K., Pongchaidecha, A., Thongnak, L., Swe, M. T., ... & Lungkaphin, A. (2020). Atorvastatin attenuates obese-induced kidney injury and impaired renal organic anion transporter 3 function through inhibition of oxidative stress and inflammation. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*, *1866*(6), 165741.

Perego, C., Da Dalt, L., Pirillo, A., Galli, A., Catapano, A. L., & Norata, G. D. (2019). Cholesterol metabolism, pancreatic β-cell function and diabetes. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*, *1865*(9), 2149-2156.

Somers, T., Siddiqi, S., Janssen, M. C., Morshuis, W. J., Maas, R. G., Buikema, J. W., ... & Russel, F. G. (2024). Effect of statins on mitochondrial function and contractile force in human skeletal and cardiac muscle. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, *180*, 117492.

WHO. Obesity and overweight. World Health Organization; 2023.

Yang, X., Xiong, T., Ning, D., Wang, T., Zhong, H., Tang, S., ... & Wang, D. (2020). Long-term atorvastatin or the combination of atorvastatin and nicotinamide ameliorate insulin resistance and left ventricular diastolic dysfunction in a murine model of obesity. *Toxicology and Applied Pharmacology*, *402*, 115132.

SELECTIVE EFFECTS OF GREEN TEA ON INFLAMMATORY MARKERS IN OBESE INDIVIDUALS

Öğr. Gör. Kadir EĞİ
Gaziantep University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Gaziantep, Turkey
ORCİD NO: 0000-0003-4802-0994

Öğr. Gör. Mustafa Orhan TUNÇEL
İnönü University Faculty of Pharmacy, Department of Basic Pharmaceutical Sciences, Malatya, Turkey
ORCİD NO: 0000-0002-8999-2223

Öğr. Gör. Mehmet RAMAT
Harran University Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Şanlıurfa, Turkey
ORCİD NO: 0000-0003-4922-6708

ABSTRACT
Obesity is a major public health problem associated with chronic low-grade inflammation, increasing the risk of cardiometabolic diseases. Green tea (Camellia sinensis) and its main bioactive compound, epigallocatechin gallate (EGCG), are receiving increasing attention in the management of obesity-related inflammation due to their anti-inflammatory properties. The aim of this study was to evaluate the effects of green tea or green tea extract supplementation on inflammatory markers in obese individuals in light of the current literature. For this purpose, randomized controlled clinical trials and meta-analyses published between 2010 and 2025 in PubMed, Google Scholar, and Scopus databases were reviewed to evaluate the effects of green tea or green tea extract supplementation on inflammatory biomarkers in obese individuals or those with metabolic syndrome. Daily green tea or green tea extract supplementation for approximately 8 weeks was shown to significantly reduce serum amyloid alpha (SAA), a cardiovascular risk factor, in obese individuals with metabolic syndrome. Data from meta-analyses suggest that green tea supplementation significantly reduces tumor necrosis factor-alpha (TNF-α) levels, while showing no consistent effects on C-reactive protein (CRP), interleukin-6 (IL-6), interleukin-1β (IL-1β), leptin, adiponectin, or soluble cell adhesion molecules (sICAM-1, sVCAM-1). Some studies have reported modest increases in CRP with short-term (≤8 weeks) supplementation and time-dependent variability in IL-6 levels. Furthermore, a study in overweight women found that the use of green tea extract in combination with regular endurance exercise more effectively reduced high-sensitivity CRP (hs-CRP) levels and further improved anthropometric parameters such as body weight, body mass index, waist-to-hip ratio, and fat percentage compared to exercise alone. Green tea exhibits selective anti-inflammatory effects, particularly on SAA and TNF-α levels in obese individuals, while effects on other markers vary depending on supplementation dose, duration, and lifestyle factors. When used in conjunction with lifestyle interventions such as exercise, green tea supplementation may be considered an effective supportive approach for reducing obesity-related inflammation.
Keywords: Obesity, Green Tea, Inflammation, Anti-Inflammatory Effect

OBEZ BİREYLERDE YEŞİL ÇAYIN İNFLAMASYON BELİRTEÇLERİ ÜZERİNE SEÇİCİ ETKİLERİ

ÖZET
Obezite, kronik düşük dereceli inflamasyonla ilişkili olup kardiyometabolik hastalık riskini artıran önemli bir halk sağlığı sorunudur. Yeşil çay (*Camellia sinensis*) ve başlıca biyoaktif bileşiği epigallokateşin gallat (EGCG), anti-inflamatuvar özellikleri nedeniyle obeziteye bağlı inflamasyonun yönetiminde giderek daha fazla ilgi görmektedir. Bu çalışmanın amacı, yeşil çay veya yeşil çay özü takviyesinin obez bireylerde inflamasyon belirteçleri üzerindeki etkilerini güncel literatür ışığında değerlendirmektir.

Bu amaçla PubMed, Google Scholar ve Scopus veri tabanlarında 2010–2025 yılları arasında yayımlanmış randomize kontrollü klinik çalışmalar ve meta-analizler incelenmiş; obez veya metabolik sendromlu bireylerde yeşil çay veya yeşil çay özütü takviyesinin inflamatuvar biyobelirteçler üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Yaklaşık 8 hafta boyunca günlük yeşil çay veya yeşil çay özü takviyesinin, metabolik sendromlu obez bireylerde kardiyovasküler risk faktörlerinden biri olan serum amiloid alfa (SAA) düzeyini anlamlı derecede azalttığı gösterilmiştir. Meta-analizlerden elde edilen veriler, yeşil çay takviyesinin tümör nekroz faktörü-alfa (TNF-α) seviyelerini belirgin olarak düşürdüğünü ortaya koyarken, C-reaktif protein (CRP), interlökin-6 (IL-6), interlökin-1β (IL-1β), leptin, adiponektin ve çözünür hücre adhezyon molekülleri (sICAM-1, sVCAM-1) üzerinde tutarlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Bazı çalışmalarda kısa süreli (≤8 hafta) takviyelerde CRP'de hafif artışlar ve IL-6 seviyelerinde süreye bağlı değişkenlikler bildirilmiştir. Ayrıca, aşırı kilolu kadınlarda yapılan bir çalışmada yeşil çay özütünün düzenli dayanıklılık egzersizi ile birlikte kullanımının, tek başına egzersize kıyasla yüksek hassasiyetli CRP (hs-CRP) düzeylerini daha etkili şekilde azalttığı ve vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi, bel-kalça oranı ve yağ yüzdesi gibi antropometrik parametreleri daha fazla iyileştirdiği bulunmuştur. Yeşil çay, obez bireylerde özellikle SAA ve TNF-α düzeyleri üzerinde seçici anti-inflamatuvar etkiler göstermekte, diğer belirteçler üzerindeki etkiler ise takviye dozu, süresi ve yaşam tarzı faktörlerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Egzersiz gibi yaşam tarzı müdahaleleriyle birlikte kullanıldığında, obeziteye bağlı inflamasyonun azaltılmasında yeşil çay takviyesi etkili bir destekleyici yaklaşım olarak değerlendirilebilir.
Anahtar Kelimeler: Obezite, Yeşil çay, İnlamasyon, Anti-İflamatuara etki

Giriş

Obezite, tüm dünyada hızla artan prevalansı ve ilişkili sağlık sorunları nedeniyle küresel bir salgın haline gelmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre obezite, kardiyovasküler hastalıklar, tip 2 diyabet ve bazı kanser türleri dahil olmak üzere çok sayıda kronik hastalık için en önemli risk faktörlerinden biridir [1]. Obeziteye bağlı en önemli patofizyolojik mekanizmalardan biri ise kronik düşük dereceli inflamasyondur. Bu inflamatuvar süreç, adipositlerde ve immün hücrelerde sitokin üretiminin artmasıyla ortaya çıkmakta ve ateroskleroz, insülin direnci ve metabolik sendrom gibi komplikasyonların gelişiminde rol oynamaktadır [2,3].

Son yıllarda, obeziteye bağlı inflamasyonun yönetiminde bitkisel kaynaklı biyoaktif bileşikler dikkat çekmektedir. Yeşil çay (Camellia sinensis) ve onun en güçlü polifenolik bileşeni olan epigallokateşin gallat (EGCG) antioksidan ve anti-inflamatuvar özellikleri ile öne çıkmaktadır [4]. EGCG'nin nükleer faktör kappa-B (NF-κB) aktivasyonunu baskılayarak tümör nekroz faktörü-alfa (TNF-α), interlökin-6 (IL-6) gibi pro-inflamatuvar sitokinlerin üretimini azalttığı gösterilmiştir [5]. Ancak literatürde, yeşil çay takviyesinin inflamasyon belirteçleri üzerindeki etkilerinin seçici olduğu ve biyobelirteçlere göre farklılık gösterebildiği rapor edilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, 2010–2025 yılları arasında yayımlanmış randomize kontrollü klinik çalışmalar ve meta-analizlerden elde edilen veriler ışığında, obez bireylerde yeşil çay veya yeşil çay özütü takviyesinin inflamatuvar belirteçler üzerine olan etkilerini değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem

Literatür taraması PubMed, Scopus ve Google Scholar veri tabanlarında yapılmıştır. "Green tea", "EGCG", "obesity", "inflammation", "biomarkers" anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Dahil edilme kriterleri:

- Obez veya metabolik sendromlu bireylerde yapılmış randomize kontrollü klinik çalışmalar (RCT) veya meta-analizler,
- İnflamasyon biyobelirteçleri (CRP, hs-CRP, TNF-α, IL-6, IL-1β, leptin, adiponektin, SAA, sICAM-1, sVCAM-1) üzerine rapor edilmiş etkiler,
- 2010 yılı ve sonrası yayımlanan çalışmalar.

Hayvan çalışmaları ve yalnızca kilo kaybı sonuçlarını değerlendiren makaleler dışlanmıştır.

Bulgular

Yeşil çay ve başlıca polifenolik bileşiği olan EGCG'nin obez bireylerde inflamasyon belirteçleri üzerine etkileri çeşitli randomize kontrollü çalışmalar (RCT) ve meta-analizlerle incelenmiştir. Bulgular, bazı belirteçlerde anlamlı iyileşmeler olduğunu, bazılarında ise etkilerin sınırlı veya tutarsız olduğunu göstermektedir.

1. Serum Amiloid A (SAA)

SAA, kardiyometabolik riskle doğrudan ilişkili güçlü bir inflamatuvar belirteçtir. Obeziteye bağlı kronik inflamasyonda düzeyleri artmaktadır. Basu ve arkadaşlarının yaptığı bir RCT'de, 8 hafta boyunca yeşil çay ekstraktı verilen obez metabolik sendromlu bireylerde SAA seviyelerinin anlamlı derecede düştüğü rapor edilmiştir [6]. Bu sonuç, yeşil çayın özellikle kardiyovasküler risk faktörlerini hedefleyen bir anti-inflamatuvar etkiye sahip olabileceğini düşündürmektedir.

2. TNF-α

TNF-α, obeziteye bağlı inflamasyonun en önemli pro-inflamatuvar sitokinlerinden biridir. Birden fazla meta-analiz, yeşil çay veya EGCG takviyesinin TNF-α düzeylerini anlamlı şekilde azalttığını göstermiştir [7]. Bu etkinin, NF-κB sinyal yolunun baskılanması ile gerçekleştiği bildirilmektedir [5]. Özellikle 12 hafta ve üzeri süren çalışmalar TNF-α'da daha belirgin düşüşler göstermektedir.

3. C-Reaktif Protein (CRP) ve hs-CRP

CRP, inflamasyonun en sık kullanılan klinik belirteçlerinden biridir. Yeşil çay takviyesinin CRP üzerindeki etkileri literatürde tutarsızdır. Bogdanski ve arkadaşlarının çalışmasında yeşil çay ekstraktı ile tedavi edilen obez hipertansif bireylerde CRP ve oksidatif stres belirteçlerinde azalma görülmüştür [9]. Ancak bazı kısa süreli çalışmalarda (≤8 hafta) CRP'de anlamlı değişiklik gözlenmemiş, hatta geçici artışlar rapor edilmiştir. Buna karşın hs-CRP üzerine yapılan çalışmalarda, özellikle egzersizle kombine edildiğinde, belirgin düşüşler elde edilmiştir [10].

4. İnterlökin-6 (IL-6) ve İnterlökin-1β (IL-1β)

IL-6, obeziteye bağlı kronik inflamasyonun önemli bir mediyatörüdür. Ancak yeşil çay takviyesiyle ilgili sonuçlar heterojendir. Bazı meta-analizlerde IL-6 düzeylerinde anlamlı azalma görülürken, bazı çalışmalarda değişiklik rapor edilmemiştir [7]. IL-1β üzerine ise sınırlı sayıda çalışma bulunmakta olup, genel olarak anlamlı bir etki saptanmamıştır.

5. Leptin ve Adiponektin

Adipoz dokudan salgılanan leptin ve adiponektin, enerji dengesi ve inflamasyon süreçlerinde kritik rol oynar. Meta-analiz verilerine göre yeşil çay ekstraktı takviyesinin leptin ve adiponektin seviyeleri üzerinde anlamlı ve tutarlı bir etkisi bulunmamaktadır [7]. Bununla birlikte, kilo kaybı ile birlikte değerlendirildiğinde dolaylı etkilerin göz ardı edilmemesi gerektiği ifade edilmektedir.

6. Çözünür Hücre Adhezyon Molekülleri (sICAM-1, sVCAM-1)

sICAM-1 ve sVCAM-1 endotel disfonksiyonunun inflamatuvar belirteçleridir. Çalışmalar, yeşil çay takviyesinin bu parametreler üzerinde belirgin ve tutarlı bir etki oluşturmadığını göstermektedir [8].

7. Egzersiz ile Kombinasyon Etkisi

Takami ve arkadaşlarının yaptığı RCT'de, aşırı kilolu kadınlarda 12 hafta boyunca uygulanan yeşil çay ekstraktı ve düzenli dayanıklılık egzersizi kombinasyonu, tek başına egzersize kıyasla hs-CRP seviyelerinde daha belirgin azalma sağlamış ve ayrıca BMI, bel-kalça oranı ve vücut yağ yüzdesinde daha büyük iyileşmeler göstermiştir [9]. Bu durum, yeşil çayın yaşam tarzı müdahaleleri ile birlikte kullanıldığında daha etkili olabileceğini ortaya koymaktadır.

Tartışma

Bu çalışma, obez bireylerde yeşil çay ve onun başlıca polifenolik bileşiği olan EGCG'nin inflamatuvar belirteçler üzerine seçici etkilerini değerlendirmiştir. Bulgular, yeşil çayın bazı biyobelirteçlerde tutarlı faydalar sağladığını, ancak diğerlerinde etkilerinin sınırlı veya heterojen olduğunu ortaya koymaktadır.

1. Seçici Anti-inflamatuvar Etkiler

En belirgin bulgular, SAA ve TNF-α seviyelerindeki düşüşlerdir. Bu sonuçlar, yeşil çayın kardiyovasküler risk faktörlerini azaltmada potansiyel bir destekleyici ajan olabileceğini düşündürmektedir [6,7]. TNF-α'nın obezite ilişkili insülin direnci ve endotel disfonksiyonundaki rolü göz önüne alındığında, yeşil çayın bu belirteç üzerindeki seçici etkisi klinik açıdan anlamlıdır.

Buna karşın, CRP, IL-6, IL-1β, leptin ve adiponektin gibi diğer belirteçlerdeki etkilerin heterojen olması, klinik uygulamayı sınırlamaktadır. Bu tutarsızlıkların nedeni, çalışma tasarımlarındaki farklılıklar, kullanılan yeşil çay formu (ekstrakt, kapsül veya içecek), dozaj, takviye süresi ve katılımcıların yaşam tarzı faktörlerinden kaynaklanıyor olabilir. Özellikle kısa süreli takviyelerde görülen CRP artışları, inflamatuvar sürecin erken adaptif yanıtı ile ilişkili olabilir [8].

2. Mekanistik Açıklamalar

Yeşil çayın anti-inflamatuvar etkileri, büyük ölçüde NF-κB ve MAPK sinyal yolaklarının baskılanması ile ilişkilidir [4,5]. EGCG, TNF-α ve IL-6 gibi sitokinlerin transkripsiyonunu azaltarak inflamatuvar yanıtı düzenler. Ayrıca antioksidan kapasiteyi artırarak reaktif oksijen türlerinin (ROS) neden olduğu inflamatuvar uyarıları sınırlayabilir. Bunun yanında, EGCG'nin adiposit ve makrofajlarda inflamatuvar sitokin üretimini azalttığı ve böylece adipoz doku kaynaklı sistemik inflamasyonu baskıladığı rapor edilmiştir.

3. Egzersiz ile Kombinasyonun Önemi

Egzersiz, obeziteye bağlı inflamasyonun azaltılmasında temel bir yaşam tarzı müdahalesidir. Literatürde, yeşil çay ile egzersizin birlikte uygulanmasının tek başına egzersizden daha güçlü anti-inflamatuvar etki oluşturduğu gösterilmiştir [9]. Bu sinerjik etkinin, hem kilo kaybı hem de inflamatuvar belirteçlerin azalmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla yeşil çay takviyesinin tek başına değil, yaşam tarzı düzenlemeleri ile birlikte daha etkili olabileceği öne sürülmektedir.

4. Klinik Önemi ve Sınırlılıklar

Yeşil çayın seçici anti-inflamatuvar etkileri, obeziteye bağlı kardiyometabolik komplikasyonların önlenmesinde destekleyici bir rol oynayabilir. Özellikle TNF-α ve SAA'nın azalması, diyabet ve ateroskleroz gibi hastalıkların ilerlemesini yavaşlatabilir. Ancak, CRP, IL-6, leptin ve adiponektin üzerindeki sınırlı etkiler, bu takviyenin tek başına tedavi edici olmadığını göstermektedir.

Çalışmaların çoğunun kısa süreli olması ve farklı doz protokolleri uygulaması, sonuçların genellenebilirliğini sınırlandırmaktadır. Ayrıca, bazı çalışmalarda kullanılan yeşil çay ekstraktlarının kafein içeriği farklılık gösterebilir ve bu durum da inflamatuvar yanıtları etkileyebilir. Uzun süreli ve standart doz protokolleri ile yapılacak daha geniş ölçekli RCT'lere ihtiyaç vardır.

Sonuç

Yeşil çay ve başlıca polifenolik bileşiği EGCG, obez bireylerde inflamasyonun azaltılmasında destekleyici bir rol oynamaktadır. Literatür verileri, özellikle SAA ve TNF-α düzeylerinde anlamlı azalmalar olduğunu göstermektedir. Buna karşın diğer inflamatuvar belirteçlerdeki etkiler tutarlı değildir ve uygulama süresi, doz ve yaşam tarzı faktörlerine göre değişmektedir.

Yeşil çay takviyesinin, egzersiz gibi yaşam tarzı müdahaleleriyle birlikte uygulanması durumunda daha belirgin anti-inflamatuvar faydalar sağladığı görülmektedir. Bu nedenle, obezite yönetiminde yeşil çay, farmakolojik tedavilere ek olarak güvenli ve uygulanabilir bir destekleyici strateji olarak değerlendirilebilir. Ancak, uzun süreli ve geniş ölçekli randomize kontrollü klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kaynaklar

Bagheri, R., Rashidlamir, A., Ashtary-Larky, D., Wong, A., Alipour, M., Motevalli, M. S., ... & Zouhal, H. (2020). Does green tea extract enhance the anti-inflammatory effects of exercise on fat loss?. *British journal of clinical pharmacology*, *86*(4), 753-762.

Basu, A., Du, M., Sanchez, K., Leyva, M. J., Betts, N. M., Blevins, S., ... & Lyons, T. J. (2011). Green tea minimally affects biomarkers of inflammation in obese subjects with metabolic syndrome. *Nutrition*, *27*(2), 206-213.

Bogdanski P, et al. Green tea extract reduces blood pressure, inflammatory biomarkers, and oxidative stress in obese patients with hypertension. Nutr Res. 2012;32(6):421–427.

Ellulu MS, et al. Obesity and inflammation: the linking mechanism and the complications. Arch Med Sci. 2017;13(4):851–863.

Haghighatdoost, F., & Hariri, M. (2019). The effect of green tea on inflammatory mediators: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Phytotherapy Research*, *33*(9), 2274-2287..

Lee, Y. S., & Olefsky, J. (2021). Chronic tissue inflammation and metabolic disease. *Genes & development*, *35*(5-6), 307-328.

Reddy, A. T., Lakshmi, S. P., Prasad, E. M., Varadacharyulu, N. C., & Kodidhela, L. D. (2020). Epigallocatechin gallate suppresses inflammation in human coronary artery endothelial cells by inhibiting NF-κB. *Life Sciences*, *258*, 118136.

WHO. Obesity and overweight. World Health Organization; 2023.

Yang CS, et al. Cancer prevention by tea: Evidence from laboratory studies. Pharmacol Res. 2011;64(2):113–122.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

CYTOTOXIC EFFECTS OF ENDOCRINE-DISRUPTING VOC COMPOUNDS IN HUMAN CELL LINES

Mehmet Emrah AKSAN
Gaziantep University, Institute of Health Sciences, Department of Medical Biochemistry, Gaziantep, Türkiye
ORCİD: ID/ 0000-0002-8002-252X

Prof. İclal Geyikli ÇİMENCİ
Gaziantep University, Institute of Health Sciences, Department of Medical Biochemistry, Gaziantep, Türkiye
ORCİD: ID/ 0000-0002-4587-3767

İbrahim Seyfettin ÇELİK
Kahramanmaras Sutcu Imam University, Department Of Medical Services And Techniques, Kahramanmaraş Health Services Vocational School, Pathology Laboratory Techniques Pr., Kahramanmaras, Türkiye
ORCİD: ID/ 0000-0001-6946-4477

ABSTRACT
This study was conducted to evaluate the cytotoxic effects of volatile organic compounds (VOC MIX: Dichloromethane, Trichloroethylene, and Ethylbenzene), known for their endocrine-disrupting properties, on healthy human cell lines, and to provide preliminary data for subsequent animal experiments. Human umbilical vein endothelial cells (Huvec) and human lung epithelial cells (Beas-2b) were cultured under standard conditions and exposed to VOC MIX at different concentrations (40, 20, 10, and 1 mg/ml) for 24 hours. Cell viability was assessed using the Cell Viability Detection Kit (CVDK), and absorbance values were measured at 450 nm. Data were analyzed by independent sample t-test, with $p < 0.05$ considered statistically significant.
The findings revealed that VOC MIX induced a dose-dependent cytotoxic effect in both cell lines. At the lowest concentration (1 mg/ml), the survival rate was above 50% and not statistically significant, while higher concentrations (10, 20, and 40 mg/ml) resulted in significant reductions in cell viability.
In conclusion, this preliminary study demonstrates that VOC causes concentration-dependent cytotoxicity in healthy human cell lines and supports the notion that its known endocrine-disrupting properties may pose toxicological risks in biological systems. These results provide a basis for further in vivo animal studies to investigate endocrine-disrupting effects more comprehensively.
Keywords: Cytotoxicity, VOC, Endocrine Disruptors

ENDOKRİN BOZUCU VOC BİLEŞİKLERİNİN HÜCRE HATLARINDAKİ SİTOTOKSİK ETKİLERİ

ÖZET
Bu çalışma, endokrin bozucu özelliklere sahip uçucu organik bileşiklerin (VOC MIX: Diklorometan, Trikloroetilen ve Etilbenzen) sağlıklı insan hücre hatları üzerindeki sitotoksik etkilerini değerlendirmek ve planlanan hayvan çalışmalarına ön bilgi sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. İnsan göbek damarı endotel hücreleri (Huvec) ve insan akciğer epitelyal hücreleri (Beas-2b) standart kültür koşullarında üretilmiş ve farklı konsantrasyonlarda (40, 20, 10 ve 1 mg/ml) VOC MIX'e 24 saat süreyle maruz bırakılmıştır. Hücre canlılığı, Hücre Canlılığı Tespit Kiti (CVDK) ile değerlendirilmiş ve absorbans değerleri 450 nm'de ölçülmüştür. Veriler bağımsız örneklem t-testi ile analiz edilmiş, $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Bulgular, VOC MIX'in her iki hücre hattında da doza bağlı olarak sitotoksik etki gösterdiğini ortaya koymuştur. En düşük konsantrasyonda (1 mg/ml) canlılık oranı %50'nin üzerinde olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ancak daha yüksek konsantrasyonlarda (10, 20 ve 40 mg/ml) hücre canlılığında anlamlı azalma tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, bu ön çalışma VOC 'lerin sağlıklı insan hücre hatlarında konsantrasyona bağlı sitotoksisite oluşturduğunu ve bilinen endokrin bozucu etkilerinin biyolojik sistemlerde toksikolojik risk oluşturabileceğini desteklemektedir. Çalışma, ileride yapılacak hayvan modelleri üzerinde endokrin bozucu etkilerin daha kapsamlı değerlendirilmesi için ön basamak niteliğindedir.

Anahtar kelimeler: Sitotoksisite, VOC, Endokrin Bozucular

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF OLIVE OIL IN A PROPIONIC ACID-INDUCED AUTISM MODEL: A PRELIMINARY STUDY

Erkan ÖZKAN
Aksaray University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Parasitology, Aksaray-Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-5251-2302

Neşe Hayat AKSOY
Aksaray University Faculty of Veterinary Medicine, Department of Biochemistry, Aksaray-Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-9039-555X

Caner ÖZTÜRK
Aksaray University Faculty of Veterinary Medicine, Department of Reproduction and Artificial Insemination, Aksaray-Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-0566-0684

Ramazan ARSLAN
Aksaray University Faculty of Veterinary Medicine, Department of Reproduction and Artificial Insemination, Aksaray-Türkiye
ORCID ID: 0009-0000-6275-5861

ABSTRACT
Autism spectrum disorder (ASD) is a heterogeneous neurodevelopmental condition characterized by deficits in social communication, repetitive behaviors, and sensory sensitivity differences. In recent years, animal model studies aimed at understanding the biological mechanisms of ASD and evaluating potential supportive treatment options have gained increasing importance.
In this study, the effects of extra virgin olive oil with high phenolic content (EVOO; phenolic content 896 mg/kg) on behavioral outcomes and oxidative stress parameters were investigated in a rat model of autism induced by propionic acid (PPA; 250 mg/kg, intraperitoneal, 5 days). 9 male Wistar rats were divided into three groups: control (n=3), PPA (n=3), and PPA+EVOO (n=3). Following 5 days of PPA administration, EVOO was administered orally via gavage at a dose of 1 ml for 15 days. At the end of the experiment, Open Field, Social Recognition, and Social Novelty tests were conducted. The hippocampal region of the brain was dissected, and total antioxidant status (TAS) and total oxidant status (TOS) were measured in this tissue.
The findings demonstrated that PPA administration led to reductions in social interaction and locomotor activity, accompanied by adverse alterations in oxidative stress parameters. In contrast, EVOO treatment improved social behavior and locomotor activity levels. An increase in TAS values and a tendency toward decreased TOS values were observed. These results are consistent with the strong antioxidant properties of EVOO, attributed to its high phenolic compounds.
The limited sample size and the lack of histological analyses should be considered as study limitations. Nevertheless, the present study suggests that EVOO with high phenolic content may exert neuroprotective effects in the autism model. Future comprehensive studies are warranted to elucidate the potential effects of phenolic-rich compounds in ASD more extensively.
Keywords: Autism, Behaviour, Brain, Neuroprotective, Olive oil

PROPİYONİK ASİT İLE OLUŞTURULAN OTİZM MODELİNDE ZEYTİN YAĞININ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI: ÖN ÇALIŞMA

ÖZET
Otizm spektrum bozukluğu (OSB), sosyal iletişimde yetersizlik, tekrarlayıcı davranışlar ve duyusal hassasiyet farklılıkları ile karakterize heterojen bir nörogelişimsel bozukluktur. Günümüzde OSB'nin biyolojik mekanizmalarını anlamaya ve olası destekleyici tedavi seçeneklerini değerlendirmeye yönelik hayvan modeli çalışmaları giderek önem kazanmaktadır.
Bu çalışmada, yüksek fenolik içerikli natürel sızma zeytinyağının (NSZY; fenolik içerik 896 mg/kg) propiyonik asit (PPA; 250 mg/kg, intraperitoneal, 5 gün) ile oluşturulan sıçan otizm modelinde hayvan davranış testleri ve oksidatif stres parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. 9 adet erkek Wistar sıçan üç gruba ayrılmıştır: kontrol (n=3), PPA (n=3) ve PPA + NSZY (n=3). 5 günlük PPA uygulanmasının ardından 15 gün boyunca NSZY 1 ml oral gavaj yoluyla uygulanmıştır. Deney sonunda Açık Alan, Sosyal Tanıma ve Sosyal Yenilik testleri gerçekleştirilmiştir. Beynin hipokampus bölgesi çıkarılarak bu dokuda total antioksidan seviyesi (TAS) ve total oksidan seviyesi (TOS) ölçülmüştür.
Bulgular, PPA uygulamasının sosyal etkileşim ve lokomotor aktivitede azalma ile birlikte oksidatif stres parametrelerinde olumsuz değişikliklere yol açtığını göstermiştir. Buna karşılık NSZY uygulanması, sosyal davranış ve lokomotor aktivite düzeylerinde iyileşme sağlamıştır. TAS değerlerinde artış ve TOS değerlerinde azalma eğilimi gözlenmiştir. Bu sonuçlar, NSZY'nin içerdiği yüksek fenolik bileşiklerin güçlü antioksidan özellikleri ile uyumlu bulunmuştur.
Örneklem büyüklüğünün sınırlı olması ve histolojik analizlerin yapılmamış olması, çalışmada dikkate alınması gereken sınırlamalar arasında yer almaktadır. Bununla birlikte yüksek fenolik içeriğe sahip NSZY'nin otizm modelinde nöroprotektif etki gösterebileceği ortaya konulmaktadır. İleriye yönelik kapsamlı araştırmalar, OSB'de yüksek fenolik içerikli bileşiklerin potansiyel etkilerini daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koyacaktır.
Anahtar Kelimeler: Beyin, Davranış, Nöroprotektif, Otizm, Zeytin yağı

INTRODUCTION
ASD is a neurodevelopmental disorder that affects an individual's social interactions, communication skills, repetitive behavior patterns, and sensory sensitivity (Qin et al., 2024). The underlying processes of ASD are associated with variations in early brain development influenced by genetic and environmental factors. Symptoms can range from mild to severe across a broad spectrum. Diagnostic and intervention approaches need to be tailored to the individual's level of functioning and quality of life (Lord et al., 2018).
According to research conducted in 1990, the prevalence of ASD was estimated to be approximately 7.5 per 1000 individuals. Today, the number of individuals with ASD has exceeded 10 million. A report published in 2020 by the U.S. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) indicated that the prevalence of ASD continues to increase rapidly. Furthermore, a study conducted in 2018 reported that 1 in every 59 children was diagnosed with ASD. In addition, there is a notable gender difference in prevalence, with the incidence in males being approximately four times higher than in females. (Cui et al., 2023). The economic burden of ASD in the United States was estimated to be 268.3 billion dollars in 2015, and it is projected to reach 460.8 billion dollars by 2025 (Leigh and Du, 2015).
Numerous studies have been conducted on ASD, and these studies have indicated that the etiology of ASD is based on genetic, environmental, immunological, perinatal, neuroanatomical, and biochemical factors. (Salari et al., 2022). ASD arises from disruptions in neurodevelopmental processes that result from the multifaceted relationship between genetic and environmental. On the genetic level, mutations in genes including SHANK, CHD, CTNBB1, MECP2, and HDAC4 known to play critical roles in synaptic function and neuronal connectivity have been implicated in its pathogenesis. (Cheroni et al., 2020). Among the environmental factors, prenatal infections, toxin exposure, metabolic disorders, and alterations in the gut microbiota are prominent. (Cheroni et al., 2020; Korteniemi et al., 2023).
Neuroinflammation, microglial activation, and increased cytokine levels play an important role in the development of behavioral symptoms by disrupting synaptic plasticity (Xiong et al., 2023).

Metabolites involved in the gut–brain axis, particularly PPA, can directly affect central nervous system (CNS) functions and ASD symptoms (Srikantha and Mohajeri, 2019). PPA is a short chain fatty acid (SCFAs) produced by the gut microbiota. Intraperitoneal administration of PPA leads to autism-like behavioral alterations in rats as a result of impairments in social interaction and learning abilities. In addition, PPA has been shown to increase neuroinflammation and oxidative stress levels in the CNS, and it may affect synaptic plasticity and neurological functions. (Alonazi et al., 2022).

The high phenolic content of EVOO underlies its pronounced antioxidant, anti-inflammatory, and neuroprotective effects. Key constituents, including hydroxytyrosol, oleuropein, and oleocanthal, significantly contribute to the biological functions of olive oil. These compounds have been shown to reduce oxidative stress and inflammation, thereby preventing the development of neurodegenerative diseases and slowing disease progression. (Papadopoulou et al., 2024). Olive oil polyphenols such as hydroxytyrosol and oleuropein exhibit strong antioxidant and anti-inflammatory properties by neutralizing reactive oxygen species, modulating inflammatory responses, and thereby protecting nerve cells against oxidative and inflammatory damage (Barbalace et al., 2021).

In this study, the effect of the antioxidant capacity and oxidative stress reducing effects of EVOO with high phenolic content was evaluated on behavioral and biochemical parameters in a rat model of autism induced by PPA. In the experimental model established through intraperitoneal injections of PPA for five consecutive days, the therapeutic effects of orally administered EVOO were investigated. In this context, changes in hippocampal TAS) and TOS levels, together with the outcomes of behavioral tests, were examined

MATERIAL AND METHOD

Experimental Animals

This study was conducted at the Experimental Animals Application and Research Center of Aksaray University in accordance with the principles outlined in the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals. A total of nine male Wistar rats (200–250 g) were obtained from the Aksaray University Experimental Animals Application and Research Center for the experiments. The animals were housed in Euro Type 3 cages under controlled conditions (22±2 °C, 55–60% relative humidity, and a 12 h light-12 h dark cycle) with standard pellet feed and drinking water provided ad libitum.

The rats were randomly divided into three groups with three animals in each group (n=3).

Group 1 (Control, C): Received 0.5 mL of saline intraperitoneal for 5 days.

Group 2 (Autism, A): Received 250 mg/kg PPA intraperitoneal for 5 days.

Group 3 (Autism+EVOO, A+OO): Received 250 mg/kg PPA intraperitoneal for 5 days, followed by 1 mL of EVOO oral by gavage for 15 days.

The olive oil (Sidyma, Muğla, Türkiye) administered to the rats was stored in amber glass bottles and contained a total phenolic content of 896 mg/kg. The fatty acid composition and phenolic and polyphenolic components are presented in Table 1.

Table 1. Fatty acid and phenolic and polyphenolic composition of EVOO administered to rats.

Fatty Acid	(%)	Phenolic and Polyphenolic Composition	(mg/kg)
C 16:0 Palmitic acid	13.82	Oleocantral	269
C 16:1 Palmitoleic acid	0.76	Oleacein	25
C 17:0 Heptadecanoic acid	0.13	Oleocantral +oleacein (index D1)	293
C 17:1 heptadecenoic acid	0.22	Ligstroside aglycon (monoaldehyde form)	67
C 18:0 Steraic acid	2.44	Oleuropein aglycon (monoaldehyde form)	97
C 18:1 Oleic acid	70.19	Ligstroside aglycon (dialdehyde form)	235
C 18:2 Linoleic acid	9.19	Oleuropein aglycon (dialdehyde form)	201
C 18:3 Linolenic acid	1.08	Total tyrosol derivates	570
C 20:0 Arachidic acid	0.52	Total hydroxytyrosol derivates	326
C 20:1 Gadoleic acid	0.37	**Total polyphenols analyzed**	896
C 22:0 Beheric acid	0.14		
C 24:0 Lignoseric acid	0.12		
α-Tocopherol (mg/kg)	625		

Behavioral Tests

Following the treatments, the Open Field Test, Social Recognition Test and Social Novelty Test were performed on the animals. These tests were used to evaluate general activity level, anxiety-like behaviors, social recognition ability, and interest in novel social stimuli. During all tests, the animals' behaviors were recorded on video and quantitatively analyzed using software provided by Scove.

Biochemical Analyses

Following the behavioral assessments, animals were sacrificed by decapitation. Brains were quickly excised, placed on ice, and the hippocampal regions were separated. These tissues were homogenized in phosphate buffer and centrifuged at 10,000 g for 15 minutes at 4 °C to collect the supernatants. Total antioxidant status (TAS) and total oxidant status (TOS) were then quantified spectrophotometrically using commercially available kits.

RESULT

Open Field Test

Compared to the Control group, the Autism group showed a significant decrease in time spent in the center, percentage of center entries, and exploration score, while the anxiety and thigmotaxis indices were increased. Administration of A+OO largely corrected these alterations, and the values were found to be similar to those of the Control group

Group	% Time in Center	% Center Entries	Anxiety Index	Exploration Score	Thigmotaxis Index
Control	$14,78\pm1,50^{a}$	$68,81\pm7,84^{a}$	$0,58\pm0,04^{b}$	$0,15\pm0,02^{a}$	$0,85\pm0,02^{b}$
Autism	$1,89\pm0,96^{b}$	$50,00\pm0,00^{b}$	$0,74\pm0,00^{a}$	$0,02\pm0,01^{b}$	$0,98\pm0,01^{a}$
A+OO	$13,89\pm5,60^{a}$	$64,45\pm3,85^{a}$	$0,61\pm0,01^{b}$	$0,14\pm0,06^{a}$	$0,86\pm0,06^{b}$

Table 2. Behavioral parameters of rats in the Open Field Test. The results are expressed as mean values with their standard deviations (SD). Groups that do not share the same superscript letter (a, b) differ significantly at $p<0.05$.

Social Recognition and Social Novelty Test

In social interaction tests, the Autism group showed a significant decrease in social recognition, social novelty, social preference, and social memory scores compared to the Control group, social recognition, social novelty entry ratios were also reduced. Administration of A+OO resulted in values close to those of the Control group and largely corrected these impairments ($p<0.05$).

Group	Social Recognition Score	Social Novelty Score	Social Preference Index	Social Memory Score	Social Recognition Entry Ratio	Social Novelty Entry Ratio
Control	$0,73\pm0,05^{a}$	$0,73\pm0,04^{a}$	$0,73\pm0,05^{a}$	$0,73\pm0,05^{a}$	$0,63\pm0,08$	$0,48\pm0,02^{a}$
Autism	$0,28\pm0,19^{b}$	$0,47\pm0,06^{b}$	$0,28\pm0,19^{b}$	$0,47\pm0,06^{b}$	$0,45\pm0,16$	$0,35\pm0,02^{b}$
A+OO	$0,72\pm0,22^{a}$	$0,64\pm0,07^{a}$	$0,72\pm0,22^{a}$	$0,64\pm0,07^{a}$	$0,50\pm0,16^{a}$	$0,41\pm0,08^{ab}$

Table 3. Social behavior parameters of rats. The results are expressed as mean values with their SD. Groups that do not share the same superscript letter (a, b) differ significantly at $p<0.05$.

Biochemical Analyses of Hippocampal TAS and TOS

In the Autism group, TAS levels were significantly elevated, whereas TOS levels remained comparable to those of the Control group. Treatment with A+OO preserved elevated TAS levels while markedly reducing TOS, resulting in values closer to those observed in the Control group ($p<0.05$).

Group	TAS	TOS
Control	1931,16±331,02[b]	1324,73±116,57[a]
Autism	2573,91±5,75[a]	1479,47±317,96[a]
A+OO	2555,80±26,83[a]	535,97±195,82[b]

Table 4. TAS and TOS parameters of rats. The results are expressed as mean values with their SD. Groups that do not share the same superscript letter (a, b) differ significantly at $p<0.05$.

DISCUSSION

ASD is a heterogeneous neurodevelopmental disorder that arises from the interaction of genetic, environmental, and immunological factors. In rats, PPA administration can induce ASD-like neurodevelopmental impairments. The findings of our study demonstrate that PPA exerts adverse effects on both behavioral and biochemical parameters in rats, whereas EVOO, through its phenolic components, was able to substantially alleviate these detrimental effects.

In the open field test results, the decrease in time spent in the center and the number of center entries, along with the increase in anxiety and thigmotaxis indices in the PPA group, indicate heightened anxiety-like behaviors. These findings have also been reported in previous studies.

A study reported that locomotor activity decreased and anxiety-like behaviors markedly increased in rats administered PPA (Kamalmaz et al., 2023). In another study, the harmful effects of oxidative stress, increased intestinal permeability, and organ dysfunction in PPA administered mice, as well as their role in metabolic disorders and ASD, were demonstrated (Khayyat et al., 2025).

In the social recognition and social novelty tests, the Autism group showed a significant decrease in social memory, social novelty, and social preference scores. This result reflects the social cognition deficits commonly observed in ASD.

It has been shown that PPA disrupts phospholipid metabolism in the brain, leading to a reduction in social interactions (Thomas et al., 2012). Recent studies have reported that hippocampal dysfunction in the PPA model leads to social memory impairment (Alabdali, 2025).

One of the important findings of our study is the marked behavioral improvement observed in the A+OO group. In the open field test, the increase in time spent in the center and exploration scores, along with reduced anxiety in the A+OO group, as well as the approach of social recognition and novelty test scores to control levels, demonstrate the protective effect of EVOO on behavioral functions. The behavioral enhancing effects of olive oil polyphenols are also strongly supported in the literature. Diets enriched with high-polyphenol EVOO have been shown to significantly improve social communication skills and daily living behaviors in individuals with ASD. (Thoma et al., 2023). It has been shown that olive oil polyphenols may exert beneficial effects on various neurodevelopmental disorders, particularly ASD (Garrido-Romero et al., 2025). The findings obtained in this study indicate that the improvements observed in behavioral tests in rats are based on the neuroprotective mechanisms of the polyphenols present in olive oil.

In the biochemical analyses, TAS values were found to be significantly increased in the Autism and A+OO groups compared to the Control group. While TOS levels remained high in both the Control and Autism groups, they were markedly lower in the A+OO group. The increase in TAS in the Autism group reflects a compensatory antioxidant response developed by the organism against the oxidative burden induced by PPA. However, this response was insufficient, as evidenced by the persistence of behavioral impairments. In the A+OO group, the maintenance of high TAS levels together with reduced TOS demonstrates the regulatory and neuroprotective effects of polyphenols in olive oil on oxidative balance.

The significantly higher TAS levels observed in the Autism group relative to the Control group are noteworthy. This elevation is interpreted not as a direct antioxidant property of PPA, but rather as a compensatory antioxidant response of the organism to oxidative stress induced by PPA administration. Similar findings have also been reported in the literature, including reports of elevated endogenous antioxidants, particularly glutathione, in PPA-administered rats (El-Ansary et al., 2012). It has been reported that PPA impairs mitochondrial function and increases ROS production, while the antioxidant defense system is activated in response (MacFabe, 2012).

It has been shown that the increase in TAS levels in the PPA-induced autism model represents a compensatory response against oxidative stress (Erten, 2021). It has been reported that the elevation of TAS levels under oxidative stress conditions originates from a compensatory mechanism, and that this increase does not provide protection at the behavioral or cellular level (Kılıç et al., 2025), It has also been reported by other researchers and shows parallelism with the results obtained in our study.
In our study, despite the elevated TAS levels, the persistence of behavioral impairments indicates that this compensatory response was insufficient. In the A+OO group, however, the significant decrease in TOS values and the sustained high TAS levels demonstrate that EVOO maintained oxidative balance. These results support the oxidative stress–reducing effects of olive oil polyphenols.
In one study, it was shown that oleuropein and hydroxytyrosol activate the nuclear factor erythroid 2–related factor 2/antioxidant response element pathway, thereby increasing the expression of endogenous antioxidant enzymes (superoxide dismutase, catalase, and glutathione peroxidase), and reduce inflammation by suppressing the nuclear factor kappa-B signaling pathway (Boronat et al., 2023). Another study reported that olive oil administration reduced oxidative stress markers and decreased neuroinflammation (Gonçalves et al., 2024).
The reciprocal interaction between the gut microbiota and the brain is being increasingly recognized as a key factor in the pathogenesis of ASD. The gut-derived production of (SCFAs) such as PPA can cross the blood–brain barrier and affect CNS (MacFabe, 2012). It has been shown that polyphenols positively shape the gut microbiota, regulate the production of (SCFAs), and thereby support brain functions. Olive oil polyphenols have been reported to exert neuroprotective effects through modulation of the gut microbiota and the gut–brain axis (Garrido-Romero et al., 2025). It has been suggested that natural antioxidants may improve behavioral symptoms in ASD by modulating the gut–brain axis. (Pangrazzi et al., 2020).

CONCLUSION

The results obtained in our study indicate that olive oil polyphenols not only restore biochemical balance but also ameliorate behavioral impairments. This finding highlights the translational value of nutrition-based supportive therapies in ASD. In conclusion, our study showed that the phenolic components of EVOO alleviated the behavioral and biochemical disturbances induced by PPA. The results indicate that polyphenols from olive oil could act as adjunctive pharmacological candidates in ASD management.
This study is limited by the relatively small sample size and the absence of histological validation. In the future, studies with larger sample sizes and detailed evaluations of biochemical and histopathological parameters are planned.

REFERENCES

Alabdali, A. N. 2025. "Effects of GABA Supplementation on Grooming Behavior and Social Interaction in a Propionic Acid-Induced Rat Model of Autism", International Journal for Autism Challenges & Solution, 2(1), 4-11.

Alonazi, M., Ben Bacha, A., Al Suhaibani, A., Almnaizel, A. T., Aloudah, H. S.,El-Ansary, A. 2022. "Psychobiotics improve propionic acid-induced neuroinflammation in juvenile rats, rodent model of autism", Translational Neuroscience, 13(1), 292-300.

Barbalace, M. C., Zallocco, L., Beghelli, D., Ronci, M., Scortichini, S., Digiacomo, M., Macchia, M., Mazzoni, M. R., Fiorini, D.,Lucacchini, A. 2021. "Antioxidant and neuroprotective activity of extra virgin olive oil extracts obtained from Quercetano cultivar trees grown in different areas of the Tuscany region (Italy)", Antioxidants, 10(3), 421.

Boronat, A., Serreli, G., Rodríguez-Morató, J., Deiana, M.,De la Torre, R. 2023. "Olive oil phenolic compounds' activity against age-associated cognitive decline: clinical and experimental evidence", Antioxidants, 12(7), 1472.

Cheroni, C., Caporale, N.,Testa, G. 2020. "Autism spectrum disorder at the crossroad between genes and environment: contributions, convergences, and interactions in ASD developmental pathophysiology", Molecular autism, 11(1), 69.

Cui, M., Ni, Q.,Wang, Q. 2023. "Review of intervention methods for language and communication disorders in children with autism spectrum disorders", PeerJ, 11, e15735.

El-Ansary, A. K., Bacha, A. B.,Kotb, M. 2012. "Etiology of autistic features: the persisting neurotoxic effects of propionic acid", Journal of neuroinflammation, 9(1), 74.

Erten, F. 2021. "Lycopene ameliorates propionic acid-induced autism spectrum disorders by inhibiting inflammation and oxidative stress in rats", Journal of food biochemistry, 45(10), e13922.

Garrido-Romero, M., Díez-Municio, M.,Moreno, F. J. 2025. "Exploring the Impact of Olive-Derived Bioactive Components on Gut Microbiota: Implications for Digestive Health", Foods, 14(14), 2413.

Gonçalves, M., Vale, N.,Silva, P. 2024. "Neuroprotective effects of olive oil: A comprehensive review of antioxidant properties", Antioxidants, 13(7), 762.

Kamalmaz, N., Bacha, A. B., Alonazi, M., Albasher, G., Khayyat, A. I. A.,El-Ansary, A. 2023. "Unveiling sex-based differences in developing propionic acid-induced features in mice as a rodent model of ASD", PeerJ, 11, e15488.

Khayyat, A. I. A., Alabdali, A. N., Alonazi, M., Alzahrani, A. A., Al-Shehri, E.,Ben Bacha, A. 2025. "Luteolin mitigates oxidative stress and multi-organ impairment in a propionic acid-induced rodent model of autism", Frontiers in Nutrition, 12, 1583119.

Kılıç, K. D., Garipoğlu, G., Çakar, B., Uyanıkgil, Y.,Erbaş, O. 2025. "Antioxidant-Effective Quercetin Through Modulation of Brain Interleukin-13 Mitigates Autistic-Like Behaviors in the Propionic Acid-Induced Autism Model in Rats", Journal of Neuroimmune Pharmacology, 20(1), 1-16.

Korteniemi, J., Karlsson, L.,Aatsinki, A. 2023. "Systematic review: Autism spectrum disorder and the gut microbiota", Acta Psychiatrica Scandinavica, 148(3), 242-54.

Leigh, J. P.,Du, J. 2015. "Brief report: Forecasting the economic burden of autism in 2015 and 2025 in the United States", Journal of autism and developmental disorders, 45(12), 4135-9.

Lord, C., Elsabbagh, M., Baird, G.,Veenstra-Vanderweele, J. 2018. "Autism spectrum disorder", The lancet, 392(10146), 508-20.

MacFabe, D. F. 2012. "Short-chain fatty acid fermentation products of the gut microbiome: implications in autism spectrum disorders", Microbial ecology in health and disease, 23(1), 19260.

Pangrazzi, L., Balasco, L.,Bozzi, Y. 2020. "Natural antioxidants: a novel therapeutic approach to autism spectrum disorders?", Antioxidants, 9(12), 1186.

Papadopoulou, P., Polissidis, A., Kythreoti, G., Sagnou, M., Stefanatou, A.,Theoharides, T. C. 2024. "Anti-inflammatory and neuroprotective polyphenols derived from the European olive tree, Olea Europaea L., in long COVID and other conditions involving cognitive impairment", International journal of molecular sciences, 25(20), 11040.

Qin, L., Wang, H., Ning, W., Cui, M.,Wang, Q. 2024. "New advances in the diagnosis and treatment of autism spectrum disorders", European Journal of Medical Research, 29(1), 322.

Salari, N., Rasoulpoor, S., Rasoulpoor, S., Shohaimi, S., Jafarpour, S., Abdoli, N., Khaledi-Paveh, B.,Mohammadi, M. 2022. "The global prevalence of autism spectrum disorder: a comprehensive systematic review and meta-analysis", Italian journal of pediatrics, 48(1), 112.

Srikantha, P.,Mohajeri, M. H. 2019. "The possible role of the microbiota-gut-brain-axis in autism spectrum disorder", International journal of molecular sciences, 20(9), 2115.

Thoma, C., Papachristou, A.,Wozniak, G. 2023. "High Phenolic Extra Virgin Olive Oil Influences the Gut-brain Axis in Individuals Diagnosed with Autism Spectrum Disorder", Journal of Psychology & Behavior Research, 5, p6.

Thomas, R. H., Meeking, M. M., Mepham, J. R., Tichenoff, L., Possmayer, F., Liu, S.,MacFabe, D. F. 2012. "The enteric bacterial metabolite propionic acid alters brain and plasma phospholipid molecular species: further development of a rodent model of autism spectrum disorders", Journal of neuroinflammation, 9(1), 153.

Xiong, Y., Chen, J.,Li, Y. 2023. "Microglia and astrocytes underlie neuroinflammation and synaptic susceptibility in autism spectrum disorder", Frontiers in Neuroscience, 17, 1125428.

FARE KAN DOKUSUNA VİTAMİN C VE DEMİR OKSİT NANOPARTİKÜLLERİN ETKİSİ

Sibel YAĞLI
Çukurova University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, Sarıçam, Adana, Türkiye
ORCİD: ID/0009-0001-9201-4391

Prof. Dr. Hikmet Yeter ÇOĞUN
Çukurova University, Ceyhan Faculty of Veterinary Medicine, Department of Basic Sciences, Sarıçam, Adana, Türkiye
ORCİD: ID/0000-0001-6559-4397

ÖZET
Nanoteknolojik gelişmeler ve özellikle endüstri, tıp ve kozmetik gibi alanlardaki çeşitli kullanımları nedeniyle çok fazla endişe uyandıran hızla büyüyen bir alandır. Bu nedenle, bu nanoteknolojik malzemelerin olası insan, hayvan ve çevre sağlığı etkilerini araştırmaya acil ihtiyaç vardır. Çalışmamızda demir oksit nanopartiküllerinin (FeO NPs) (5.0 mg/kg) ve Vitamin C'nin (5.0 mg/kg) ve bunların karışımlarının etkisi Swiss albino farelerinde gavaj yöntemiyle 10 gün boyunca incelenmiştir. Süre sonunda fare kan örnekleri (ALT, AST, Total Protein ve Kreatin) spektrofotometrik yöntemlerle analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak, incelenen tüm parametreleri (ALT, AST, Total prot. ve Kreatin) etki süresi sonunda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak artma göstermiş, karışım etkisinde ise önemli azalmalar gözlenmiştir. Vitamin c çalışmamızda önemli bir koruyucu etki yaptığı gözlenmiştir.
Anahtar kelime: Fare, Demir oksit, Kan, Vitamin C

EFFECT OF VITAMIN C AND IRON OXIDE NANOPARTICLES ON MOUSE BLOOD TISSUE

ABSTRACT
Nanotechnological advancements, particularly their diverse applications in industry, medicine, and cosmetics, are a rapidly growing field that raises significant concerns. Therefore, there is an urgent need to investigate the potential human, animal, and environmental health impacts of these nanotechnological materials. In our study, the effects of iron oxide nanoparticles (FeO NPs) (5.0 mg/kg), vitamin C (5.0 mg/kg), and their mixtures were investigated in Swiss albino mice via gavage for 10 days. At the end of the study, mouse blood samples (ALT, AST, Total Protein, and Creatinine) were analyzed spectrophotometrically. Consequently, all parameters examined (ALT, AST, Total Protein, and Creatinine) showed statistically significant increases compared to the control group at the end of the treatment period, while significant decreases were observed in the effect of the mixture. Vitamin C was observed to have a significant protective effect in our study.
Keywords: Mouse, Blood, Iron Oxide, Vitamin C

Giriş
Nanoteknolojinin kullanım alanları arasına tıp, endüstri ve biyoteknoloji girmesiyle birlikte metal oksit nanopartiküllerin biyolojik sistemlerle etkileşimleri önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir (Mu vd., 2014). Özellikle demir oksit nanopartiküller (FeNPs)'nin kullanım alanları, manyetik rezonans görüntülemede (MRI), hedeflenmiş ilaç taşıma sistemleri, hipertermi tedavileri ve biyosensör uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Elahi ve Rizwan 2021).
Bununla birlikte, bu nanopartiküllerin artan kullanımına bağlı olarak, biyouyumlulukları ve potansiyel toksik etkileri konusunda endişeler git gide artmaktadır (Gautam ve van Veggel 2013). Hayvan çalışmalarında FeONP'lerin, hematolojik parametrelerde değişikliklere, oksidatif stresin artmasına ve lipid peroksidasyonunun yükselmesine yol açtığı; ayrıca bağışıklık yanıtını etkileyebildiği birçok araştırıcı tarafından bildirilmiştir (Gautam ve van Veggel 2013; Gaharwar vd., 2020; Kumar vd., 2022). Demir oksit nanopartiküllerinin biyolojik etkileri, sadece toksisite yönünden değil, aynı zamanda terapötik potansiyelleri açısından da dikkat çekmektedir (Malhotra vd., 2020). Son yapılan çalışmalarda,

özellikle askorbik asit (vitamin C) ile birlikte kullanıldığında bu nanopartiküllerin Fenton reaksiyonu aracılığıyla hücre içi reaktif oksijen türleri (ROS) üreterek sitotoksisite oluşturabileceği gösterilmiştir (Chakraborty ve Jana 2017; Pal ve Jana 2020).
Vitamin C'nin yüksek dozlarda hidrojen peroksit üretimi yoluyla kanser hücrelerine karşı toksik etki oluşturabileceği bilinmekle birlikte, fizyolojik sınırlamalar nedeniyle tek başına terapötik kullanımı hakkında çalışmalar az sayıdadır (Maramag vd., 1997). Ancak demir oksit nanopartiküller ile kombine edildiğinde, farmakolojik olarak ulaşılabilir dozlarda (0,1–1,0 mM) dahi etkin ROS üretimi ve seçici tümör hücresi öldürülmesi sağlanabilmektedir (Huang vd., 2013).
Dolayısıyla, demir oksit nanopartiküllerinin vitamin C gibi redoks-aktif bileşiklerle etkileşimini anlamak; toksisite, antioksidan savunma ve hedeflenmiş tedavi potansiyellerini değerlendirmek, hem güvenlik hem de etkinlik açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı, demir oksit nanopartiküllerinin (FeO NPs) biyolojik sistemlerdeki etkilerini, askorbik asit (vitamin C) ile kombinasyon halinde oluşturdukları sinerjistik mekanizmaları ve bunların olası fare kan dokusundaki biyokimyasal parametrelere etkilerini değerlendirmektir.

Materyal ve Yöntem
Deneyde kullanacak Swiss Albino fareler Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Deney Hayvanları Araştırma Merkezinden (SABİDAM) sağlanmıştır. Bu hayvanlar laboratuvar deney ortamlarına adapte olmaları için plastik kafeslerde (30x15x30 cm yüksekliklerinde) ortalama ağırlıkları 30±1 g oluncaya kadar tutulmuştur ve her gün fare yemi (1,5 g/fare) ve su ile beslenmiştir.
Çalışmamızda 24 fare dört (4) gruba ayrılmıştır. Birinci grupta normal besinle beslenen ve hiçbir kimyasal verilmeyen kontrol grubu olacak şekilde, ikinci grupta FeO NPs (5.0 mg/L/kg/gün), üçüncü grupta Vitamin C (5.0 mg/L/kg/gün) derişimleri ve son grupta ise karışım (5.0 mg/L/kg/gün FeO NPs + 5.0 mg/L/kg/gün Vitamin C) derişimleri verilmiş ve her grupta 6 şar fare (2fare x3 tekrar) olacak şekilde 24 fare kullanılmıştır.

I. Grup: Kontrol
II. Grup: Gavaj FeO NPs (5.0 mg/L/kg/gün)
III. Grup: Gavaj Vitamin C (5.0 mg/L/kg/gün)
IV. Grup: Karışım (5.0 mg/L/kg/gün FeO NPs + 5.0 mg/L/kg/gün Vitamin C)

Belirlenen 10 gün deney süresinin sonunda, fareler anestezik bir ajanla anestezi yapılacak ve kan dokuları dikkatlice alınmıştır. Alınan kan dokuları 4000 g de 15 dakika santrifüj edilmiş ve serum örnekleri Ç.Ü. Balcalı Hastanesi Merkez Laboratuvarında ALT, AST, Total Protein ve Kreatin düzeyleri spektrofotometrik yöntemle analizleri yapılmıştır.
Verilerin Analizi, Deneylerden elde edilen verilerin istatistik analizleri " Regresyon analizi ve Student-Newman Keuls Test (SNK)" testleri uygulanarak yapılacaktır (Rohlf ve Sokal, 1969; Sokal ve Rohlf, 1969).

Bulgular ve Tartışma
Deney ortamında 10. gün süre sonunda fare ölümleri gözlenmemiş ve deneyler boyunca farelerin hareketlerinde, beslenmelerinde ve dış görünüşlerinde bir değişiklik gözlenmemiştir. Süre sonunda fare kan dokusu biyokimyasal değerler tablo1 de verilmiştir.

	ALT (U/L)		AST (U/L)		Total Protein (g/dL)		Kreatin (mg/dL)	
Kontrol	35.01±1.12	**a**	85.0±2.22	**a**	5.25±0.12	**a**	0.11±0.01	**a**
C vit	92.1±2.11	**b**	165±4.12	**b**	6.41±0.12	**b**	0.22±0.01	**b**
FeO	212± 3.00	**c**	322±5.11	**c**	8.66±0.15	**c**	0.35±0.02	**c**
Karışım	85.01±3.44	**b**	112±5.22	**d**	6.00±0.10	**b**	0.19±0.01	**b**

Tablo 1. Fare kan dokusunda 10. gün süre sonunda biyokimyasal parametreler

Canlıların karaciğer hepatosit sitoplazmada bulunan ALT ve AST, karaciğer hücre hasarının en önemli serum enzim göstergeleridir (Drotman ve Lawhorn 1978). Bu kan enzimleri hepatositler hasar gördüğünde sitoplazmada bulunan bu enzimler kana salınır. Çalışmamızda ALT ve AST düzeylerinde artmalar gözlenmiş karışımda ise vitamin C ve FeO NPs etkisine oranla azalma gözlenmiştir. Yükselen ALT ve AST, hepatoselüler nekroz veya dejenerasyonun habercisi olduğu ve deneysel karaciğer hasarı modellerinde karaciğer fonksiyon bozukluğunu değerlendirmesinde çokça kullanılmaktadır. Çalışmamızda da yükselen bu düzeylerin vitamin c ile birlikte sinerjik etki yaptığı düşünülmektedir. Benzer çalışmada Xiaoqiang vd., (2011) yaptıkları çalışmada da vitamin c nin koruyucu etkisinin olduğu saptanmıştı.

Kan serumda albümin ve globulinlerin toplamını ifade eder total protein önemli bir kan belirteçlerindendir (Bushar 1990). Ayrıca total proteinler karaciğer sentez kapasitesi ve beslenme durumunun bir göstergesidir (Schreiber vd., 1971). Çalışmamızda total protein düzeylerinde önemli artışlar gözlenmiş, karışım etkisinde ise yalnız etkiye oranla azalma göstermiştir. Total protein düzeylerinin yükselmesi kronik inflamasyon, dehidratasyon veya multipl miyelom gibi durumlar söz konusu olabilmektedir. Çalışmamızda vitamin c nin etkisi ile FeO sinerjik etkisinin olduğu düşünülmektedir.

Kreatin, kaslarda ATP üretimini destekleyen ve kaslarda enerji deposu olarak fosfokreatin formuna dönüşür (Clark 1997). Çalışmamızda kreatin düzeylerinde önemli artışlar gözlenmiş, karışım etkisinde ise yalnız etkiye oranla azalma göstermiştir. Kan dokusunda bu değişiklikler kas yıkımı, böbrek fonksiyonları ve enerji metabolizmaları hakkında etkilerin olduğunu göstermektedir (Wyss ve Kaddurah-Daouk 2000). Çalışmamızda kreatinin düzeyinin karışımda azalması vitamin c nin böbrek dokusunda nefroprotektif (böbrek koruyucu) rol oynadığını düşünülmektedir.

Sonuç olarak, demir oksit nanopartiküllerinin (FeO NPs) biyolojik sistemlerdeki etkileri, askorbik asit (vitamin C) ile kombinasyon halinde oluşturdukları sinerjistik mekanizmaları ve bunların olası fare kan dokusundaki biyokimyasal parametrelere etkilerini olduğu saptanmıştır. Özellikle vitamin C, fare kan dokusunda seçilen biyokimyasal parametreler üzerine koruyucu etki yaptığı gözlenmiştir.

KAYNAKLAR

Busher, J. T. (1990). Serum albumin and globulin. Clinical methods: The history, physical, and laboratory examinations, 3, 497-499.

Chakraborty, A., & Jana, N. R. (2017). Vitamin C-conjugated nanoparticle protects cells from oxidative stress at low doses but induces oxidative stress and cell death at high doses. ACS applied materials & interfaces, 9(48), 41807-41817.

Clark, J. F. (1997). Creatine and phosphocreatine: a review of their use in exercise and sport. Journal of athletic training, 32(1), 45.

Drotman, R. B., & Lawhorn, G. T. (1978). Serum enzymes as indicators of chemically induced liver damage. Drug and chemical toxicology, 1(2), 163-171.

Duruibe, J. O., Ogwuegbu, M. O. C., & Egwurugwu, J. N. (2007). Heavy metal pollution and human biotoxic effects. International Journal of physical sciences, 2(5), 112-118.

Elahi, N., & Rizwan, M. (2021). Progress and prospects of magnetic iron oxide nanoparticles in biomedical applications: A review. Artificial Organs, 45(11), 1272-1299.

Gaharwar, U. S., Kumar, S., & Rajamani, P. (2020). Iron oxide nanoparticle-induced hematopoietic and immunological response in rats. RSC advances, 10(59), 35753-35764.

Gautam, A., & van Veggel, F. C. (2013). Synthesis of nanoparticles, their biocompatibility, and toxicity behavior for biomedical applications. Journal of Materials Chemistry B, 1(39), 5186-5200.

Huang, G., Chen, H., Dong, Y., Luo, X., Yu, H., Moore, Z., ... & Gao, J. (2013). Superparamagnetic iron oxide nanoparticles: amplifying ROS stress to improve anticancer drug efficacy. Theranostics, 3(2), 116.

Kumar, M., Gupta, G., Muhammed, N. P., R, K., Varghese, T., Srivastava, P. P., ... & Gupta, S. (2022). Toxicity ameliorative effect of vitamin E against super-paramagnetic iron oxide nanoparticles on haemato-immunological responses, antioxidant capacity, oxidative stress, and metabolic enzymes activity during exposure and recovery in Labeo rohita fingerlings. Aquaculture International, 30(4), 1711-1739.

Malhotra, N., Lee, J. S., Liman, R. A. D., Ruallo, J. M. S., Villaflores, O. B., Ger, T. R., & Hsiao, C. D. (2020). Potential toxicity of iron oxide magnetic nanoparticles: a review. Molecules, 25(14), 3159.

Maramag, C., Menon, M., Balaji, K. C., Reddy, P. G., & Laxmanan, S. (1997). Effect of vitamin C on prostate cancer cells in vitro: effect on cell number, viability, and DNA synthesis. The Prostate, 32(3), 188-195.

Mu, Q., Jiang, G., Chen, L., Zhou, H., Fourches, D., Tropsha, A., & Yan, B. (2014). Chemical basis of interactions between engineered nanoparticles and biological systems. Chemical reviews, 114(15), 7740-7781.

Pal, S., & Jana, N. R. (2020). Pharmacologic vitamin C-based cell therapy via iron oxide nanoparticle-induced intracellular Fenton reaction. ACS Applied Nano Materials, 3(2), 1683-1692.

Rohlf, J. F. and Sokal, R. R. (1969). Statistical Tables. W. H. Fremon and Company, San Francisco. 253 pp.

Schreiber, G., Urban, J., Zähringer, J., Reutter, W., & Frosch, U. (1971). The secretion of serum protein and the synthesis of albumin and total protein in regenerating rat liver. Journal of Biological Chemistry, 246(14), 4531-4538.

Sokal, R. R. and Rohlf, J. F. (1969). "Biometry" W. H. And Freeman and Company, San Francisco. 776 pp.

Wyss, M., & Kaddurah-Daouk, R. (2000). Creatine and creatinine metabolism. Physiological reviews, 80(3), 1107-1213.

Xiaoqiang, G., Wenjie, L., Qiliang, X., Hui, D., Caiyun, Z., Yanzhong, C., & Xianglin, D. (2011). Vitamin C protective role for alcoholic liver disease in mice through regulating iron metabolism. Toxicology and industrial health, 27(4), 341-348.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

ÇEŞİTLİ ÖN İŞLEM TEKNİKLERİYLE KENEVİR SELÜLOZUNDA YAPISAL DEĞİŞİKLİKLER

Doç. Dr. Nesrin KORKMAZ
Yozgat Bozok Üniversitesi, Kenevir Araştırmaları Enstitüsü, Temel Bilimler ve Sağlık Bölümü, Yozgat, Türkiye
ORCİD: ID/0000-0002-7896-1042

Dr. Attia HAMİD
Government College University, Dr. Ikram-ul-Haq Institute of Industrial Biotechnology, Lahore, Pakistan
ORCİD: ID/0000-0001-8296-4791

Prof. Dr. Ahmet KARADAĞ
Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Bursa, Türkiye
ORCİD: ID/ 0000-0003-4676-683X

Öğr. Gör. Özgenur Dinçer ŞAHAN
Yozgat Bozok Üniversitesi, Kenevir Araştırmaları Enstitüsü, Malzeme ve Enerji Bölümü, Yozgat Türkiye
ORCİD: ID/0000-0002-2598-4865

ÖZET

Endüstriyel kenevir, *Cannabinaceae* familyasına ait olan ve gıda, inşaat, sağlık, tekstil, kağıt, enerji gibi çeşitli uygulama alanı bulunan tek yıllık otsu bir bitkidir. Kenevirin daha az miktarda su ile yetiştirilebilmesi, tarımsal ilaçlara neredeyse ihtiyaç duymaması, karbondioksit-nötr bir malzeme olması, yenilenebilir ve sürdürülebilir bir ürün olması, kullanım sonrası doğada atık oluşturmaması ve kısa zamanda çok yüksek miktarda biyokütle oluşturması kenevir üzerindeki ilgiyi oldukça arttırmıştır. Kenevir bitkisinin hücre duvarı selüloz, hemiselüloz, lignin ve pektin gibi yapılardan oluşmaktadır. Endüstriyel birçok uygulama alanları için başta kenevir bitkisi olmak üzere lignoselülozik biyokütle kullanımındaki en zorlu süreçlerden biri, selüloza çapraz bağlarla bağlı olan zorlu lignin yapısını biyokütleden uzaklaştırmaktır. Selüloz uzun makromolekül zincirleri olduğu için pek çok sektörde tercih edilmektedir. Ligninin biyokütleden uzaklaştırılması için literatürde pek çok ön arıtım teknikleri mevcuttur. Yapılan bu çalışmada Narlısaray popülasyonu endüstriyel kenevir bitkisinin nem miktarı %10.25 kül miktarı %3.45 ve lignin tayini %39 olarak belirlenmiştir. Ham kenevir liflerine fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal ön işlemi uygulaması yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada kenevir liflerine fiziksel muamele için mekanik parçalama ve mikrodalga yöntemleri uygulanmıştır. Kimyasal muamele için alkali ön işlem aşamasında liflere ayrı ayrı %2 konsantrasyonunda NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$, CaO kimyasalları ile ön işlem yöntemleri yapılmıştır. Asit ön işlem aşamaları ise HCl, H_2SO_4 ve HNO_3 kimyasalların farklı derişimlerinin kullanılması ile yapılmıştır. Fizikokimyasal ön işlem yönteminde ise farklı sıcaklık ve sürelerde sıcak su ön muamelesi yapılmıştır. Uygulanan ön işlemler ile lignin giderimini tespit edebilmek için ön işlem öncesi ve sonrası biyokütlelerin FTIR spektrum analizi ile birlikte taramalı elektron mikroskobu SEM analizi ve EDX analizi yapılmıştır. Sonuç olarak uygulanan tüm ön işlemlerde lignin giderimi gerçekleşmiştir.En etkin lignin giderimi asit ön işleminde %2 HCl'de alkali ön işlemde %2 $Ca(OH)_2$'de sıvı sıcak su ön işleminde 120°C 30 dk'da gözlemlenmiştir.

Bu çalışma Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından **1153 ID li, FKA-2023-1153** nolu proje kapsamında desteklenmiştir. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederiz.

Anahtar kelimeler: Endüstriyel kenevir, lignoselülozik biyokütle, ön işlem

STRUCTURAL ALTERATIONS IN HEMP CELLULOSE VIA VARIOUS PRETREATMENT TECHNIQUES

ABSTRACT

Industrial hemp is an annual herbaceous plant belonging to the Cannabinaceae family and has a variety of applications, including food, construction, healthcare, textiles, paper, and energy. Hemp's ability to be grown with less water, its near-free use of pesticides, its carbon dioxide-neutral nature, its renewable and sustainable nature, its lack of post-consumer waste, and its rapid biomass production have significantly increased interest in hemp. The hemp plant's cell wall is composed of structures such as cellulose, hemicellulose, lignin, and pectin. One of the most challenging processes in utilizing lignocellulosic biomass, particularly hemp, for many industrial applications is removing the difficult lignin structure, which is cross-linked to cellulose. Cellulose, with its long macromolecular chains, is preferred in many sectors. Numerous pretreatment techniques exist in the literature for the removal of lignin from biomass. In this study, the moisture content of industrial hemp plants (Cannabis Sativa L.) from the Narlısaray population was determined as 10.25%, ash content as 3.45%, and lignin as 39%. Raw hemp fibers were subjected to physical, chemical, and physicochemical pretreatments. In this study, mechanical shredding and microwave methods were applied for physical treatment of hemp fibers. For chemical treatment, in the alkaline pretreatment stage, the fibers were pretreated separately with 2% concentrations of NaOH, KOH, Ca(OH)2, and CaO. Acid pretreatment stages were carried out using different concentrations of HCl, H2SO4, and HNO3. In the physicochemical pretreatment method, hot water pretreatment was performed at different temperatures and durations. To determine lignin removal by the applied pretreatments, FTIR spectrum analysis, scanning electron microscope SEM analysis, and EDX analysis were performed on the biomass before and after the pretreatment. As a result, lignin removal was achieved in all applied pretreatments. The most effective lignin removal was observed in the acid pretreatment with 2% HCI, in the alkaline pretreatment with 2% Ca(OH)2, and in the liquid hot water pretreatment at 120°C for 30 minutes.

Keywords: Industrial hemp, lignocellulosic biomass, pretreatment

This study was supported by the Scientific Research Projects Unit of Yozgat Bozok University under project **ID 1153, number FKA-2023-1153**. We thank the Scientific Research Projects Unit.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

BIOCHEMICAL IMPORTANCE OF CYTOKINES, CLINICAL APPLICATIONS, AND THERAPEUTIC DIRECTIONS

Halil AYVAZOĞLU
Institute of Health Sciences, Kafkas University, Kars, Türkiye
ORCID ID: 0009-0002-5732-1684

Prof. Dr. Oğuz MERHAN
Department of Biochemistry, Faculty of Veterinary, Kafkas University, Kars, Türkiye,
ORCID ID: 0000-0002-3399-0667

ABSTRACT
Cytokines are low molecular weight glycoproteins that facilitate intercellular communication and are key regulators of the immune response and tissue homeostasis. Intracellular signals (pathogen-associated molecular patterns 'PAMP', damage-associated molecular patterns 'DAMP' etc.) activate nuclear factor kappa B (NF-κB), activator protein (AP)-1, and interferon regulatory factor (IRF) family transcription factors, thereby initiating the transcription of cytokine genes. Subsequently, post-translational modifications (glycosylation, phosphorylation) and inflammation-dependent enzymatic cleavage lead to the formation of the mature form. After release, cytokines coordinate cellular processes such as inflammation, apoptosis, proliferation, and repair by triggering signaling cascades such as janus kinase-signal transducer and activator of transcription (JAK-STAT), mitogen-activated protein kinase (MAPK), and NF-κB. The balance between pro- and anti-inflammatory cytokines plays a critical role in controlling the acute response and preventing chronic inflammation. Quantitative measurements are performed using ELISA, Luminex, and flow cytometry methods in clinical and veterinary applications; therapeutic success is achieved with molecularly targeted agents such as infliximab, tofacitinib, and filgrastim. In the future, it is assumed that more specific modulation of cytokine functions using nano-carrier systems and in silico docking approaches will open up new possibilities for personalized treatments.
Keywords: Cytokine, Inflammation, JAK-STAT

SİTOKİNLERİN BİYOKİMYASAL ÖNEMİ, KLİNİK UYGULAMALAR VE TERAPÖTİK YÖNELİMLER

ÖZET
Sitokinler hücreler arası haberleşmeyi sağlayan, düşük molekül ağırlıklı glikoproteinler olarak bağışıklık yanıtının ve doku homeostazının temel düzenleyicileridir. Hücre içi uyarılar (patojen ilişkili moleküler örüntü 'PAMP', hasar ilişkili moleküler örüntü 'DAMP' vb.) toll benzeri reseptör (TLR)'leri aracılığıyla nükleer faktör kappa B (NF-κB), aktivatör protein (AP)-1 ve interferon düzenleyici faktörler (IRF) aile transkripsiyon faktörlerini aktive ederek sitokin genlerinin transkripsiyonunu başlatır. Ardından, post-translasyonel modifikasyonlar (glikozilasyon, fosforilasyon) ve inflamasyon-bağımlı enzimatik bölünme ile olgun form oluşur. Salınım sonrası sitokinler, janus kinaz-sinyal dönüştürücü transkripsiyon aktivatörü (JAK-STAT), mitojenler tarafından aktive edilen protein kinaz (MAPK) ve NF-κB gibi sinyal iletim kaskadlarını tetikleyerek inflamasyon, apoptoz, proliferasyon ve onarım gibi hücresel süreçleri koordine etmektedir. Pro- ve anti-inflamatuar sitokinlerin dengesi, akut yanıtın kontrolü ve kronik inflamasyonun önlenmesinde kritik rol oynar. Klinik ve veteriner uygulamalarda ELISA, Luminex ve flow-sitometri yöntemleriyle kantitatif ölçüm yapılmakta; infliximab, tofacitinib ve filgrastim gibi moleküler hedefe yönelik ajanlarla terapötik başarı sağlanmaktadır. Gelecekte, nano-taşıyıcı sistemler ve in silico docking yaklaşımlarıyla sitokin fonksiyonlarının daha spesifik biçimde modülasyonu, kişiselleştirilmiş tedavilere yeni olasılıklar ortaya çıkacağı varsayılmaktadır.
Anahtar Kelimeler: İnflamasyon, JAK-STAT, Sitokin

1. GİRİŞ

Sitokinler, esas olarak immün hücreler tarafından üretilebilen, ancak ihtiyaç halinde endotel, fibroblast ve epitel hücreleri tarafından da salgılanabilen, 5-30 kDa arası moleküler ağırlığa sahip protein ve glikoproteinlerdir. Adlandırmaları (interlökin, interferon, tümör nekroz faktör vb.) fonksiyon veya keşfedilme kronolojisine dayanmaktadır. Fakat bu durum sınıflandırmayı zaman zaman karmaşıklaştırmaktadır (Dinarello 2000). Öte yandan, yapı ve reseptör bağlanma motiflerindeki homolojilere göre alt gruplandırmalar yapılmaktadır. Sitokinlerin en temel işlevi, hücrelerarası haberleşmeyi sağlayarak doku homeostazını, inmün yanıtı ve onarım mekanizmalarını koordine etmektir.

2. SİTOKİN SINIFLANDIRMASI VE BİYOSENTEZİ

2.1. Sınıflandırma

2.1.1. İnterlökinler (IL): Birçok hücre tipinden salgılanır; bağışıklık hücreleri arasındaki iletişimi düzenler (IL-1'den IL-40'a kadar) (Garlanda ve Mantovani 2013).
2.1.2. İnterferonlar (IFN): Antiviral yanıtın temel düzenleyicileridir (tip I: IFN-α/β; tip II: IFN-γ; tip III: IFN-λ).
2.1.3. Tümör Nekroz Faktörleri (TNF): Nekroz ve apoptoz süreçlerinde rol oynar; TNF-α en iyi karakterize edilendir.
2.1.4. Koloni Stimüle Edici Faktörler (CSF): Hematopoetik hücre gelişimini yönlendirir (GM-CSF, G-CSF).

2.2. Biyosentezi

Sitokinler, gen ekspresyonu ve post-transkripsiyonel düzenleme düzeyinde sıkı kontrol altındadır. İnflamatuar uyarılar (lipopolisakkarit (LPS), viral RNA, komplement ürünleri) hücre membranındaki TLR ailesini aktive ederek NF-κB, AP-1 ve IRF gibi ana transkripsiyon faktörlerini çekirdek içine taşır ve sitokin gen promotörlerine bağlanmasını sağlar (Medzhitov 2001). Örneğin, IL-1β üretimi pro-IL-1β sentezi ve inflamasyon aracılı konvertaz aktivasyonu olmak üzere 2 aşamalıdır. Bu sıkı regülasyon, aşırı inflamasyonun önüne geçerken gerektiğinde hızlı sitokin cevabı oluşturmayı mümkün kılar.

3. SİNYAL İLETİM YOLLARI

Sitokin reseptörleri, yapılarına göre tip I-IV reseptör ailelerine ayrılır.

- **Tip I/II reseptörler (Hemopoietik reseptörler):** JAK/STAT yolunu kullanır. Sitokin bağlanması JAK'ların fosforilasyonuna yol açar ve böylece STAT proteinlerinin dimerizasyonu ve nükleer translokasyonunu tetikler (O'Shea ve Plenge 2012).
- **TNF reseptör ailesi:** Ölüm alanı (death domain) içerir; hücre içi adaptör proteinler (TRADD, FADD) ile kompleks oluşturarak NF-κB, MAPK ve apoptotik kaskadları aktive eder.
- **TGF-β reseptörleri:** SMAD proteinleri üzerinden sinyal iletir; doku onarımı ve fibroziste kritik rol oynar.

4. SİTOKİNLERİN HÜCRESEL VE SİSTEMİK FONKSİYONLARI

4.1. İnflamasyon ve Bağışıklık

Sitokinler, hem akut hem kronik inflamasyon süreçlerinde hem pro- hem de anti-inflamatuar roller üstlenir. Örneğin;

- **Proinflamatuar:** TNF-α, IL-1β, IL-6 (Ateş, vasküler geçirgenlik artışı).
- **Antiinflamatuar:** IL-10, TGF-β (Makrofaj aktivasyonunu baskılar, doku onarımını teşvik eder) (Moore ve ark. 2001).

4.2. Doku Onarımı ve Fibrozis

TGF-β, PDGF ve IL-4/IL-13 gibi sitokinler fibrozis ve yara iyileşmesinde fibroblast proliferasyonu, ekstrasellüler matriks sentezini yönlendirir. Dengesiz aktivasyon, patolojik fibrozise yol açabilir (Karaciğer sirozu gibi).

4.3. Hematopoez

G-CSF ve GM-CSF, miyeloid seride farklılaşmayı uyararak nötrofil ve monosit üretimini hızlandırır. Kemoterapi sonrası nötropeni yönetiminde bu CSF'ler klinik olarak yaygın kullanılır.

5. KLİNİK UYGULAMALAR VE TERAPÖTİK YÖNELİMLER

5.1. Onaylanmış Sitokin Ajanları

- **Rekombinant G-CSF (filgrastim):** Kemoterapi kaynaklı nötropeniyi azaltır.
- **Rekombinant IFN-β:** Multipl skleroz tedavisinde inflamasyonu modüle eder.
- **Anti-TNF monoklonalleri (infliximab, etanercept):** Romatoid artrit ve inflamatuvar bağırsak hastalıklarında inflamatuar yanıtı baskılar (Feldmann ve Maini 2008).

5.2. Deneysel Yaklaşımlar

- **IL-2 düzenlemeleri:** Düşük doz IL-2, regülatör T hücresi ekspansiyonunu artırarak otoimmün hastalıklarda immün toleransı kuvvetlendirme potansiyeline sahiptir.
- **CAR-T hücre terapileri:** CAR-T hücreleri tarafından salgılanan sitokin profili, tümör mikroçevresinin yeniden şekillenmesinde rol oynayabilir.

5.3. Geleceğe Bakış

- **Sitokin fırtınası yönetimi:** COVID-19 gibi patolojilerde aşırı sitokin salınımını kontrol edecek spesifik inhibitörlerin geliştirilmesi kritik.
- **Hedefe özgü nano taşıyıcı sistemler:** Sitokinlerin kontrollü salımını sağlayarak sistemik yan etkileri minimize etmeyi amaçlar.

SONUÇ

Sitokinler, biyokimyasal ve moleküler düzeyde son derece dinamik, çok yönlü düzenleyicilerdir. Hem temel araştırmalarda hem de klinik pratikte giderek artan öneme sahiptirler. Gelecekte, bireysel hastalık profillerine özgü "sitokin imzası" analizleri ile kişiselleştirilmiş tedavilere zemin hazırlanacaktır. Ayrıca, yeni nesil farmasötik ve biyoteknolojik yaklaşımlar, sitokin ağı modülasyonunu daha spesifik, etkili ve güvenli kılacaktır.

KAYNAKLAR

Dinarello CA. Proinflammatory cytokines. *Chest*. 2000; 118(2): 503-508.

Feldmann M, Maini SRN. Role of cytokines in rheumatoid arthritis: an education in pathophysiology and therapeutics. *Immunol Rev*. 2008; 223: 7-19.

Garlanda C, Mantovani A. Ligands and receptors of the interleukin-1 family in immunity and disease. *Front Immunol.* 2013; 4:396.

Medzhitov R. Toll-like receptors and innate immunity. *Nat Rev Immunol*. 2001;1(2): 135-145.

Moore KW, de Waal Malefyt R, Coffman RL, O'Garra A. Interleukin-10 and the interleukin-10 receptor. *Annu Rev Immunol.* 2001; 19: 683-765.

O'Shea JJ, Plenge R. JAK and STAT signaling molecules in immunoregulation and immune-mediated disease. *Immunity*. 2012; 36(4): 542-550.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

PENTOSE PHOSPHATE PATHWAY AND ITS CLINICAL IMPORTANCE

Halil AYVAZOĞLU
Institute of Health Sciences, Kafkas University, Kars, Türkiye
ORCID ID: 0009-0002-5732-1684

Prof. Dr. Oğuz MERHAN
Department of Biochemistry, Faculty of Veterinary, Kafkas University, Kars, Türkiye,
ORCID ID: 0000-0002-3399-0667

ABSTRACT
The pentose phosphate pathway (PPP) is a two-step metabolic pathway that produces NADPH in the oxidative phase of glucose-6-phosphate under the action of glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD), and in the non-oxidative phase, it forms ribose-5-phosphate and other carbon skeletons. The NADPH produced serves as a fundamental redox source for fatty acid and steroid synthesis, glutathione-mediated detoxification, and the neutralization of reactive oxygen species, while ribose-5-phosphate is essential for nucleotide biosynthesis. PPP regulates cellular carbon flux in integration with glycolysis and gluconeogenesis and adapts to the anabolic requirements of cells. Clinically, disorders such as G6PD deficiency can lead to hemolytic anemia due to reduced NADPH levels in erythrocytes, while redox imbalance in ischemia-reperfusion and neurodegenerative diseases can exacerbate disease severity. Cancer cells, on the other hand, increase PPP activity to support increased biosynthetic demand and oxidative stress tolerance. This contributes to treatment resistance. In the context of veterinary biochemistry, PPP disorders can be associated with metabolic imbalances, increased oxidative damage, and changes in drug sensitivity in domestic and farm animals. PPP enzymes are emerging as both diagnostic biomarkers and potential therapeutic targets. This presentation provides a comprehensive overview of the molecular mechanisms and clinical implications of PPP.
Keywords: Glucose-6-Phosphate Dehydrogenase, NADPH, Pentose Phosphate Pathway, Ribose-5-Phosphate

PENTOZ FOSFAT YOLU VE KLİNİK ÖNEMİ

ÖZET
Pentoz fosfat yolu (PFY), glukoz-6-fosfatın oksidatif fazında glukoz-6-fosfat dehidrojenaz (G6PD) öncülüğünde NADPH üretirken; non-oksidatif fazında ise riboz-5-fosfat ve diğer karbon iskeletlerini oluşturan iki aşamalı ana metabolik bir yoldur. Elde edilen NADPH; yağ asidi ve steroid sentezi, glutatyon aracılı detoksifikasyon ve reaktif oksijen türlerinin nötralizasyonu için temel bir redoks kaynağı olup riboz-5-fosfat ise nükleotid biyosentezi için gereklidir. PFY, glikoliz ve glukoneojenez ile entegre olarak hücresel karbon akışını düzenler ve hücrelerin anabolik gereksinimlerine uyum sağlar. Klinik açıdan G6PD eksikliği gibi bozukluklar, eritrositlerde NADPH azalması nedeniyle hemolitik anemilere yol açarken; iskemi-reperfüzyon ve nörodejeneratif hastalıklarda redoks dengesinin bozulması hastalık şiddetini artırabilir. Kanser hücreleri ise PFY aktivitelerini artırarak artan biyosentetik talebi ve oksidatif stres toleransını destekler. Böylece bu durum tedavi direncine katkı sağlar. Veteriner biyokimya bağlamında, PFY bozuklukları evcil ve çiftlik hayvanlarında metabolik dengesizlikler, artmış oksidatif hasar ve ilaç duyarlılığında değişikliklerle ilişkilendirilebilir. PFY enzimleri hem tanısal biyobelirteç hem de potansiyel terapötik hedefler olarak öne çıkmaktadır. Bu sunumda, PFY'nin moleküler işleyişi ve klinik etkileri üzerine bütüncül bir bakış sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Glukoz-6-Fosfat Dehidrojenaz, NADPH, Pentoz Fosfat Yolu, Riboz-5-Fosfat

1. GİRİŞ

Pentoz fosfat yolu, glukoz-6-fosfatı hem NADPH üretmek üzere okside eden hem de riboz-5-fosfat ve diğer pentozları sağlayan non-oksidatif dönüşümler yoluyla hücresel biyokimyada merkezî bir rol oynayan iki kısımdan oluşan metabolik bir yoldur. PFY anabolik reaksiyonlar, antioksidan savunma, nükleotid biyosentezi ve karbon iskeletlerinin yeniden yönlendirilmesinde kritik fonksiyonlar üstlenir (Berg ve ark. 2015, Stincone ve ark. 2015). Bu derleme, PFY'nin moleküler işleyişini, düzenlenmesini, ölçüm yöntemlerini ve özellikle klinik -veteriner ve insan- uygulamalarını bütüncül biçimde tartışmayı amaçlar.

2. PFY'NİN TEMEL BİYOKİMYASI

Pentoz fosfat yolu iki faza ayrılır. Bunlar oksidatif faz (G6PD ile başlayan NADPH üreten adımlar) ve non-oksidatif faz (transketolaz ve transaldolaz aracılığıyla karbon iskeletlerinin yeniden düzenlenmesi)'dır.

-Oksidatif faz, hücrelerin antioksidan savunması için başlıca NADPH kaynağıdır.

-Non-oksidatif faz, riboz-5-fosfat ve şeker fosfatları sağlayarak nükleotid sentezini destekler (Kruger ve von Schaewen 2003, Stincone ve ark. 2015).

3. METABOLİK YOLUN BİYOKİMYASAL BASAMAKLARI

3.1. Oksidatif Faz

Oksidatif faz, glukoz-6-fosfatın iki basamaklı oksidasyonu ile başlar ve başlıca ürünleri NADPH ve ribuloz-5-fosfattır. Hız sınırlayıcı enzim G6PD olup $NADP^+$'nın NADPH'a redüksiyonunu katalizler. Ardından 6-fosfoglukonolakton dehidrojenaz ve 6-fosfoglukonat dekarboksilaz reaksiyonları ribuloz-5-fosfat oluşturur (Kruger ve von Schaewen 2003, Stanton 2012).

Fonksiyonel sonuç: Üretilen NADPH, indirgenmiş glutatyon (GSH) yenilenmesi ve biyosentez için kullanılır.

3.2. Non-oksidatif Faz

Non-oksidatif faz transketolaz ve transaldolaz aracılığıyla pentoz fosfatları trioz ve heksoz fosfatlara çevirir. Böylece glikolize veya glukoneojeneze geri dönülebilir. Riboz-5-fosfat ise nükleotid sentezi için doğrudan kullanılabilir (Jing ve ark. 2018).

4. BİYOKİMYASAL ÖNEMİ VE HÜCRESEL İŞLEVLERİ

4.1. NADPH Temini ve Redoks Dengesinin Korunması

NADPH lipid, sterol sentezi ve serbest radikal detoksifikasyonu için temel eşiktir. Glutatyon peroksidaz/glutatyon redüktaz sistemi NADPH'ye bağımlıdır. Bu nedenle PFY, hücresel antioksidan kapasitenin birincil sağlayıcılarından biridir (Filomeni ve ark. 2002, Xiao ve ark. 2018).

4.2. Nükleotid Biyosentezi ve Proliferasyon

Riboz-5-fosfat hızlı bölünen hücrelerde (örn. kemik iliği, tümör dokusu) nükleotid sentezini besleyerek proliferasyonu destekler. Bu nedenle PFY aktivitesi proliferatif durumlarda artış gösterir (O'Brien ve Herschman 2014).

4.3. Metabolik Esneklik

Pentoz fosfat yolu, hücreye karbon akışını duruma göre yeniden yönlendirme esnekliği sağlar ve enerji ihtiyacı yüksekse karbonlar glikolize; biyosentezsel talep yüksekse pentoz fazına kayar (Stincone ve ark. 2015).

5. DÜZENLEYİCİ MEKANİZMALAR

5.1. Allosterik Kontrol

$NADP^+$/NADPH oranı G6PD aktivitesini doğrudan etkileyerek yolun hızını düzenler (Stanton 2012).

5.2. Transkripsiyonel Kontrol
Nrf2/ARE aksı başta olmak üzere antioksidan yanıt düzenleyicileri PFY enzimlerinin ekspresyonunu etkileyebilir. Böylece tümör hücreleri bu yolla redoks dengesini lehlerine çevirebilir (Kensler ve ark. 2007).

5.3. Post-Translasyonal Modifikasyonlar
Fosforilasyon, O-GlcNAc gibi modifikasyonlar enzim fonksiyonunu etkileyerek hücresel durumlara dinamik uyum sağlar (Fujiki ve ark. 2011).

6. KLİNİK ÖNEMİ
6.1. G6PD Eksikliği -Hemolitik Anemi
Glukoz-6-fosfat dehidrojenaz eksikliği X-e bağlı kalıtımla görülür. Tetikleyiciler (Özellikle bazı ilaçlar, enfeksiyonlar, fava fasulyesi) eritrositlerde NADPH azalmasına yol açar ve hemolize sebep olabilir. Klinik yönetimde tetikleyiciden kaçınma ve destekleyici bakım ön plandadır (Cappellini ve Fiorelli 2008).

6.2. Kanser Metabolizması
Kanser hücreleri artan biyosentetik ve antioksidan talep nedeniyle PFY'ye yönelir. G6PD, transketolaz gibi enzimlerin artmış ekspresyonu tümör progresyonu ve kemoterapi direncinde rol oynar. PFY enzimlerinin inhibisyonu deneysel olarak antitümör etki göstermiştir (Vander Heiden ve ark. 2009, Patra ve ark. 2014).

6.3. Nörolojik Hastalıklar
NADPH eksikliği nöronal hassasiyeti tetikleyerek oksidatif hasarı artırabilir. Bunun yanı sıra iskemi-reperfüzyon hasarında PFY'nin yetersizliği hücre ölümünü kolaylaştırır (Sanderson ve ark. 2013).

6.4. Veteriner Hekimlikte Uygulamalar
Hayvanlarda da PFY bozuklukları benzer patofizyolojik sonuçlar doğurabilir. Örneğin bazı metabolik hastalıklar, ilaç reaksiyonları veya beslenme bozuklukları hayvanlarda oksidatif hasarı artırabilir. PFY parametreleri (G6PD aktivitesi, NADPH/$NADP^+$ oranı) veteriner tanı panellerine dâhil edilerek erken tespit ve tedavi stratejileri geliştirilebilinir. Klinik vaka-serileri ve epidemiyolojik çalışmalar veteriner popülasyonlarda bu ilişkinin boyutlarını aydınlatmalıdır.

7. TERAPÖTİK PERSPEKTİFLER VE BİYOBELİRTEÇLER
7.1. İnhibitör Stratejiler: G6PD veya transketolaz inhibitörleri deneysel kanser modellerinde umut vericidir fakat sistemik NADPH azalmasının normal dokulara etkileri düşünülmelidir (Patra ve ark. 2014).
7.2. Biyobelirteçler: G6PD aktivitesi, NADPH/$NADP^+$ oranı veya PFY ara metabolitleri hastalık aktivitesi/tedavi yanıtını izlemekte kullanılabilir. Veteriner uygulamalarda özgün referans aralıklarının kurulması gereklidir (Patra ve ark. 2014).

SONUÇ
Pentoz fosfat yolu hücresel biyolojide ve klinikte çok yönlü etkileri olan bir yoldur. Hedefe yönelik terapi geliştirme çabaları, doku ve hücreye özgü metabolik farklılıklar nedeniyle karmaşıktır. Özellikle kanser hedeflemesi sırasında normal hücrelerin redoks dengesini korumak kritik bir zorluktur. Veteriner alanında PFY'nin önemi artmakta olup hayvan türü spesifik çalışmalar eksiktir. İleri çalışmalarda populasyon temelli analizler, referans aralıkları ve tedavi çalışmaları önceliklendirilmelidir. Ayrıca PFY NADPH üretimi, nükleotid biyosentezi ve metabolik esneklik aracılığıyla hücre sağkalımı ve fonksiyonunu destekler. Hem tanısal hem de terapötik açılardan bu enzimler önemli potansiyeller taşımaktadır. Veteriner biyokimya bağlamında ise PFY değerlendirmeleri hem hayvan sağlığı hem de tedavi yönetimi için değerli bilgiler sağlayabilir.

KAYNAKLAR

Berg, J. M., Tymoczko, J. L., Stryer, L. (2015). *Biochemistry* (8th ed.). W. H. Freeman.

Cappellini, M. D., & Fiorelli, G. (2008). Glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency. *Lancet, 371*(9606), 64–74. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)60073-2

Filomeni, G., Rotilio, G., & Ciriolo, M. R. (2002). Cell signalling and the glutathione redox system. *Biochemical Pharmacology, 64*(5–6), 1057–1064. https://doi.org/10.1016/S0006-2952(02)01176-0

Fujiki, R., Hashiba, W., Sekine, H., Yokoyama, A., Chikanishi, T., Ito, S., Imai, Y., Kim, J., He, H. H., Igarashi, K., Kanno, J., Ohtake, F., Kitagawa, H., Roeder, R. G., Brown, M., & Kato, S. (2011). GlcNAcylation of histone H2B facilitates its monoubiquitination. *Nature, 480*(7378), 557–560. https://doi.org/10.1038/nature10656

Jing, K., Yen, L., Yang, D., et al. (2018). Role of transketolase in hepatocellular carcinoma proliferation. *Journal of Biological Chemistry, 293*(32), 12391–12402.

Kensler, T. W., Wakabayashi, N., & Biswal, S. (2007). Cell survival responses to environmental stresses via the Keap1–Nrf2–ARE pathway. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology, 47*, 89–116. https://doi.org/10.1146/annurev.pharmtox.46.120604.141046

Kruger, N. J., & von Schaewen, A. (2003). The oxidative pentose phosphate pathway: Structure and organisation. *Current Opinion in Plant Biology, 6*(3), 236–246. https://doi.org/10.1016/S1369-5266(03)00039-6

Locasale, J. W. (2013). Serine, glycine and one-carbon units: Cancer metabolism in full circle. *Nature Reviews Cancer, 13*(8), 572–583. https://doi.org/10.1038/nrc3557

Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2017). *Lehninger Principles of Biochemistry* (7th ed.). W. H. Freeman.

O'Brien, P. J., & Herschman, H. R. (2014). Rapidly proliferating cells require NADPH. *Cell Metabolism, 19*(3), 423–424.

Patra, K. C., & Hay, N. (2014). The pentose phosphate pathway and cancer. *Trends in Biochemical Sciences, 39*(8), 347–354. https://doi.org/10.1016/j.tibs.2014.06.005

Sanderson, T. H., Reynolds, C. A., Kumar, R., Przyklenk, K., & Hüttemann, M. (2013). Molecular mechanisms of ischemia–reperfusion injury in brain: Pivotal role of the mitochondrial membrane potential in reactive oxygen species generation. *Molecular Neurobiology, 47*(1), 9–23. https://doi.org/10.1007/s12035-012-8344-z

Stanton, R. C. (2012). Glucose-6-phosphate dehydrogenase, NADPH, and cell survival. *IUBMB Life, 64*(5), 362–369. https://doi.org/10.1002/iub.1017

Stincone, A., Prigione, A., Cramer, T., et al. (2015). The return of metabolism: Biochemistry and physiology of the pentose phosphate pathway. *Biological Reviews, 90*(3), 927–963. https://doi.org/10.1111/brv.12140

Vander Heiden, M. G., Cantley, L. C., & Thompson, C. B. (2009). Understanding the Warburg effect: The metabolic requirements of cell proliferation. *Science, 324*(5930), 1029–1033. https://doi.org/10.1126/science.1160809

Xiao, W., Wang, R. S., Handy, D. E., & Loscalzo, J. (2018). NAD(H) and NADP(H) redox couples and cellular energy metabolism. *Antioxidants & Redox Signaling, 28*(3), 251–272. https://doi.org/10.1089/ars.2017.7216

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

DETERMINATION OF THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF COMMERCIALLY PURCHASED BEE POLLEN EXTRACTS (METHANOL AND HEXANE) USING THE DISK DIFFUSION METHOD

Assoc. Prof. Dr. Aysel VEYİSOĞLU
Sinop University, Health Services Vocational School, Department of Medical Services and Techniques, Sinop-Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-1406-5513

Assoc. Prof. Dr. Demet TATAR
Hitit University, Osmancık Ömer Derindere Vocational School, Department of Medical Services and Techniques, Çorum-Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-9317-3263

ABSTRACT
Bee pollen is a biologically rich product formed when pollen grains collected from flowering plants are combined with enzymes and nectar secreted by bees. In addition to its nutritional components, bee pollen exhibits antioxidant, anti-inflammatory, and immune-regulatory properties. Recent studies have revealed that phenolic compounds and flavonoids in bee pollen exhibit significant antimicrobial effects against microorganisms. However, the antimicrobial activity of bee pollen varies depending on factors such as extraction method, solvent type, and the plant source of the pollen.
This study was conducted to evaluate and compare the antimicrobial activities of bee pollen extracts prepared using two different solvents (methanol and hexane). The extracts were tested against two Gram-positive bacteria (*Bacillus subtilis* ATCC 6633 and *Staphylococcus aureus* ATCC 25923), two Gram-negative bacteria (*Escherichia coli* ATCC 25922 and *Enterobacter aerogenes* CCU 2531), and three fungal species (*Candida albicans* ATCC 1023, *Candida glabrata* ATCC 15126, and *Candida tropicalis* ATCC 13803). Antimicrobial activity was determined in vitro using the disk diffusion (Kirby–Bauer) method. The study provides significant data to assess the potential use of bee pollen extracts as a natural antibacterial and antifungal agent.
Keywords: Bee Pollen, Methanol, Soxhlet Extract, Antimicrobial Activity, Disk Diffusion

Introduction
Honey bees (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) are eusocial insects that attract attention due to their complex social organization and high adaptability to environmental conditions. They also hold significant biological and economic importance in human life through the production of various apian products. This species is capable of synthesizing a wide range of natural substances, including honey, bee pollen, royal jelly, propolis, beeswax, and bee bread — all of which are rich in bioactive compounds. These products have been utilized for centuries in both nutritional and therapeutic contexts, within traditional and modern medicine (Campos et al., 2003; Pascoal et al., 2014).
In particular, bee pollen is a nutrient-dense substance formed by the agglutination of flower pollens — collected from various plant species — with salivary enzymes and nectar secreted by the bees. The resulting granules are typically between 1.4 and 4 mm in diameter. Bee pollen can be classified as either monofloral or polyfloral, depending on the botanical origin, and in both types, it contains a diverse range of bioactive constituents such as proteins, amino acids, lipids, vitamins, minerals, and phenolic compounds (Rodríguez-Pólit et al., 2023; El-Didamony et al., 2024).
Bee pollen is a rich source of bioactive compounds, including proteins, carbohydrates, fatty acids, polyphenols, vitamins, carotenoid pigments, phytosterols, enzymes, and coenzymes. The chemical composition of bee pollen varies depending on environmental factors, such as the flora, habitat, and seasonal conditions (Denisow & Denisow-Pietrzyk, 2016). Historically used as a food source, bee pollen also contains a variety of bioactive compounds with health benefits, including antioxidant, antimicrobial, anticancer, anti-allergic, anti-atherosclerotic, hepatoprotective, chemopreventive, and immunomodulatory properties (Yildiz el al., 2014).

Additionally, bee pollen has demonstrated beneficial effects on metabolic disorders, such as diabetes, obesity, high cholesterol, and associated cardiovascular problems (Khalifa et al., 2021; El-Didamony et al., 2024).
The main objective of this study is to determine the antimicrobial activity of commercially obtained bee pollen against seven different pathogenic microorganisms. Antimicrobial activity was assessed using the widely employed disk diffusion method. This method was chosen to evaluate the resistance levels of microorganisms to bee pollen and to determine whether the pollen possesses potential antibacterial and antifungal properties. The study aims to explore the biological and pharmaceutical potential of bee pollen, particularly its contributions to food safety and pharmaceutical applications.

Materials and Methods

Bee Pollen Material

The bee pollen used in the study was purchased commercially from a local supplier (Figure 1) and was powdered when processed in a mortar.

Figure 1. Bee pollen powder

Extraction Method

Two different solvents—methanol and hexane (Sigma-Aldrich)—were used to prepare the bee pollen extracts. The collected bee pollen was dried under appropriate conditions and then ground into a fine powder using a mortar and pestle. A total of 20 grams of powdered bee pollen was placed into a Soxhlet extraction apparatus, and extraction was carried out for 8 hours using 200 mL of 96% methanol and hexane. The obtained extracts were concentrated by completely removing the solvents under reduced pressure at temperatures below 40°C using a rotary evaporator (Heidolph Hei-Vap Series).
The crude extracts were then dissolved in 25% dimethyl sulfoxide (DMSO) to prepare four different concentrations (30 mg/mL, 15 mg/mL, and 6 mg/mL). Prior to antibacterial activity assays, the extract solutions were sterilized by filtration through 0.45 µm membrane filters. All extracts were stored at 4°C until used in the antibacterial tests (Hassanin et al., 2020, Saad et al., 2020).

In Vitro Antimicrobial Activity Determination – Disk Diffusion Method

In this study, the pathogenic microorganisms used to assess antimicrobial activity were obtained from various national and international culture collections and stored as stock cultures at -80°C in the laboratory of the Department of Medical Services and Techniques, Vocational School of Health Services, Sinop University. A total of seven pathogenic microorganisms were used, including two Gram-positive bacteria, two Gram-negative bacteria, and three fungal species. Detailed information about the microorganisms used in the study is presented in Table 1.

Table 1. Pathogenic microorganisms used in the study

Microorganisms	
Gram-positive bacteria	*Bacillus subtilis* ATCC 6633
	Staphylococcus aureus ATCC 25923
Gram-negative bacteria	*Escherichia coli* ATCC 25922
	Enterobacter aerogenes CCU 2531
Fungus	*Candida albicans* ATCC 10231
	Candida globrata ATCC 15126
	Candida tropicalis ATCC 13803

The antimicrobial activity of bee pollen extracts was evaluated using the disk diffusion technique (Collins et al., 1989; Taner Saraçoğlu, 2024; Veyisoğlu et al., 2024a,b). For bacterial strains, Mueller-Hinton Agar (MHA) was employed, while Sabouraud Dextrose Agar (SDA) (Difco) was used for fungal cultures. The microorganisms were prepared to the 0.5 McFarland turbidity standard, and 100 µL of each microbial suspension was evenly spread across the agar surface using sterile swabs. Following application, the plates were left to air-dry for approximately 5 minutes within a laminar flow cabinet.
Bee pollen extracts were prepared using methanol and hexane as solvents, and were subsequently diluted to concentrations of 30, 15, and 6 mg/mL. For each concentration, 25 µL of the extract was applied to sterile disks with a diameter of 6 mm. These disks were then carefully positioned on the surface of the dried agar plates. After placement, the plates were allowed to dry for an additional 5 minutes under laminar flow conditions.
Bacterial cultures were incubated at 37°C for 24 hours, while fungal cultures were incubated at 28°C for the appropriate duration. Dimethyl sulfoxide (DMSO) at 25% concentration served as the negative control. Ampicillin (AM10) and Polymyxin B (PB300) were used as positive controls for bacterial growth, while nystatin (NS100) was employed as the positive control for fungi. Following the incubation period, the inhibition zones formed by the bee pollen extracts were measured, including the diameter of the disks. The zones were recorded in millimeters.

Findings and Discussion
The schematic representation of the preparation of bee pollen extracts using two different solvents (methanol and hexane) is presented in Figure 2.

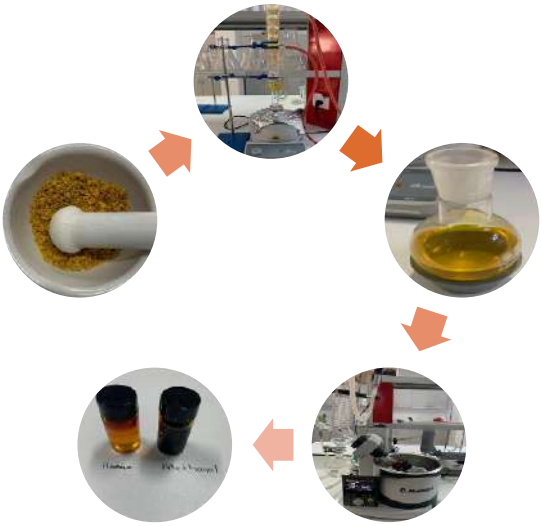


Figure 2. Preparation of bee pollen extracts

The antibacterial activity results of bee pollen extracts prepared using two different solvents were determined by the disc diffusion method and are presented in Table 2. The differences observed in the inhibition zone diameters after the antibacterial assay varied depending on the type of solvent used in the extraction process and the pathogenic bacterial strains tested.

Table 2. Antimicrobial activity of bee pollen extracts prepared with methanol and hexane solvents

Extracts	Gram-positive bacteria		Gram-negative bacteria		Fungus		
	BS	BB	EA	EC	CA	CG	CT
Methanol (30 mg/mL)	10	10	10	10	-	15	15
Methanol (15 mg/mL)	8	10	7	10	-	10	15
Methanol (6 mg/mL)	8	8	-	10	-	10	10
Hexane (30 mg/mL)	15	10	15	10	10	10	13
Hexane (15 mg/mL)	10	10	12	10	10	10	13
Hexane (6 mg/mL)	10	10	10	10	10	10	13
Ampicillin (AMP10)	30	20	7	20	-	-	-
Polymyxin B (PB300)	10	10	10	15	-	-	-
%25 DMSO	-	-	-	-	-	-	-

BS= *Bacillus subtilis* ATCC 6633, SA= *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, EA=*Enterobacter aerogenes* CCU 2531, EC= *Escherichia coli* ATCC 25922, CA= *Candida albicans* ATCC 10231, CG= *Candida globrata* ATCC 15126, CT= *Candida tropicalis* ATCC 13803. ND: Not determined; (-): No inhibition zone was shown

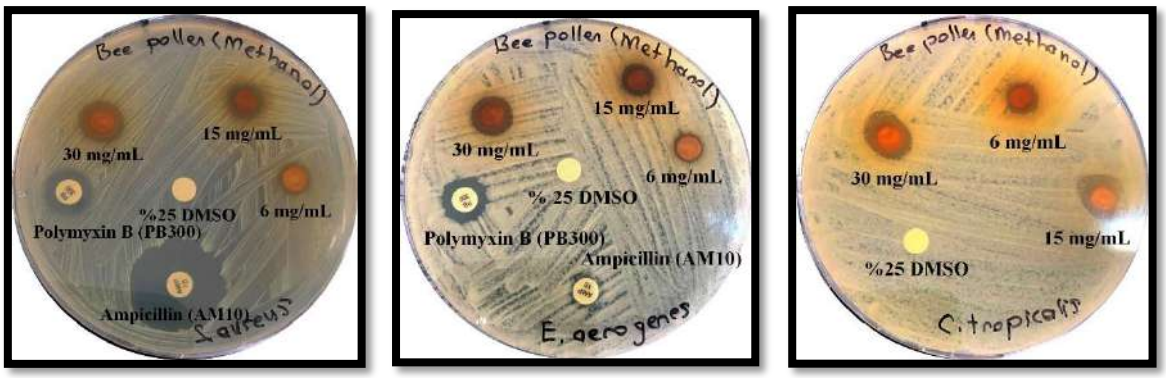


Figure 3. Inhibition zones formed by methanol extracts of bee pollen against some pathogens by disk diffusion method.

The results of this study provide valuable insights into the antimicrobial properties of methanol and hexane extracts against both bacterial and fungal pathogens. Both solvents exhibited significant antimicrobial activity, with varying levels of effectiveness depending on the concentration and the type of microorganism tested. This highlights the potential of these natural solvents as alternative antimicrobial agents, especially in the face of rising antibiotic resistance.

Methanol, particularly at higher concentrations (30 mg/mL), demonstrated strong antimicrobial effects across both Gram-positive and Gram-negative bacteria, as well as fungi. The higher efficacy of methanol may be attributed to its ability to dissolve a wide range of bioactive compounds from plant material, including phenolic compounds, alkaloids, and flavonoids, which are known for their antimicrobial properties.

The reduction in antimicrobial activity at lower concentrations (6 mg/mL) suggests a dose-dependent effect, which is consistent with previous studies that have shown increased antimicrobial potency at higher extract concentrations.

Hexane also showed considerable antimicrobial activity, particularly against Gram-positive bacteria, such as *B.subtilis* and *S.aureus*, at concentrations of 30 mg/mL and 15 mg/mL. Hexane's higher solubility for non-polar compounds may contribute to its selective effectiveness against certain bacteria and fungi. Although its overall activity was slightly lower compared to methanol, hexane still demonstrated promising results, especially against *E.aerogenes* and *E.coli*, which are known to be resistant to many synthetic antibiotics. This suggests that hexane, despite being a non-polar solvent, can extract bioactive compounds that are effective against certain resistant pathogens. In comparison, Ampicillin and Polymyxin B, which are standard antibiotics, showed a stronger effect on Gram-positive and Gram-negative bacteria, respectively.

The findings also suggest that the antimicrobial efficacy of the extracts is influenced by both the solvent used and the concentration of the extract. Methanol was generally more effective at higher concentrations, while hexane exhibited promising results at both mid-range and high concentrations. Furthermore, the results imply that further investigation into the specific compounds extracted by these solvents is needed to fully understand their antimicrobial mechanisms and potential applications in clinical settings.

In their 2014 study, Pascoal and colleagues obtained eight commercial bee pollen samples (A–H) from different floral sources and geographical origins. The extraction process was carried out according to the method described by Morais et al. (2011), by mixing the bee pollen with methanol (1:2, w/v). After maceration, the extract was evaporated using a vacuum evaporator. Antimicrobial tests were performed on 96-well microplates following the protocol outlined by Morais et al. (2011). The study used the following pathogenic microorganisms: *Staphylococcus aureus* ATCC 6538™, *S. aureus* ESA 159, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442™, *P. aeruginosa* ESA 22, *Escherichia coli* ATCC 25922™, *E. coli* ESA 37, *Candida glabrata* ATCC 66032™, and *C. glabrata* ESA 123. All samples demonstrated antimicrobial activity, with *Staphylococcus aureus* being the most sensitive and *Candida glabrata* the most resistant microorganism.

In conclusion, the differences in antimicrobial activity stem from the interaction between the chemical composition of bee pollen, its geographical origin, the microorganisms used, and the testing methods. This highlights the complex nature of the biological activities of natural products and emphasizes the significant impact of environmental factors on these activities.

Conclusion and Recommendations

In conclusion, both methanol and hexane extracts demonstrated considerable antimicrobial potential, particularly against resistant bacteria and fungi. These results support the ongoing search for alternative, natural antimicrobial agents that can complement or even replace conventional antibiotics. Further research is needed to isolate the active compounds in these extracts and to evaluate their effectiveness in vivo, which would pave the way for their practical use in medicine.

REFERENCES

Campos, M. G., Webby, R. F., Markham, K. R., Mitchell, K. A., & da Cunha, A. P. (2003). Age-induced diminution of free radical scavenging capacity in bee pollen extracts and their constituents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(7), 742–745. https://doi.org/10.1021/jf0206466

Collins, C. M., Lyne, P. M., & Grange, J. M. (1989). Microbiological methods. Butterworths, London, UK, pp: 410.

Denisow, B., & Denisow-Pietrzyk, M. (2016), Biological and therapeutic properties of bee pollen: a review. *J. Sci. Food Agric.*, 96: 4303–4309. https://doi.org/10.1002/jsfa.7729

El-Didamony, S. E., Gouda, H. I. A., Zidan, M. M. M., & Amer, R. I. (2024). Bee products: An overview of sources, biological activities and advanced approaches used in apitherapy application. *Biotechnol Rep (Amst)*, 44, e00862. https://doi.org/10.1016/j.btre.2024.e00862

Hassanin, A. A., Saad, A. M., Bardisi, E. A., Salama, A., & Sitohy, M. Z. (2020). Transfer of Anthocyanin accumulating delila and rosea1 genes from the transgenic tomato microtom cultivar to moneymaker cultivar by conventional breeding. *J Agric Food Chem*, 68, 10741–10749. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c03307

Khalifa, S. A. M., Elashal, M. H., Yosri, N., Du, M., Musharraf, S. G., Nahar, L., Sarker, S. D., Guo, Z., Cao, W., Zou, X., Abd El-Wahed, A. A., Xiao, J., Omar, H. A., Hegazy, M. F., & El-Seedi, H. R. (2021). Bee pollen: Current status and therapeutic potential. *Nutrients*, 13(6), 1876. https://doi.org/10.3390/nu13061876

Morais, M., Moreira, L., Feás, X., & Estevinho, L. M. (2011). Honeybee-collected pollen from five portuguese natural parks: palynological origin phenolic content antioxidant properties and antimicrobial activity. Food and Chemical *Toxicology*, 49, 1096–1101. https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.01.020

Pascoal, A., Rodrigues, S., Teixeira, A., Feás, X., & Estevinho, L. M. (2014). Biological activities of commercial bee pollens: antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. *Food and Chemical Toxicology*, 63, 233–239. https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.11.010

Rodríguez-Pólit, C., Gonzalez-Pastor, R., Heredia-Moya, J., Carrera-Pacheco, S.E., Castillo-Solis, F., Vallejo-Imbaquingo, R., Barba-Ostria, C., & Guamán, L. P. (2023). Chemical properties and biological activity of bee pollen. *Molecules*, 28(23), 7768. https://10.3390/molecules28237768

Saad, A. M., Mohamed, A. S., & Ramadan, M. F. (2020). Storage and heat processing affect
flavors of cucumber juice enriched with plant extracts. *Int. J. Veg. Sci*,1–11. https://doi.org/10.1080/19315260.2020.1779895

Taner Saraçoğlu, H. (2024). Farklı çözücülerle hazırlanan *Elettaria Cardamomum* (L.) metanol ekstraktlarının antibakteriyel aktivitelerinin incelenmesi. Black Sea Journal of Engineering and Science, 7(4), 635–640. https://doi.org/10.34248/bsengineering.1473309

Veyisoğlu, A., Balta, Y. E., & Tatar, D. (2024a). Investigation of the antimicrobial activity of water and methanol extracts of *Salvadora persica* L. (miswak) plant against some pathogenic microorganisms. International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences, 8(4), 964–969. https://doi.org/10.31015/jaefs.2024.4.25

Veyisoğlu, A., Yeşilyer, A., & Tatar, D. (2024b). Ticari olarak satılan *Spirulina Platensis*'in üç farklı çözücü ile elde edilen ekstraktlarının seçilmiş patojenik bakteri ve mantarlara karşı antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 7(5), 1031–1035. https://doi.org/10.34248/bsengineering.1533314

Yildiz, O., Karahalil, F., Can, Z., Sahin, H., & Kolayli, S. (2014). Total monoamine oxidase (MAO) inhibition by chestnut honey, pollen and propolis. *J Enzyme Inhib Med Chem*., 29(5), 690–694. https://doi.org/10.3109/14756366.2013.843171

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

DETERMINATION OF ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF COMMERCIALLY PURCHASED SALEP EXTRACTS

Assoc. Prof. Dr. Demet TATAR
Hitit University, Osmancık Ömer Derindere Vocational School, Department of Medical Services and Techniques, Çorum-Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-9317-3263

Assoc. Prof. Dr. Aysel VEYİSOĞLU
Sinop University, Health Services Vocational School, Department of Medical Services and Techniques, Sinop-Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-1406-5513

ABSTRACT
Salep is a traditional product obtained from the tubers of orchid species that grow wild in the Mediterranean and Central Asia. The most commonly used orchid species in salep production include *Orchis, Anacamptis,* and *Dactylorhiza*. Salep orchids are used not only as traditional products but also for industrial materials and modern medicinal formulations. This study was conducted to evaluate and compare the antimicrobial activities of Salep extracts prepared using two different solvents (methanol and hexane). The extracts were tested against two Gram-positive bacteria (*Bacillus subtilis* ATCC 6633 and *Staphylococcus aureus* ATCC 25923), two Gram-negative bacteria (*Escherichia coli* ATCC 25922 and *Enterobacter aerogenes* CCU 2531), and three fungal species (*Candida albicans* ATCC 1023, *Candida glabrata* ATCC 15126, and *Candida tropicalis* ATCC 13803). Antimicrobial activity was determined in vitro using the disk diffusion (Kirby–Bauer) method. This research reveals that salep extract plays an effective role in combating bacterial and fungal pathogens.
Keywords: Salep, Soxhlet Extract, Antimicrobial Activity, Disk Diffusion Method

Introduction
Salep is a traditional product obtained from the tubers of orchid species that grow wild in the Mediterranean and Central Asia. The most commonly used orchid species in salep production include *Orchis*, *Anacamptis*, and *Dactylorhiza*. A study conducted in Iran determined that 34% of the salep tubers commercially available belong to *Orchis*, 27% to *Anacamptis*, and 19% to *Dactylorhiza* (Ghorbani et al. 2017).
The quality of salep depends primarily on its glucomannan content. In an analysis of 20 different orchid species collected from Türkiye, glucomannan content was found to range between 7.84% and 48.54%. *Dactylorhiza romana* ssp. *georgica*, *Orchis tridentata*, and *Serapias vomeracea* ssp. *vomeracea* were identified as the species with the highest glucomannan content. These species exhibit ideal thickening properties by providing high viscosity in water and milk solutions (Şen et al. 2018; Caliskan et al. 2023).
Orchids are one of the largest flowering plant families (Dressler, 1993). They have been used for centuries in many different cultures, including Eastern, European, American, Australian, and African communities, as perfumes, food additives, and healing essences (Bulpitt, 2005). Turkey is one of the richest countries in Europe in terms of orchids, with 170 species of terrestrial orchids (Kreutz, 2009).
Tuberous terrestrial orchids have long been used as medicines and dietary supplements in various parts of the world (Bulpitt, 2005; Bulpitt et al. 2007; Hossain, 2011; Chinsamy et al. 2011).
Furthermore, salep is used as a stabilizer/additive in Maraş ice cream (Kreutz, 2009, Sezik, 1984, Baytop, 1999). Salep also has anti-inflammatory, antidiarrheal, appetite-stimulating, expectorant, and aphrodisiac properties (Bulpitt, 2005; Teoh, 2019).
In this study, it was aimed to investigate the antimicrobial effects of salep extracts prepared using different solvents and to evaluate the contribution of extraction methods to biological activity.

Materials and Methods

Salep Material

Salep used in the study was purchased commercially from a local supplier (Figure 1).

Figure 1. Salep powder (Aktarloji-Doğal Ürünler)

Extraction Method

Two different solvents, methanol and hexane (Sigma-Aldrich), were used for the preparation of salep extracts. The collected salep was first dried under controlled conditions and then finely ground using a mortar and pestle. A total of 20 g of powdered salep was subjected to Soxhlet extraction for 8 h with 200 mL of either 96% methanol or hexane. The resulting extracts were concentrated by complete solvent removal under reduced pressure at temperatures below 40 °C using a rotary evaporator (Heidolph Hei-Vap Series).

The crude extracts were dissolved in 25% dimethyl sulfoxide (DMSO) to obtain solutions at three different concentrations (30 mg/mL, 15 mg/mL, and 6 mg/mL). Prior to antibacterial assays, all extract solutions were sterilized by filtration through 0.45 µm membrane filters. The prepared extracts were stored at 4 °C until use in antibacterial activity tests (Hassanin et al., 2020; Saad et al., 2020).

In Vitro Antimicrobial Activity Determination – Disk Diffusion Method

The pathogenic microorganisms used to evaluate antimicrobial activity were obtained from national and international culture collections and maintained as stock cultures at –80 °C in the laboratory of the Department of Medical Services and Techniques, Vocational School of Health Services, Sinop University. In total, seven pathogenic microorganisms were included in the study, comprising two Gram-positive bacteria, two Gram-negative bacteria, and three fungal species. Detailed information on the tested microorganisms is provided in Table 1.

Table 1. Pathogenic microorganisms used in the study

Microorganisms	
Gram-positive bacteria	*Bacillus subtilis* ATCC 6633
	Staphylococcus aureus ATCC 25923
Gram-negative bacteria	*Escherichia coli* ATCC 25922
	Enterobacter aerogenes CCU 2531
Fungus	*Candida albicans* ATCC 10231
	Candida globrata ATCC 15126
	Candida tropicalis ATCC 13803

The antimicrobial activity of salep extracts was assessed using the disk diffusion method (Collins et al., 1989; Taner Saraçoğlu, 2024; Veyisoğlu et al., 2024a,b). Mueller–Hinton Agar (MHA) was used for bacterial strains, whereas Sabouraud Dextrose Agar (SDA; Difco) was employed for fungal cultures. Microbial suspensions were adjusted to the 0.5 McFarland standard, and 100 µL of each suspension was uniformly spread onto the agar surface using sterile swabs. The inoculated plates were then allowed to air-dry for approximately 5 min under a laminar flow cabinet.

Salep extracts prepared with methanol and hexane were diluted to final concentrations of 30, 15, and 6 mg/mL. For each concentration, 25 µL of the extract was loaded onto sterile 6-mm paper disks, which were subsequently placed on the surface of the dried agar plates. The plates were then left to dry for an additional 5 min under laminar flow conditions.
Bacterial cultures were incubated at 37 °C for 24 h, whereas fungal cultures were incubated at 28 °C for the appropriate period. Dimethyl sulfoxide (25%) served as the negative control. Ampicillin (AM10) and Polymyxin B (PB300) were used as positive controls for bacterial strains, while nystatin (NS100) was applied as the positive control for fungal strains. After incubation, the inhibition zones produced by the salep extracts were measured, including the disk diameter, and the results were expressed in millimeters.

Findings and Discussion

The schematic representation of the preparation of salep extracts using two different solvents (methanol and hexane) is presented in Figure 2. The antibacterial activity of salep extracts obtained with two different solvents was evaluated by the disk diffusion method, and the results are summarized in Table 2.

Table 2. Antimicrobial activity of salep extracts prepared with methanol and hexane solvents

Extracts	Gram-positive bacteria		Gram-negative bacteria		Fungus		
	BS	SA	EA	EC	CA	CG	CT
Methanol (30 mg/mL)	10	10	15	10	10	15	12
Methanol (15 mg/mL)	8	8	10	10	8	10	10
Methanol (6 mg/mL)	8	8	10	8	8	10	10
Hexane (30 mg/mL)	12	10	10	12	10	15	10
Hexane (15 mg/mL)	12	-	10	10	10	15	10
Hexane (6 mg/mL)	10	-	10	7	8	10	10
Ampicillin (AMP10)	30	20	7	20	-	-	-
Polymyxin B (PB300)	10	10	10	15	-	-	-
%25 DMSO	-	-	-	-	-	-	-

BS= *Bacillus subtilis* ATCC 6633, SA= *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, EA=*Enterobacter aerogenes* CCU 2531, EC= *Escherichia coli* ATCC 25922, CA= *Candida albicans* ATCC 10231, CG= *Candida globrata* ATCC 15126, CT= *Candida tropicalis* ATCC 13803. ND: Not determined; (-): No inhibition zone was shown.
Variations in inhibition zone diameters were observed, which differed according to both the extraction solvent and the bacterial strains tested.

Figure 2. Preparation of salep extract

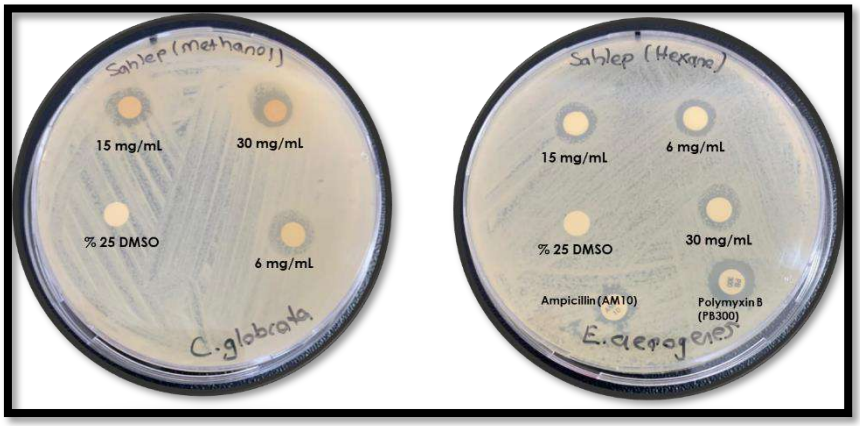


Figure 3. Inhibition zones formed by methanol and hexane extracts of Salep against some pathogens by disk diffusion method.

The antimicrobial activity of salep extracts varied depending on the type of solvent used and the type of microorganism (Table 2). Hexane extracts produced higher inhibition zones against Gram-positive bacteria, especially in *Bacillus subtilis* and *Staphylococcus aureus* strains, which may be attributed to hexane's ability to more effectively extract soluble lipophilic components of the cell wall (Cowan, 1999; CLSI, 2020).

In Gram-negative bacteria, the difference due to solvent is more pronounced. While methanol extract showed a stronger effect on *Enterobacter aerogenes* (15 mM), hexane extract exhibited higher activity on *Escherichia coli* (12 mM). This difference may be related to the permeability of the lipopolysaccharide layer in the outer membrane structures of Gram-negative bacteria (Nikaido, 2003).

Both solvents provided similar levels of inhibition in fungal strains. Zone diameters reaching 15 mm were observed in *Candida glabrata*, while moderate inhibition (8–12 mm) was achieved in *Candida albicans* and *Candida tropicalis* strains. This result suggests that the polyphenolic and alkaloid derivatives contained in salep extracts may have a partial effect on fungal cell membranes (Khan et al., 2010).

Compared with positive controls, ampicillin showed significant activity against Gram-positive bacteria (up to 30 mm). Polymyxin B, on the other hand, provided significant inhibition of Gram-negative strains. In contrast, 25% DMSO, as a negative control, showed no inhibition, thus confirming that the solvent does not directly contribute to antimicrobial activity.

Overall, the hexane extract was found to be more effective against Gram-positive bacteria, while the methanol extract exhibited stronger inhibition against Enterobacter aerogenes. Both solvents exhibited moderate activity against fungal species. These findings suggest that salep extracts contain antimicrobial components that vary depending on the solvent and may be used as potential biological agents against certain pathogens.

Conclusion and Recommendations

In this study, the antimicrobial activities of salep extracts were evaluated using two different solvents (methanol and hexane). The findings revealed that the type of solvent plays a decisive role in antimicrobial activity. Hexane extracts exhibited higher activity against Gram-positive bacteria, while methanol extracts provided stronger inhibition against some Gram-negative bacteria (especially *Enterobacter aerogenes*). Extracts prepared with both solvents were found to have moderate antifungal activity.

These results demonstrate that the bioactive compounds contained in salep extracts can be isolated differently depending on the solvent used and can exhibit varying levels of activity against specific microorganism groups. Although the extracts were less effective compared to positive controls (ampicillin and polymyxin B), their natural nature makes them a potential complementary antimicrobial agent in the pharmaceutical and food industries.

REFERENCES

Baytop T. (1999). Türkiye'de bitkilerle tedavi: Geçmişte ve bugün. Istanbul: Nobel Tıp Kitapevleri, pp.480.

Bulpitt, C.J. (2005). The uses and misuses of orchids in medicine, *QJM: An International Journal of Medicine*, 98 (9), 625–631, https://doi.org/10.1093/qjmed/hci094

Bulpitt, C.J., Li, Y., Bulpitt, P.F., & Wang, J. (2007). The use of orchids in Chinese medicine. *Journal of the Royal Society of Medicine,* 100, 558–563. https://doi.org/10.1177/0141076807100012014

Caliskan, O., Besir, A., Anil, M., Gülser, C., Yazici, F., & Kurt, D. (2023). Morphologic and chemical characterizations of some salep orchids. *Eurasian journal of soil science (EJSS),* 12(4), 344-351. https://doi.org/10.18393/ejss.1333347

Chinsamy, M., Finnie, J.F., & Van Staden, J. (2011). The ethnobotany of South African medicinal orchids. *South African Journal of Botany,* 77(1), 2–9. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2010.09.015

CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute) (2020). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. CLSI supplement M100. Wayne, PA: CLSI.

Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews,* 12(4), 564–582. https://doi.org/10.1128/CMR.12.4.564

Collins, C. M., Lyne, P. M., & Grange, J. M. (1989). Microbiological methods. Butterworths, London, UK, pp: 410.

Dressler, R.L. (1993). Phylogeny and Classification of the Orchid Family. Massachusetts: Cambridge University Press, Cambridge.

Ghorbani, A., Gravendeel, B., Selliah, S., Zarre, S., & Boer, H. (2017). DNA barcoding of tuberous *Orchidoideae*: a resource for identification of orchids used in Salep. *Molecular Ecology Resources,* 17(2), 342–352. https://doi.org/10.1111/1755-0998.12615

Hassanin, A. A., Saad, A. M., Bardisi, E. A., Salama, A., & Sitohy, M. Z. (2020). Transfer of Anthocyanin accumulating delila and rosea1 genes from the transgenic tomato microtom cultivar to moneymaker cultivar by conventional breeding. *J Agric Food Chem*, 68, 10741–10749. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c03307

Hossain, M.M. (2011). Therapeutic orchids: traditional uses and recent advances-An overview. *Fitoterapia*, 82(2), 102–140. https://doi.org/10.1016/j.fitote.2010.09.007

Khan, A., Ahmad, A., Akhtar, F., Yousuf, S., Xess, I., Khan, L. A., & Manzoor, N. (2010). Ocimum sanctum essential oil and its active principles exert their antifungal activity by disrupting ergosterol biosynthesis and membrane integrity. *Research in Microbiology,* 169(4–5), 267–277. https://doi.org/10.1016/j.resmic.2010.09.008

Kreutz, C.A.J. (2009). Türkiye orkideleri (botanik özellikleri, ekolojik özellikleri, doğal yayılış alanları, yaşam tehditleri, koruma önlemleri). Turkey: Rota Yayınları, pp.848.

Nikaido, H. (2003). Molecular basis of bacterial outer membrane permeability revisited. *Microbiology and Molecular Biology Reviews,* 67(4), 593–656. https://doi.org/10.1128/MMBR.67.4.593-656.2003

Saad, A. M., Mohamed, A. S., & Ramadan, M. F. (2020). Storage and heat processing affect
flavors of cucumber juice enriched with plant extracts. *Int. J. Veg. Sci*,1–11. https://doi.org/10.1080/19315260.2020.1779895

Sezik, E. (1984). Orkidelerimiz Türkiye'nin orkideleri. Istanbul: Sandoz Kültür Yayınları.

Şen, M., Palabiyik, I., & Kurultay, Ş. (2018). Composition, viscosity and solubility of saleps from twenty different orchid (*Orchidaceae*) species. *Journal of Food Measurement and Characterization,* 12, 1334–1339. https://doi.org/10.1007/s11694-018-9747-y

Taner Saraçoğlu, H. (2024). Farklı çözücülerle hazırlanan *Elettaria Cardamomum* (L.) metanol ekstraktlarının antibakteriyel aktivitelerinin incelenmesi. *Black Sea Journal of Engineering and Science,* 7(4), 635–640. https://doi.org/10.34248/bsengineering.1473309

Teoh, E.S. (2019). An Ancient Fantasy: Salep as Aphrodisiac. In: Orchids as Aphrodisiac, Medicine or Food. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18255-7_2

Veyisoğlu, A., Balta, Y. E., & Tatar, D. (2024a). Investigation of the antimicrobial activity of water and methanol extracts of *Salvadora persica* L. (miswak) plant against some pathogenic

microorganisms. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences,* 8(4), 964–969. https://doi.org/10.31015/jaefs.2024.4.25

Veyisoğlu, A., Yeşilyer, A., & Tatar, D. (2024b). Ticari olarak satılan *Spirulina Platensis*'in üç farklı çözücü ile elde edilen ekstraktlarının seçilmiş patojenik bakteri ve mantarlara karşı antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 7(5), 1031–1035. https://doi.org/10.34248/bsengineering.1533314

DEVELOPMENT OF AN ECO-FRIENDLY ADSORBENT FROM NATURAL POLYMER, NATURAL CLAY, AND NATURAL ORGANIC MATERIAL AND INVESTIGATION OF CRYSTAL VIOLET DYE REMOVAL FROM WATER

Ayşenur SAHIN
Kocaeli University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering Department, Kocaeli, Turkey,
ORCID: ID/0009-0001-1510-1539

Güler HASIRCI
Kocaeli University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering Department, Kocaeli, Turkey,
ORCID: ID/0000-0001-7435-8118

Prof. Dr. Nilüfer HILMIOGLU
Kocaeli University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering Department, Kocaeli, Turkey,
ORCID: ID/0000-0002-2627-8890

ABSTRACT
Industrialization, rapid population growth, and climate change put increasing pressure on freshwater resources. Synthetic dyes, widely used in the textile and paper industries, are one of the main causes of water pollution. Crystal violet, a cationic dye, is hard to break down biologically because of its chemical structure. It stays in wastewater for a long time, reduces water quality, and is toxic for ecosystems. Many methods have been developed to remove dyes, but low-cost and eco-friendly solutions are still needed. Current methods include coagulation, ozonation, membrane filtration, and biological processes. However, these methods have limitations in cost, efficiency, and environmental effects.
In this study, a composite adsorbent was prepared using alginate, zeolite, and humic acid as a low-cost and eco-friendly alternative. Alginate is biocompatible and easy to shape. Zeolite increases adsorption because of its large surface area and ion exchange capacity. Humic acid is strong in binding organic pollutants. The combination of these three materials aims to create a synergistic effect and remove crystal violet more efficiently.
The composite adsorbent was tested experimentally. The results show that it can remove dyes effectively from water. This study offers an effective, economical, and sustainable method for treating harmful dyes like crystal violet. The findings can provide a new approach for wastewater treatment and help protect the environment.
This study was supported by the TÜBİTAK 2209-A University Student Research Projects Support Program.
Keywords: Crystal Violet, Adsorption, Alginate, Zeolite, Humic Acid

DOĞAL POLİMER VE DOĞAL KİL İLE DOĞAL ORGANİK MADDEDEN ÇEVRE DOSTU ADSORBAN GELİŞTİRİLMESİ VE SUDAN KRİSTAL MENEKŞE BOYAR MADDE GİDERİMİNİN İNCELENMESİ

ÖZET
Sanayileşme, hızlı nüfus artışı ve iklim değişikliği, tatlı su kaynakları üzerinde giderek artan bir baskı oluşturmaktadır. Özellikle tekstil ve kağıt endüstrilerinde yoğun olarak kullanılan sentetik boyalar, çevresel kirliliğin en önemli kaynaklarından biridir. Bu boyalar arasında yer alan kristal menekşe, katyonik yapısı ve kimyasal direnci nedeniyle biyolojik olarak kolay parçalanmayan bir maddedir. Atıksularda uzun süre kalabilmesi, su kalitesini düşürmekte ve ekosistem için toksik etkilere yol açmaktadır. Boyar madde giderimi için birçok yöntem geliştirilmiş olsa da, düşük maliyetli ve çevre dostu çözümler hâlâ aranmaktadır. Mevcut yöntemler arasında koagülasyon, ozonlama, membran filtrasyonu ve biyolojik prosesler yer alsa da bu yöntemlerin maliyet, verimlilik ve çevresel etkiler açısından sınırlılıkları bulunmaktadır.

Bu çalışmada, düşük maliyetli ve çevre dostu bir alternatif olarak aljinat, zeolit ve humik asit kullanılarak kompozit bir adsorban hazırlanmıştır. Aljinat biyouyumlu ve kolay şekillendirilebilir yapısı ile bilinirken, zeolit yüksek yüzey alanı ve iyon değişim kapasitesi sayesinde adsorpsiyon verimini artırmaktadır. Humik asit ise organik kirleticiler ile güçlü bağ kurma özelliği ile öne çıkmaktadır. Bu üç malzemenin kombinasyonu, kristal menekşe gideriminde sinerjik bir etki oluşturarak daha yüksek verim sağlamayı amaçlamaktadır.

Çalışmada bu kompozit adsorbanın etkinliği deneysel olarak test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, boyar maddelerin su ortamlarından etkin biçimde uzaklaştırılabileceğini göstermektedir. Kristal menekşe gibi çevreye zararlı boyar maddelerin arıtımında etkin, ekonomik ve sürdürülebilir bir yöntem sunmaktır. Elde edilen bulgular, atıksu arıtma teknolojilerine yeni bir yaklaşım getirme potansiyeli taşımakta ve çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır.

Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı tarafından desteklenmiştir.

Anahtar kelimeler: Kristal Menekşe, Adsorpsiyon, Aljinat, Zeolit, Humik Asit

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

DEVELOPMENT OF BIONANOCOMPOSITE ADSORBENT FROM NATURAL MATERIALS BIOPOLYMER, NANOCLAY AND SUGAR ALCOHOL AND INVESTIGATION OF MALACHITE GREEN DYESTUFF REMOVAL FROM WATER

Hida ATALAN
Kocaeli University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering Department, Kocaeli, Turkey
ORCİD: ID/0009-0008-3296-2411

Güler HASIRCI
Kocaeli University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering Department, Kocaeli, Turkey,
ORCID: ID/0000-0001-7435-8118

Prof. Dr. Nilüfer HILMIOGLU
Kocaeli University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering Department, Kocaeli, Turkey,
ORCID: ID/0000-0002-2627-8890

ABSTRACT
Water pollution has become a major and alarming issue, significantly affecting aquatic life, plant populations, and the ever-increasing human demand for clean water, in short, all living beings. In recent years, surface and groundwater resources have been contaminated with industrial, urban, and agricultural wastewaters, especially in areas with high levels of production and industry. The discharge of industrial wastewater without sufficient treatment further exacerbates this problem.
Among the industrial wastewaters generated by the development of industry, textile industry effluents are one of the most significant pollutant sources. They pose a major threat to aquatic ecosystems due to the presence of dyes and toxic compounds that are highly resistant to biodegradation. The insufficient absorption of these dyes by fabrics leads to the formation of dense and highly colored wastewater.
As part of this project, the removal of Malachite Green (MG), a well-known dye used in high concentrations in textile applications and recognized for its toxic, mutagenic, and carcinogenic effects, was investigated using specially prepared adsorbents. The composite adsorbents produced are environmentally friendly, cost-effective, easily accessible, recoverable, and biodegradable. In essence, this project offers biodegradable, sustainable, and eco-friendly solutions to the water pollution problem originating from the textile industry. In this context, the biopolymer Sodium Alginate (SA) was selected for adsorbent preparation. Halloysite nanotube clay (HNT), known for its high surface area, good dispersion, and low toxicity, was added to this polysaccharide-based biopolymer, obtained from brown seaweed, to enhance its adsorption capacity. Furthermore, Mannitol, a natural sugar alcohol obtained from various plants, fungi, and bacteria, was incorporated as an additive to increase the composite adsorbent's charge carrying capacity and interaction strength.
This study aims to contribute to the protection of water resources by effectively removing the MG dye from wastewater in line with an environmentally friendly and sustainable approach. Additionally, it proposes an innovative and economical solution to environmental and water pollution by utilizing biopolymeric nanocomposite adsorbents with modified properties through the use of these additives.
Keywords: Malachite Green, Adsorption, Alginate, Halloysite, Mannitol

This study was supported by the TÜBİTAK 2209-A University Student Research Projects Support Program.

DOĞAL MALZEMELER BİYOPOLİMER, NANOKİL VE ŞEKER ALKOLÜNDEN BİYONANOKOMPOZİT ADSORBAN GELİŞTİRİLMESİ VE SUDAN MALAHİT YEŞİLİ BOYAR MADDE GİDERİMİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Su kirliliği, sucul yaşamı, bitki popülasyonunu, günden güne artan insan nüfusunun temiz suya olan ihtiyacını kısaca canlı yaşamını önemli oranda etkileyen büyük ve endişe verici bir konu haline gelmiş durumdadır. Son yıllarda özellikle üretim ve sanayinin fazla olduğu yerlerde yeraltı ve yerüstü su kaynakları, endüstriyel, kentsel ve tarımsal atık sularla kirlenmektedir. Endüstriyel atık suların yeteri kadar arıtılmadan atılması bu problemi daha da ciddi bir boyuta taşımaktadır.

Sanayinin gelişmesi sonucu ortaya çıkan endüstriyel atık sular arasında en büyük kirletici kaynaklardan biri olan tekstil endüstrisi atık suları, biyolojik olarak parçalanması oldukça zor olan boyar maddeler ve toksik bileşikler içermesi nedeniyle alıcı su ekosistemleri için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Kullanılan boyar maddelerin kumaşlar tarafından yeterince emilememesi yoğun ve renkli atık su oluşumuna sebebiyet vermektedir.

Bu boyar maddelerden biri olup tekstil uygulamalarında yüksek derişimlerde kullanıldığı için zehirli, mutajenik ve kanserojen etkileri ile bilinen Malahit Yeşilinin (MY), proje bağlamında hazırlanan adsorbanlarla giderimi incelenmiştir. Üretilen kompozit adsorbanlar, çevreye zarar vermeyen, ekonomik, kolayca temin edilebilen, geri kazanılabilir ve biyolojik olarak parçalanabilen özelliklerine sahiptir. Kısacası bu proje, tekstil endüstrisinde kaynaklanan su kirliliği sorununa biyobozunur, sürdürülebilir ve çevre dostu çözümler sunmaktadır. Bu doğrultuda adsorban hazırlamak için biyopolimer Sodyum Alginat (SA) seçilmiştir. Kahverengi deniz yosunlarından edinilen polisakkarit tabanlı biyopolimere adsorpsiyon kapasitesini iyileştirmek için yüksek yüzey alanı, iyi dağılım ve düşük toksisite özellikleri ile bilinen Halloysit nanotüp kili (HNT) ilave edilmiştir. Oluşturulan kompozit adsorbanın yük taşıma kapasitesini ve etkileşim gücünü artırmak için ise birçok bitki, mantar ve bakterilerden elde edilen doğal bir şeker alkolü olan Mannitol katkı maddesi ilave edilmiştir.

Bu çalışma, çevre dostu ve sürdürülebilir bir yaklaşım doğrultusunda MY boyar maddesini atık sulardan etkin bir şekilde gidererek su kaynaklarının korunmasına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Bunula birlikte, katkı maddeleriyle özellikleri değiştirilen, biyopolimerik nanokompozit adsorbanlar kullanarak, çevre ve su kirliliği üzerinde yenilikçi ve ekonomik bir çözüm önerilmektedir.

Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı tarafından desteklenmiştir.

Anahtar kelimeler: Malahit Yeşili, Adsorpsiyon, Alginat, Halloysit, Mannitol

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

APPLICABILITY OF THREE-DIMENSIONAL PRINTING TECHNOLOGY IN POST-DISASTER TEMPORARY HOUSING PRODUCTION

Dilemnur KUMTAŞ
Gebze Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Kocaeli, Türkiye
ORCİD: ID/ 0009-0009-0863-7560

Prof. Dr. Nilay COŞGUN
Gebze Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Kocaeli, Türkiye
ORCİD: ID/0000-0001-5874-3331

ABSTRACT
The need for shelter in the aftermath of natural disasters involves not only physical safety but also multidimensional requirements such as sustainability, social cohesion, and spatial flexibility. Although current temporary housing solutions generally rely on standardized structures such as tents and containers, these solutions face issues including limited durability, high energy consumption, and a lack of social integration. This study aims to evaluate the applicability of three-dimensional (3D) printing systems in the production of post-disaster temporary housing. In the literature, these issues are discussed under four main themes: cost, durability, social cohesion, and adaptability. In this context, the innovative advantages offered by 3D printing systems stand out.
In terms of methodology, a qualitative research approach has been adopted. A literature review was conducted based on academic publications and recent field examples related to 3D printing technologies; selected projects were then analyzed through a case study method. During the analysis process, the applicability, advantages and limitations of different 3D printing systems were examined. Within this scope, the technical infrastructure, materials used, and field applications of 3D printing systems such as Contour Crafting, D-Shape, and earth-based production were analyzed. Through various projects conducted in the United States, China, Mexico, and South Africa, the contributions of these technologies to housing production particularly in terms of speed, flexibility, and resource efficiency were revealed. Their potential to respond to temporary housing needs was evaluated under the themes of speed, efficiency, flexibility, and environmental performance, while limitations such as high setup costs, lack of regulatory standards, and social acceptance were also addressed.
In conclusion, although 3D printing technology has the potential to offer an innovative, sustainable, and user-oriented alternative for post-disaster housing, it is currently considered to be limited in terms of cost-effectiveness and practical applicability. For the widespread adoption of this technology, it is necessary to develop legal and technical frameworks through collaboration among local governments, the private sector, and academic institutions.
Keywords: Post-disaster shelter, temporary housing, transitional shelter, 3D printing technology, Contour Crafting

ÜÇ BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİSİNİN AFET SONRASI GEÇİCİ KONUT ÜRETİMİNDE UYGULANABİLİRLİĞİ

ÖZET
Doğal afetler sonrasında ortaya çıkan barınma ihtiyacı, sadece fiziksel güvenlik değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik, sosyal bütünlük ve mekânsal esneklik gibi çok boyutlu gereksinimleri beraberinde getirmektedir. Mevcut geçici barınma çözümleri genellikle çadır ve konteyner gibi standart yapı tiplerine dayansa da bu yapılar sınırlı dayanıklılık, yüksek enerji tüketimi ve sosyal entegrasyon eksiklikleri gibi sorunlarla karşı karşıyadır. Bu çalışma, afet sonrası geçici konut üretiminde üç boyutlu (3B) baskı teknolojisinin uygulanabilirliğini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Literatürde bu sorunlar maliyet, dayanıklılık, sosyal uyum ve uyarlanabilirlik olmak üzere dört başlıkta ele alınmakta, bu bağlamda 3B baskı teknolojisinin sunduğu yenilikçi avantajlar ön plana çıkmaktadır.

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. 3B baskı teknolojisiyle gerçekleştirilen projelere ilişkin akademik yayınlar ve güncel saha örnekleri üzerinden literatür taraması yapılmış; bu tarama kapsamında seçilen projeler vaka analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Analiz sürecinde, farklı 3B baskı sistemlerinin uygulanabilirliği, avantajları ve sınırlılıkları incelenmiştir. Bu kapsamda, Contour Crafting, D-Shape ve toprak bazlı üretim gibi 3B baskı sistemlerinin teknik altyapısı, kullanılan malzemeleri ve saha uygulamaları ele alınmış; Amerika Birleşik Devletleri, Çin, Meksika ve Güney Afrika'da gerçekleştirilen çeşitli projeler aracılığıyla, bu teknolojilerin konut üretiminde sunduğu hız, esneklik ve kaynak verimliliği gibi katkılar ortaya konmuştur. Geçici barınma ihtiyacına nasıl cevap verebileceği ise hız, verimlilik, esneklik ve çevresel performans başlıkları altında değerlendirilmiş; ayrıca yüksek kurulum maliyetleri, yapı standartlarına ilişkin düzenlemelerin eksikliği ve sosyal kabul gibi sınırlılıklar da analiz edilmiştir.
Sonuç olarak, 3B baskı teknolojisi, afet sonrası barınma ihtiyacına yenilikçi, sürdürülebilir ve kullanıcı odaklı bir alternatif sunma potansiyeline sahip olmasına karşın mevcut durumda maliyet ve uygulanabilirlik konusunda etkin olmadığı düşünülmektedir. Teknolojinin yaygınlaşabilmesi için yerel yönetim, özel sektör ve akademik aktörler arasında iş birliği ile yasal ve teknik çerçevelerin geliştirilmesi gerekmektedir.
Keywords: Afet sonrası barınma, geçici konut, geçiş barınağı, 3B baskı teknolojisi, Contour Crafting

1.Giriş

Doğal afetlerin ardından yeterli ve zamanında barınma sağlanması, küresel ölçekte süregelen bir sorun olmaya devam etmektedir. Afet sonrası kalıcı konutların yeniden inşası zaman almakta ve bu süreçte enkaz kaldırılması, arazi yetersizliği ve kaynak temini gibi faktörler önemli engeller olarak öne çıkmaktadır (Wagemann, 2017). Bu geçiş sürecinde, etkilenen afetzedelerin farklı şekillerde barınma ihtiyaçlarını gidermeleri gerekmektedir ve geçici barınma, ailelerin afet öncesi evlerine dönememeleri durumunda bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır (Wagemann, 2017).

Geçici barınma çözümlerinde bölgesel farklılıklara göre çeşitli uygulamalar olmakla birlikte, genellikle çadırlar ve konteynerler tercih edilmektedir. Bu yapıların tercih edilme sebepleri arasında tek bir noktada hızlı üretilip afet yerine sevk edilebilmesi, düşük maliyetleri, standart ebatlarda olmaları ve ihtiyaç dışı zamanlarda sökülüp taşınabilir olmaları bulunmaktadır (Sari & Çalişkan, 2022). Ancak bu yapılar termal, akustik ve benzeri fiziksel konfor parametrelerini yeterli derecede karşılamaması sebebiyle kullanım sırasında yüksek enerji tüketimi ihtiyacı doğurmaktadır. Ayrıca, kullanım süresinin uzaması durumunda bölgesel mevsim farklılıkları ile beraber uzun süreli barınma ihtiyaçlarını karşılamakta yetersiz kalmaktadırlar (Sari & Çalişkan, 2022). Bununla birlikte, geçici barınma programları konusunda bazı araştırmacılar bu çözümlerin maliyetli, yetersiz ve sürdürülemez olduğunu öne sürerken, diğerleri hızlı toparlanmaya destek olduğunu savunmaktadır (Wagemann, 2017).

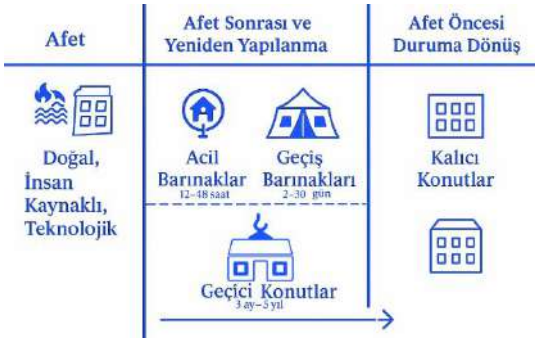
Bu bağlamda, 3B baskı teknolojisinin geçici barınma programı üretme potansiyeli, alternatif bir çözüm önerisi olarak tartışılmaktadır. 3B baskı ile yapı üretimi, hızlı uygulama, kullanıcı ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş üretim ve sıfır atık gibi avantajlar sunmaktadır (Sari & Çalişkan, 2022). Ayrıca 3B baskı ile üretilen yapılar, ek malzeme veya ekipmana ihtiyaç duymadan afet sonrası uzun süreli barınma için yeterli dayanıklılık ve güvenliği sağlayabilmektedir (Marijnissen & Van Der Zee, 2017). Bu yapıların doğal afetler sonrasında barınma için yüksek hızda inşa edilebilmeleri, çeşitli bölgesel, kolay ulaşılabilir yapı malzeme ve karışımlarının kullanılabilirliği, çok yönlülükleri ve düşük maliyetleri gibi avantajları öne çıkmaktadır (Marijnissen & Van Der Zee, 2017). 3B baskı ile üretilen yapılar, kullanıcıların konfor ihtiyaçlarını çeşitli boyut ve şekillerde karşılayabilecek esneklikte olması yönüyle geleneksel geçici barınma çözümlerine göre daha avantajlı olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, afet sonrası barınma ihtiyacına yönelik 3B baskı teknolojisinin uygulanabilirliğini araştırmaktır. Çalışmanın kapsamı, teknik ve ekonomik açıdan 3B baskı teknolojisinin ve mevcut afet sonrası barınma uygulamalarının incelenmesi ve bu teknolojinin hızlı, güvenli ve sürdürülebilir barınma çözümleri üretme potansiyelinin değerlendirilmesini içermektedir. Metodolojik olarak, literatür taraması ve mevcut proje örneklerinin incelenmesi yoluyla 3B baskının avantajları, dezavantajları ve uygulanabilirlik koşulları ele alınmıştır. Son olarak, elde edilen sonuçlar doğrultusunda, afet sonrası geçici barınma ihtiyaçları için 3B baskı teknolojisinin etkin kullanımına dair öneriler sunulmuştur.

2.Afet Sonrası Barınma İhtiyaçları ve mevcut Uygulamalar

2.1 Mevcut Tipolojiler

Afet sonrası barınma süreçleri; müdahale süresine, altyapı kapasitesine, sürdürülebilirlik düzeyine ve sosyal entegrasyon kabiliyetine göre farklılaşan çeşitli tipolojiler içermektedir. Bu tipolojiler genel olarak üç ana başlık altında sınıflandırılmaktadır: acil barınak, geçici konut ve geçiş barınağı (Şekil 1).



Şekil 14. Afet sonrası uygulamaları (Montalbano & Santi, 2023)

2.1.1. Acil Barınaklar

Acil barınaklar, afetin hemen ardından, hayatta kalma mücadelesi veren bireylerin temel ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kullanılan geçici yapı türleridir. Genellikle çadır, kamusal alanlar, okul salonları veya kiralanmış geçici yapılar biçiminde uygulanır (Şekil 2). Bu yapılar, 12 ila 48 saatlik süreyle kullanımda kalır ve afet sonrası ilk müdahale sürecinde hayati önem taşır (Montalbano & Santi, 2023).

Şekil 15. Kültür merkezinde toplu barınma,
Irak Fotoğrtaf:Klaus Bo Chiristensen

Bu barınakların temel amacı yalnızca fiziksel koruma sağlamak değil, aynı zamanda bireylerin en azından geçici süreyle güvende hissetmelerine olanak tanımaktır. Bununla birlikte, afet planlaması açısından acil barınakların mekânsal olarak kamusal açık alanlarla bütünleşmesi, afet sonrası müdahale kapasitesini artırmaktadır (Wei vd., 2020).

Acil barınaklar, altyapı gereksiniminin az olması, hızlı kurulabilirliği ve düşük maliyeti nedeniyle öncelikli tercih sebebidir. Bu barınak türü, genellikle bir gece ya da birkaç gün boyunca kullanılmak üzere tasarlanmıştır ve en basit barınma biçimi olarak kabul edilir (Ghanbarzadeh Ghomi vd., 2021).

2.1.3. Geçiş Barınakları

Geçiş barınakları, afet sonrası sürecin acil müdahale ve kalıcı konut aşamaları arasında bir köprü işlevi gören, esnek ve geliştirilebilir barınma çözümleridir (Şekil 3). Bu yapılar, kullanıcıların geçici barınmadan kalıcı konuta evrim sürecine katılımını desteklerken; taşınabilirlik, yükseltilebilirlik, sökülüp tekrar kurulabilirlik gibi özellikleriyle öne çıkar (Khadka vd., 2024).

Şekil 16. AFAD konteynerkent,Hatay
Fotoğraf: Anadolu Ajansı

Tasarım olarak modüler prensiplere dayanan geçiş barınakları, ihtiyaç duyulduğunda farklı iklim koşullarına uyarlanabilmekte ve çeşitli kullanım amaçlarına göre yeniden işlevlendirilebilmektedir. Bu esneklik, afetzedelerin yalnızca fiziksel değil, sosyal anlamda da yerleşik düzene geçişlerini kolaylaştırır (Montalbano & Santi, 2023).
Geçiş barınakları, kullanıcıların katılımına açık yapısı sayesinde ihtiyaçlara göre şekillendirilmekte; bu yönüyle yalnızca bir barınma çözümü değil, aynı zamanda toplumsal yeniden yapılanmanın fiziksel bir aracı olarak değerlendirilmekte ve sürdürülebilir afet yönetimi kapsamında önemli bir yer tutmaktadır (Khadka vd., 2024).

2.1.2. Geçici Konutlar

Geçici konutlar, afet sonrası kalıcı konutların inşası tamamlanana dek, afetzedelerin daha uzun süreli barınma ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kullanılan yapılardır. Bu yapılar genellikle prefabrike modüller, konteynerler, kiralık yapılar ya da kamu binalarının dönüştürülmesiyle oluşturulur (Şekil 4). Kullanım süreleri birkaç aydan birkaç yıla kadar uzanabilir ve çoğu zaman üç ay ile beş yıl arasında bir zaman dilimini kapsar (Montalbano & Santi, 2023).

Şekil 17. Geçiş Konutu, Tokyo
Fotoğraf: Forgemind ArchiMedia

Uygulamada geçici konutların, sadece fiziksel barınma işleviyle sınırlı kalmadığı; uzun vadeli yerleşim ve toplumsal düzenin yeniden kurulmasına kadar uzanan çok yönlü bir rol üstlendiği görülmektedir. Ancak bu yapılar çoğunlukla güvenli yaşam alanı sunma konusunda yetersiz kalmakta ve tasarımları itibariyle kalıcılaşmaya meyilli hale gelmektedir (Montalbano & Santi, 2023).
Bu süreçte kullanılan prefabrike sistemler veya kiralık yapılar, çoğunlukla altı ay ile üç yıl arasında kullanımda kalmak üzere dağıtılır.

Ancak sahada yaşanan uygulamalarda, altyapı eksiklikleri ve gecikmeler nedeniyle bu süreler aşılmakta ve geçici yapılar fiilen kalıcı hale gelmektedir (Ghanbarzadeh Ghomi vd., 2021).

2.2. Mevcut Uygulamalardaki Zorluklar

Afet sonrası barınma tipolojilerinin sınıflandırılması, uygulamada önemli bir yön gösterici olsa da bu yapıların sahadaki etkinliğini sınırlayan birçok zorluk mevcuttur. Literatürde bu sorunlar dört ana başlık altında ele alınmaktadır: maliyet, sosyal entegrasyon, dayanıklılık ve uyarlanabilirlik. Bu başlıklar, yalnızca barınakların fiziksel uygunluğunu değil, aynı zamanda kullanıcı refahı, ekonomik sürdürülebilirlik ve mekânsal esneklik gibi hayati faktörleri de kapsamaktadır.

2.2.1 Maliyet

Afet sonrası geçici ya da geçiş barınma çözümlerinde karşılaşılan en temel sorunlardan biri maliyettir. Barınma sistemlerinin üretimi, taşınması, kurulumu ve sürdürülebilirliği yüksek ekonomik yükler doğurabilmektedir. Özellikle konteyner tipi sistemlerde prefabrikasyon süreci ve nakliye giderleri toplam maliyeti önemli ölçüde artırmaktadır (Montalbano & Santi, 2023).

Bazı uygulamalarda ekonomik öncelikler gözetilerek maliyet düşürülmeye çalışılsa da bu durum çoğu zaman çevresel sürdürülebilirlik ve sosyal bütünleşme gibi diğer önemli kriterlerin göz ardı edilmesine neden olmaktadır. Örneğin, bir geçici barınak sisteminde birim başına maliyetin yaklaşık 3300 USD'ye ulaşması, ekonomik baskıların tasarım kararlarına doğrudan etki ettiğini göstermektedir (Montalbano & Santi, 2023).

Bununla birlikte, düşük maliyetli yapıların dayanıklılığı, kullanıcı konforu ve kültürel uyumu gibi açılardan zayıf kalması da ayrı bir sorun alanı yaratmaktadır. Ekonomik sürdürülebilirlik ile fiziksel ve sosyal sürdürülebilirlik arasında bir denge kurulamadığında, üretilen barınaklar kısa ömürlü ya da işlevsiz hale gelmektedir (Samad vd., 2019).

Bu bağlamda afet sonrası barınma politikalarının yalnızca ekonomik kriterlere değil; uzun vadeli kullanım, çevresel etki ve kullanıcı ihtiyaçlarını da kapsayan çok yönlü bir değerlendirme çerçevesine dayanması gerekmektedir (Ghanbarzadeh Ghomi vd., 2021).

2.2.2 Sosyal Entegrasyon

Afet sonrası barınma çözümleri, yalnızca fiziksel birer korunak olmaktan öte, bireylerin sosyal hayata yeniden entegre olmasını kolaylaştıracak mekânsal düzenlemeleri de içermelidir. Geçici konut alanlarında yaşanan en büyük sorunlardan biri, tasarımların kullanıcıların kültürel alışkanlıklarını ve sosyal pratiklerini dikkate almadan oluşturulmasıdır (Montalbano & Santi, 2023).

Afetzedeler için barınma bir güvenlik aracı olmanın ötesinde, topluluk hissini yeniden inşa edebilecek bir sosyal alan anlamı da taşır. Ancak birçok geçici konut birimi, sadece barınma işlevine odaklandığı için bireyler arasında sosyal etkileşimi desteklememekte, ortak alanlar yeterince sağlanmamakta ya da tasarımlar kullanıcıların yaşam biçimleriyle örtüşmemektedir (Wei vd., 2020).

Özellikle farklı yaş grupları, cinsiyetler ve kültürel yapılar dikkate alınmadan tasarlanan alanlar, kullanıcıların mekâna aidiyet hissetmesini engellemekte ve toplumsal dışlanmayı artırabilmektedir. Bu durum, afet sonrası yaşanan travmaların iyileşme sürecini de doğrudan etkilemektedir (Khadka vd., 2024).Bu bağlamda barınma çözümlerinin yalnızca yapısal değil, aynı zamanda sosyo-kültürel düzeyde de uyumlu olması gereklidir. Topluluk yapısını destekleyen, sosyal etkileşimi teşvik eden kamusal alanlar ve kullanıcı katılımını önceleyen planlama modelleri, afet sonrası sosyal iyileşmenin en önemli araçları arasında yer almaktadır (Ghanbarzadeh Ghomi vd., 2021).

2.2.3 Dayanıklılık

Afet sonrası barınakların dayanıklılığı, hem yapıların çevresel koşullara karşı fiziksel direnci hem de uzun vadeli kullanıma uygunluğu açısından önemli bir kriterdir. Geçici barınakların pek çoğu düşük maliyetli ve hızlı üretim teknikleriyle inşa edildiğinden, dayanıklılık özellikleri ikincil planda kalabilmektedir. Özellikle prefabrike konteyner yapıların zayıf ısı yalıtımı ve nem geçirgenliği gibi problemleri sıkça karşılaşılan sorunlardandır (Montalbano & Santi, 2023).

Çoğu zaman geçici yapılar kısa ömürlü olarak tasarlanmakta ancak uygulamada kalıcı hale gelmeleri nedeniyle, tasarım aşamasındaki zayıf malzeme tercihleri uzun vadede yaşam kalitesini ciddi ölçüde düşürmektedir (Samad vd., 2019). Bunun sonucunda yapılar, hem çevresel faktörlere karşı dayanıksız hale gelmekte hem de bakım-onarım maliyetleri artmaktadır.
Dayanıklılığı artırmak amacıyla bazı çalışmalarda yerel malzeme kullanımı önerilmekte ve iklim koşullarına uyum sağlayabilen modüler sistemler geliştirilmektedir (Khadka vd., 2024). Ancak bu tür çözümler sınırlı sayıda örnekle sınırlı kalmakta, yaygın uygulamalarda ise çoğunlukla beton zeminli, taşınması güç ve yeniden kullanımı sınırlı yapılar tercih edilmektedir (Montalbano & Santi, 2023).
Ayrıca, afet sonrası kurulan bazı barınma birimlerinin bakım süreçleri ihmal edilmekte, bu da zamanla yapıların hızla bozulmasına neden olmaktadır. Kullanıcıların uzun süre bu yapılar içinde yaşamaya devam ettiği düşünüldüğünde, barınakların dayanıklılık açısından yalnızca geçici değil, aynı zamanda sürdürülebilir şekilde tasarlanması gerektiği ortaya çıkmaktadır (Ghanbarzadeh Ghomi vd., 2021).

2.2.4 Uyarlanabilirlik

Afet sonrası barınma çözümlerinin etkinliğini belirleyen en kritik faktörlerden biri de yapının değişen ihtiyaçlara göre uyarlanabilirliğidir. Bu bağlamda, özellikle geçiş barınaklarının sökülüp yeniden kurulabilir olması, farklı kullanım amaçlarına dönüştürülebilmesi ve zamanla kalıcı konutlara entegre edilebilmesi beklenmektedir (Ghanbarzadeh Ghomi vd., 2021).
Uyarlanabilirlik yalnızca yapısal dönüşüm kapasitesi ile sınırlı olmayıp; barınağın çeşitli iklim koşullarına uygun hale getirilebilmesi, kullanıcı sayısındaki değişikliklere yanıt verebilmesi ve zamanla büyütülüp küçültülebilmesi gibi özellikleri de içermektedir (Montalbano & Santi, 2023). Bu doğrultuda geliştirilen açık sistemli prefabrik yapılar, farklı konfigürasyonlara izin vermekte ve kullanıcı gereksinimlerine göre yeniden tasarlanabilmektedir.
Bazı barınak prototipleri mobilite esasına dayanarak tasarlanmış, bu sayede farklı afet bölgelerinde tekrar kullanılabilir hale getirilmiştir. Bu tür uygulamalarda tasarımlar yalnızca yapının fiziksel özelliklerini değil, kullanıcı davranışlarını ve sosyal düzeni de dikkate alacak şekilde kurgulanmaktadır (Khadka vd., 2024).
Tüm bu nedenlerle, afet sonrası barınma tasarımında uyarlanabilirlik ilkesinin gözetilmesi hem ekonomik hem de sosyal sürdürülebilirlik açısından vazgeçilmezdir.

3.3B Baskı ile Yapı Üretim Teknolojileri

3.1. Üretim Teknolojisinin Altyapısı

Yapı üretiminde dijitalleşme süreci, geleneksel inşa tekniklerinin ötesine geçen yeni bir paradigma sunmaktadır. Özellikle 3B baskı teknolojileri, yalnızca tasarımın çeşitlenmesini değil, aynı zamanda üretim sürecinin daha hızlı, daha düşük maliyetli ve daha az atıkla gerçekleşmesini olanaklı kılmaktadır. Bu sistemlerin merkezinde, Katmanlı Şekillendirme Tekniği (Contour Crafting), beton ekstrüzyonu, D-Şekil Teknolojisi (D-Shape) ve toprak bazlı üretim gibi katmanlı üretim teknikleri yer almaktadır.

3.1.1. Katmanlı şekillendirme tekniği (Contour crafting)

Bu teknoloji, betonun katmanlar hâlinde ekstrüde edilmesi ve yüzeyin aynı anda mastarlanması ile yüksek yüzey kalitesi sağlar (Şekil 5). Özellikle elektrik ve mekanik sistemlerin duvar içine gömülü şekilde entegre edilmesine imkân tanıması, onu mimari açıdan çığır açıcı bir teknolojiye dönüştürmektedir (El-Sayegh vd., 2020).

Şekil 18. Katmanlı şekillendirme tekniği (Contour crafting) (www.contourcrafting.com)

3.1.2. D-Şekil Teknolojisi (D-Shape)

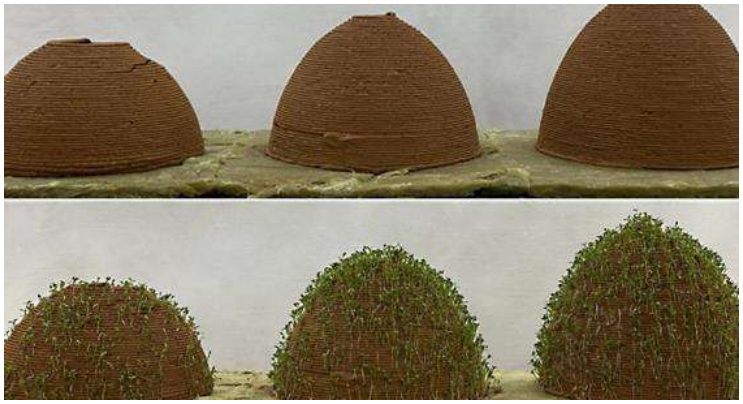
Bu teknoloji, bağlayıcı ile birleştirilen kum gibi malzemelerle çalışarak karmaşık serbest formların üretimini mümkün kılar (Şekil 6). 2005 yılında geliştirilen bu teknik, genellikle kabuk yapılar ve peyzaj elemanları için tercih edilmektedir (El-Sayegh vd., 2020).

Şekil 19. D-Şekil Teknolojisi (D-Shape) (Wikipedia)

3.1.3. Toprak bazlı üretim

Toprak, sürdürülebilirliği, yerel erişilebilirliği ve düşük karbon ayak izi nedeniyle 3B baskı sistemlerinde giderek daha fazla tercih edilen bir malzemedir. Bu yöntemde, kil, saman ve bağlayıcı katkılarla zenginleştirilmiş doğal toprak karışımları, özel 3B yazıcılarla katman katman serilerek yapı elemanları oluşturulur (Şekil 7).

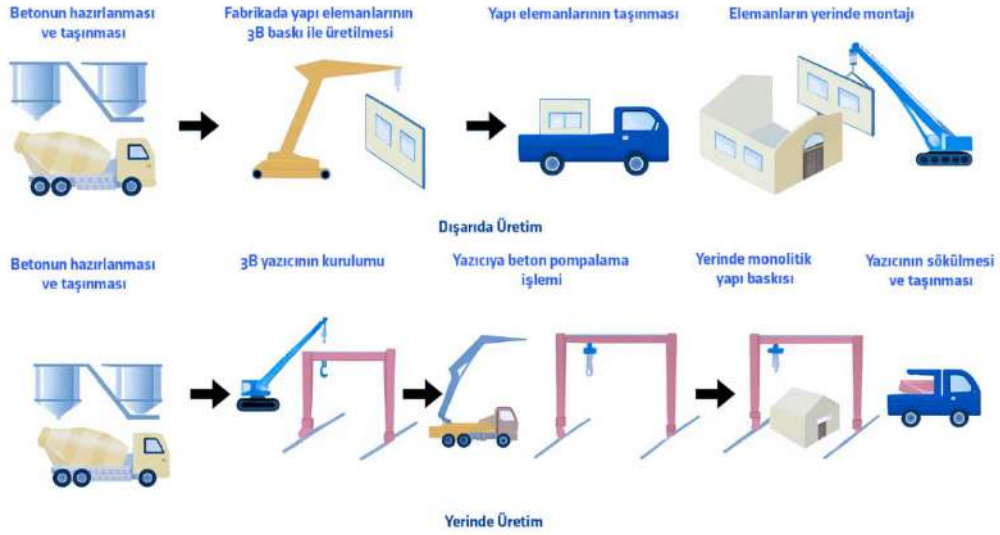
Bu teknik hem düşük maliyetli konut üretimi hem de çevresel uyum açısından büyük avantaj sunar. Ayrıca toprak, ısı geçirgenliği ve nem düzenleyici özellikleri sayesinde biyoklimatik performans açısından da etkilidir. Bu sistemler, geleneksel çimento bazlı yapılarla karşılaştırıldığında yeniden kullanılabilirlik ve biyolojik ayrışabilirlik gibi çevresel avantajlar sunmaktadır.



Şekil 20. 3D baskılı toprak yapıları başarıyla büyüyen bitkiler (Çamuşoğlu, 2023)

Baskı sistemleri, genellikle gantry tipi yazıcılar, robotik kollar ya da kabloya bağlı taşıyıcı sistemler kullanılarak gerçekleştirilir. Gantry sistemleri düz yüzeylerde yüksek baskı kararlılığı sağlarken, robotik kollar özellikle kıvrımlı veya parametrik geometrilerde esnek çözümler sunar. Kablo destekli sistemler ise hızlı kurulum ve hafiflik avantajıyla, özellikle afet sonrası geçici barınaklarda öne çıkmaktadır (El-Sayegh vd., 2020).

3B baskı teknolojsi ile yerinde (on-site) ve dışarıda (off-site) üretim yapılabilmektedir. Yerinde üretim (on-site) stratejileri, baskı ekipmanlarının doğrudan arsa üzerine kurulmasıyla gerçekleştirilirken; yer dışında (off-site) yapılan baskılar, daha kontrollü koşullarda ön üretimli elemanların hazırlanmasını sağlar (Şekil 8). Örneğin Dubai'de Apis Cor firmasının gerçekleştirdiği yapıda, tüm duvarlar sahada 3B olarak basılmış, temel ve döşemeler ise geleneksel yöntemle inşa edilmiştir (Alhumayani vd., 2020). Buna karşın prefabrik baskılar, baskı kalitesini artırırken büyük yapıların sahada birleştirilmesini gerektirir (Liu vd., 2023).



Şekil 21. Yerinde ve dışarıda üretim aşamaları (Ter Haar vd., 2023)

3.2. Malzemeler ve Yerel Uyum

3B baskı teknolojisinin başarısı, yalnızca yazıcı sistemlerine değil, kullanılan malzeme karışımlarının reolojik ve yapısal özelliklerine de bağlıdır. Bu bağlamda, beton, çamur, killi toprak, bağlayıcı katkılar ve lifli malzemelerle çeşitli karışımlar geliştirilmiştir. Özellikle yerel kaynakların kullanımı, sürdürülebilirlik ve lojistik kolaylıklar açısından öne çıkar.

Toprak bazlı sistemlerde yapılan araştırmalar, kil-toprak karışımlarına saman, jüt gibi liflerin eklenmesinin, çatlama direncini artırdığını ve kuruma sonrası yapının mukavemetini olumlu etkilediğini göstermektedir (Venturi vd., t.y.).
Yüksek mukavemetli beton karışımları ise 3B baskının mekanik performansını artırmakta, katmanlar arası bağ dayanımı ile birlikte genel yapı stabilitesini güçlendirmektedir. Son çalışmalar, baskı yönüne göre değişen performans farklılıklarını göstermekte ve bu durum, mimari tasarımda baskı yönü ile formun ilişkisini daha dikkatli kurmamızı gerektirmektedir (Liu vd., 2023).
Malzeme israfı açısından da 3B baskı teknolojisinin belirgin bir avantajı bulunmaktadır. Geleneksel inşaat süreçlerinde ortalama %35'lere ulaşan malzeme kaybı, baskı teknolojilerinde %8'e kadar düşmektedir (Moghayedi vd., 2024). Bu oran, hem çevresel etkiyi azaltmakta hem de özellikle düşük bütçeli projelerde verimlilik sağlamaktadır.

3.3. Uluslararası Uygulamalar ve Deneyimler

Uluslararası ölçekte farklı coğrafyalarda gerçekleştirilmiş, 3B baskı teknolojisinin yapı üretiminde sahada test edilip ölçeklendirildiği projeler, bulunmaktadır. Bu projeler, teknolojinin sadece bir prototip değil, aynı zamanda pratik bir yapı üretim aracı olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.
Amerika Birleşik Devletleri merkezli ICON firması, 2019 yılında Meksika'da gerçekleştirdiği sosyal konut projesinde, zorlu iklim koşullarına rağmen her bir konutu yaklaşık 24 saatte basmayı başarmıştır (Şekil 9). Yağışlı hava, çamurlu zemin ve düşük altyapıya rağmen baskı sürecinin kesintiye uğramadan ilerlemiş olması, teknolojinin dayanıklılığını ortaya koymaktadır (Schuldt vd., 2021).

Şekil 22. ICON sosyal konut projesi. Meksika (Grace, 2019)

Çin'in Suzhou kentinde ise 2015 yılında, katmanlı şekillendirme tekniği yöntemiyle inşa edilen beş katlı apartman binası, dikeyde uygulanabilirliğin bir örneğini teşkil etmektedir. Bu yapı, sadece yük taşıyıcı duvarları değil, aynı zamanda iç duvarları ve dekoratif elemanları da aynı sistemle üretmiş, böylece baskının estetik potansiyeli de değerlendirilmiştir (Liu vd., 2023).
Güney Afrika'daki bir pilot uygulamada ise 40 m²'lik bir ev, düşük gelirli vatandaşlara yönelik kamu konut tipolojisine uygun olarak basılmıştır. Bu proje, 3B baskının gelişmekte olan ülkelerde konvansiyonel konut üretimine alternatif olabileceğini göstermesi açısından önemlidir (Moghayedi vd., 2024).
Askeri ve afet sonrası alanlarda ise ABD ordusunun ACES programı, betonla üretilmiş barınaklar, 10 metrelik köprüler ve ileri üs yapıları gibi çeşitli yapıların 3B baskı ile sahada inşa edildiğini raporlamaktadır. Bu uygulamalarda, yerel malzeme kullanımı ve otonom sistemlerin birlikte çalışması sayesinde lojistik zorluklar en aza indirgenmiştir (Schuldt vd., 2021).

Hollanda merkezli Delft Teknik Üniversitesi ve Eindhoven Teknik Üniversitesi ortaklığında geliştirilen TERRA–ink Acil Durum Mimarisi için Katmanlı Toprak Üretimi projesi, yerel toprak malzemelerinin 3B baskı teknolojileriyle katmanlı olarak kullanıldığı alternatif bir üretim yöntemi önermektedir (Şekil 10). Bu yöntem, finansal yatırımları ve insan gücü ihtiyacını azaltmakta, aynı zamanda lojistik süreci sadeleştirerek farklı durumlara ve gereksinimlere uyarlanabilir çözümler üretmeyi amaçlamaktadır (Venturi vd., 2019).

Şekil 23. TERRA–ink Acil Durum Mimarisi için Katmanlı Toprak Üretimi proje diyagramı (Venturi vd., 2019)

Tüm bu uluslararası uygulamalar, 3B baskının yalnızca prototip üretimi için değil, aynı zamanda kalıcı, yapısal olarak güvenli ve ekonomik yapılar inşa etmek için de giderek yaygınlaştığını ortaya koymaktadır.

3.4. Geçici ve Geçiş Konutlarında 3D Baskının Faydaları

Afet sonrası barınma ihtiyacının hızlı ve etkili biçimde karşılanması hem fiziksel hem de sosyal açıdan kritik bir konudur. 3B baskı teknolojisi, geçici ve geçiş konutları için sunduğu hız, tasarım esnekliği, kaynak verimliliği ve çevresel sürdürülebilirlik gibi avantajlar sunmaktadır.

i.Hız ve Verimlilik: 3B baskı sistemlerinin en büyük avantajlarından biri, kısa sürede yapı üretimini mümkün kılmasıdır. Tekil bir barınma biriminin 24–48 saat içinde basılabilmesi, geleneksel yapı üretimiyle kıyaslandığında olağanüstü bir zaman tasarrufu sunmaktadır (El-Sayegh vd., 2020). Bu hız, özellikle deprem, sel ya da savaş sonrası oluşan acil barınma ihtiyacında hayati önem taşır. Örneğin, Meksika'da yürütülen projelerde konutlar bu sürede inşa edilmiş, baskı sürecinin hava koşullarından asgari düzeyde etkilenmesi sayesinde süreç kesintisiz sürdürülebilmiştir (Schuldt vd., 2021).

ii.Tasarım Esnekliği ve Kişiselleştirme: 3B baskı, mimari anlamda kalıpların dışına çıkan, organik ve parametrik tasarımlara olanak tanımaktadır. Bu sayede, yalnızca işlevsel değil, aynı zamanda kültürel bağlama uygun, kullanıcı merkezli mekânlar da üretilebilir. Geleneksel yapı sistemleri genellikle tek tip geçici yapılarla sınırlıyken, 3B baskı ile bölgeye özgü yaşam biçimleri ve geleneksel mekânsal örgütlenmeler yeniden yorumlanabilir (El-Sayegh vd., 2020).

iii.Kaynak Verimliliği ve Atık Azaltımı: Geçici barınakların üretiminde kullanılan malzemenin israf edilmeden kullanılması, sürdürülebilirlik açısından kritik bir gerekliliktir. 3B baskılı yapılarda, yalnızca ihtiyaç kadar malzeme kullanılması ve kalıp ihtiyacının olmaması sayesinde atık oranı %8'e kadar düşmektedir. Geleneksel inşaat sistemlerinde bu oran %30–35 seviyelerine çıkmaktadır (Moghayedi vd., 2024).

iv.Çevresel Performans: Sadece malzeme verimliliği değil, aynı zamanda yapının yaşam döngüsündeki karbon ayak izi de önem taşır. Afrika'da uygulanan pilot projelerde 3B baskılı konutların, eşdeğer geleneksel yapılarla kıyaslandığında %48 daha düşük karbon salımı ile tamamlandığı saptanmıştır. Aynı çalışmada, yapıların üretim süresinin de %70 oranında kısaldığı belirtilmiştir (Moghayedi vd., 2024).
Bütün bu özellikler değerlendirildiğinde, 3B baskı teknolojisi, geçici ve geçiş konutu üretimi için yalnızca pratik bir çözüm değil, aynı zamanda estetik, sürdürülebilir ve kullanıcı odaklı bir yaklaşım sunmaktadır.

3.5. Zorluklar ve Sınırlılıklar

3B baskı teknolojisi mimari ve inşaat pratiğinde önemli olanaklar sunarken, bu potansiyelin yaygın bir şekilde kullanılabilmesi bazı yapısal, ekonomik, teknik ve sosyokültürel sınırlamaların aşılmasını gerektirir. Özellikle afet sonrası ya da düşük gelirli bölgelerde uygulanabilirliğin sağlanabilmesi, bu zorlukların açıkça tanımlanmasını ve eleştirel biçimde değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır.
i.Maliyet ve Ekonomik Engeller: 3B baskı teknolojisinin ilk kurulum maliyetleri oldukça yüksektir. Yazıcı sistemleri, özel nozul donanımları, kontrollü malzeme hazırlama üniteleri ve otomasyon sistemleri, ilk etapta ciddi bir finansman gerektirir. Ayrıca, bu sistemlerin çoğunun ithal oluşu ve yerel tedarik zincirlerinin henüz gelişmemiş olması, maliyetlerin daha da artmasına neden olmaktadır. Güney Afrika'daki bir çalışmada, 3B baskılı bir konutun yaşam döngüsü maliyetinin geleneksel bir yapıya göre %381 daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Moghayedi vd., 2024).
ii.Düzenleyici ve Standartlaştırma Sorunları: 3B baskı ile inşa edilen yapıların halen birçok ülkede yapı ruhsatı alması, yapı kodlarına uygunluk göstermesi veya sigortalanabilmesi zordur. Özellikle acil durum konutları bağlamında, güvenlik, yangın dayanımı ve yük taşıma gibi parametrelerde uluslararası standartlara uyum konusunda ciddi boşluklar vardır (El-Sayegh vd., 2020). Ayrıca, bina servis sistemleri (elektrik, tesisat) hâlâ baskı sürecine entegre edilememektedir; bu da yapım sonrası müdahaleyi zorunlu kılar.
iii.Teknik ve Lojistik Kısıtlamalar: 3B baskı ile üretimde karşılaşılan en temel teknik sorunlardan biri katmanlar arası yapışma zayıflığı ve anizotropik davranışlardır. Katman yönüne bağlı olarak yapının yük taşıma kapasitesi değişmekte, özellikle düşey yüklere karşı zayıf noktalar oluşabilmektedir(El-Sayegh vd., 2020). Ayrıca, mevcut baskı sistemlerinin çoğu küçük ölçekli yapılar için geliştirilmiş olduğundan, büyük hacimli yapıların üretimi sırasında sistemlerin stabilitesi, taşıma kapasitesi ve baskı doğruluğu sorun yaratmaktadır (El-Sayegh vd., 2020)
Bunun yanında, baskı için gerekli enerji ihtiyacının sabit, kesintisiz ve yüksek düzeyde olması da altyapısı yetersiz alanlarda önemli bir lojistik zorluk teşkil eder. Taşınabilir sistemlerin sınırlı baskı hacmi ve zemin stabilizasyonuna duyarlılığı, özellikle afet bölgelerinde uygulamayı zorlaştırmaktadır.
i.Sosyal ve Kültürel Kabul Sorunları: Yeni bir yapı teknolojisi olarak 3B baskı, toplumun ve kullanıcıların algısı bakımından da çeşitli dirençlerle karşılaşmaktadır. Özellikle geleneksel mimarlık anlayışının güçlü olduğu toplumlarda, estetikten yalıtıma, mekânsal organizasyondan mahremiyet duygusuna kadar birçok konuda yeni yapıların alışılmış normlarla uyuşmadığı düşünülmektedir. Ayrıca, bazı kullanıcılar bu teknolojiyi "deneysel" ya da "geçici" olarak algılamakta, uzun ömürlü bir çözüm olarak benimsememektedir (Moghayedi vd., 2024).
ii.Dijital ve Siber Güvenlik Riskleri: Son olarak, dijitalleşmeye dayalı sistemlerin inşaat sahasında kullanılması, beraberinde yazılım güvenliği, veri bütünlüğü ve sistem çökmesi gibi yeni risk türlerini de getirmektedir. 3B baskı yazıcılarının üretim esnasında kesintiye uğraması, hatalı dosya okunması veya güvenlik açıklarının oluşması yapının tamamını riske atabilir (El-Sayegh vd., 2020).

Sonuç

Bu çalışma kapsamında, 3B baskı teknolojisinin geçici barınma alanlarının üretiminde nasıl dönüştürücü bir potansiyele sahip olduğu incelenmiştir. Özellikle afet sonrası acil müdahale dönemlerinde hızlı üretim kapasitesi, düşük malzeme israfı ve çevresel sürdürülebilirlik gibi avantajlarıyla 3B baskı, geleneksel yapı sistemlerine bir alternatif olarak öne çıkmaktadır.

Her ne kadar bu teknoloji her duruma uygun, maliyet etkin ve evrensel bir çözüm sunmasa da hız, modülerlik ve karbon ayak izini azaltma gibi önceliklerin ön planda olduğu senaryolarda, etkili bir yöntem olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, geçici yapılarla kalıcı mekânlar arasındaki çizginin zamanla silikleştiği afet bölgelerinde, baskı sistemlerinin modüler dönüşebilirlik özellikleriyle birlikte tasarlanması gerekmektedir. Bu nedenle yapısal dönüşüm süreçlerini destekleyecek rehber sistemlere ve tasarım stratejilerine duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır.

Afet sonrası yeniden inşa süreçlerinin sadece fiziksel yapı üretimi ile sınırlı olmaması gerektiği, afet risk azaltma stratejileri, akıllı şehir planlamaları ve mekânsal veri altyapılarıyla bütünleşik bir planlama yaklaşımı benimsenmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, 3B baskı sistemlerinin mobilize edilebilir, yenilenebilir enerji ile çalışabilir, biyobazlı ve yerel kaynaklarla uyumlu malzemeleri kullanabilir hâle getirilmesi, teknolojiyi daha dirençli ve bağlama duyarlı kılacaktır.

Sadece afet sonrası değil, afet öncesinde yapılacak mekânsal planlamalarla, bölge bazlı risk analizleri doğrultusunda geçici barınma alanlarının senaryolaştırılması ve önceden dijital olarak tasarlanması, müdahale sürecinin hem hızını hem de kalitesini artıracaktır. Bu bağlamda, bölgesel ihtiyaçlara göre esnekleşebilen, ön üretimli ve yerel malzemeye adapte olabilen 3B baskı sistemleri, afet yönetiminin sadece bir parçası değil, aynı zamanda gelecekteki mekânsal dirençliliğin temel bileşeni hâline gelmeye adaydır.

Sonuç olarak, afet sonrası geçici barınma yapılarının uzun süreli kullanımının kalıcı konut politikalarını ve uygulamalarını doğrudan etkilediği unutulmamalıdır. Bu durum, daha yenilikçi ve sürdürülebilir çözümlere ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

KANAKÇA

Alhumayani, H., Gomaa, M., Soebarto, V., & Jabi, W. (2020). Environmental assessment of large-scale 3D printing in construction: A comparative study between cob and concrete. Journal of Cleaner Production, 270, 122463. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122463

Çamuşoğlu, (2023). Sürdürülebilir Mimaride 3D Baskılı Toprak Yapılar Nedir? https://www.ekoyapidergisi.org/surdurulebilir-mimaride-3d-baskili-toprak-yapilar-nedir

El-Sayegh, S., Romdhane, L., & Manjikian, S. (2020). A critical review of 3D printing in construction: Benefits, challenges, and risks. Archives of Civil and Mechanical Engineering, 20(2), 34. https://doi.org/10.1007/s43452-020-00038-w

Grace, (2019) World's First 3D Printed Community Minimises Homelessness in Mexico, |ArchDaily.

Ghanbarzadeh Ghomi, S., Wedawatta, G., Ginige, K., & Ingirige, B. (2021). Living-transforming disaster relief shelter: A conceptual approach for sustainable post-disaster housing. Built Environment Project and Asset Management, 11(4), 687-704. https://doi.org/10.1108/BEPAM-04-2020-0076

Khadka, A., Yoon, S., Walker, R. G., Lewis, A. K., & Bae, Y. (2024). A Systematic Approach to Developing Sustainable Post-Disaster Shelters in the Southern Region of the United States. Buildings, 14(8), 2536. https://doi.org/10.3390/buildings14082536

Liu, D., Zhang, Z., Zhang, X., & Chen, Z. (2023). 3D printing concrete structures: State of the art, challenges, and opportunities. Construction and Building Materials, 405, 133364. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133364

Marijnissen, M. P. A. M., & Van Der Zee, A. (2017). 3D Concrete Printing in Architecture—A research on the potential benefits of 3D Concrete Printing in Architecture. 299-308. https://doi.org/10.52842/conf.ecaade.2017.2.299

Moghayedi, A., Mahachi, J., Lediga, R., Mosiea, T., & Phalafala, E. (2024). Revolutionizing affordable housing in Africa: A comprehensive technical and sustainability study of 3D-printing technology. Sustainable Cities and Society, 105, 105329. https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105329

Montalbano, G., & Santi, G. (2023). Sustainability of Temporary Housing in Post-Disaster Scenarios: A Requirement-Based Design Strategy. Buildings, 13(12), 2952. https://doi.org/10.3390/buildings13122952

Samad, M. H. A., Ismail, M., Nordin, J., & Tharim, A. H. A. (2019). Post-Disaster Shelters: A Review Of Strategies And Design Framework. 337-350. https://doi.org/10.15405/epms.2019.12.33

Sari, R., & Çalişkan, E. B. (2022). 3-Boyutlu İnşaat Yazımı ile Hızlı ve Güvenilir Barınma Çözümleri: Afet Sonrası Acil Barınma Birimleri Üretimi.

Schuldt, S. J., Jagoda, J. A., Hoisington, A. J., & Delorit, J. D. (2021). A systematic review and analysis of the viability of 3D-printed construction in remote environments. Automation in Construction, 125, 103642. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103642

Ter Haar, B., Kruger, J., & Van Zijl, G. (2023). Off-site construction with 3D concrete printing. Automation in Construction, 152, 104906. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104906

Venturi, T., Turrin, M., Setaki, F., Veer, F., Pronk, A., Teuffel, P., Moonen, Y., Slangen, S., & Vorstermans, R. (t.y.). Additive Earth Manufacturing for Emergency Architecture.

Venturi, T., Turrin, M., Setaki, F., Veer, F., Pronk, A., Teuffel, P., Moonen, Y., Slangen, S., & Vorstermans, R. (2019). Terra–Ink. SPOOL, 41-42

Wagemann, E. (2017). Need for adaptation: Transformation of temporary houses. Disasters, 41(4), 828-851. https://doi.org/10.1111/disa.12228

Wei, Y., Jin, L., Xu, M., Pan, S., Xu, Y., & Zhang, Y. (2020). Instructions for planning emergency shelters and open spaces in China: Lessons from global experiences and expertise. International Journal of Disaster Risk Reduction, 51, 101813. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101813

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

ENGELSİZ KONUT TASARIMINDA TEKNOLOJİ DESTEKLİ ÇÖZÜMLER

Damla KIRLAK
Gebze Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Kocaeli, Türkiye,
ORCİD: ID/ 0009-0005-4915-5649

Prof. Dr. Nilay COŞGUN
Gebze Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Kocaeli, Türkiye,
ORCİD: ID/0000-0001-5874-3331

Doç.Dr. Seher GÜZELÇOBAN MAYUK
Gebze Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Kocaeli, Türkiye,
ORCİD: ID/0000-0002-2676-4784

ÖZET
Konut tasarımı bireylerin fiziksel ve psikolojik sağlıkları açısından önem teşkil ederek yaşam kaliteleri üzerinde büyük bir rol oynamaktadır. Engelli ve yaşlı bireyler gibi hareket kısıtlılığı bulunan kullanıcıların ise daha bağımsız bir şekilde hayatlarını idame ettirebilmesi için konutta fiziksel engellerin minimum seviyeye getirilecek şekilde tasarlanması önemlidir. Engelli bireylerin konut içerisindeki hareket kapasitelerini artırmak ve ihtiyaçlarını daha kolay bir şekilde karşılamalarını sağlayabilmek için özel mimari çözümler uygulanmalıdır. Günümüzde gelişen teknolojiyle ev otomasyon sistemleri de engelli bireyler için kolaylık sağlamaktadır. Bu teknolojik çözümler 1970'li yılların sonlarında hayatımıza entegre olmaya başlayan konut otomasyon sistemleri ile yapılmaktadır. Konut otomasyon sistemleri, belirli senaryolara göre programlanarak operatöre ihtiyaç duymadan çeşitli işlevleri gerçekleştiren, konutlara entegre teknolojik sistemlerdir. Bu sistemler farklı engel gruplarının bilişsel ve fiziksel ihtiyaçları açısından kolaylıklar sağlayarak kullanıcıların bağımsızlık, erişilebilirlik, konfor ve güvenlik düzeylerini artırmaktadır. Diğer yandan, bu sistemler yüksek maliyetli olmalarının yanı sıra teknik hassasiyet içermekte ve internet tabanlı çalışmaları nedeniyle güvenlik açıkları gibi riskler barındırabilmektedir. Bu kapsamda çalışmada, ortopedik, görme ve işitme engelli bireyler için aydınlatma ve perde otomasyonu, iklimlendirme otomasyonu, ses ve görüntü otomasyonu, güvenlik sistemleri, erişilebilirlik ve mobilite otomasyon sistemleri ve tıbbi uyarı otomasyon sistemleri örnekler verilerek incelenmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda konut otomasyon sistemlerinin yaşlı ve engelli gibi hareket kısıtlılığı olan bireylerin bağımsızlığını ve yaşam kalitesini artırmakta önemi bir rol oynadığı görülmektedir. Diğer yandan özellikle kentsel dönüşüm sürecine giren konutlarda metrekarelerin düşmesiyle birlikte mevcut yaşam alanları daha da daralmaktadır. Bu durum, engelli kullanıcılar için ciddi kullanım zorluklarına yol açmaktadır. Bu nedenle, teknolojinin dar alanlara entegre edilebildiği kompakt ve erişilebilir çözümler gün geçtikçe daha fazla önem kazanmaktadır. Bu bağlamda, konut otomasyon sistemlerinin etkili ve sürdürülebilir olabilmesi için teknolojik altyapı ile mimari mekan tasarımı birlikte ele alınmalıdır.
Anahtar Kelimeler: Ev otomasyon sistemleri, engelsiz tasarım, erişilebilirlik, konut, engelli bireyler

TECHNOLOGY-SUPPORTED SOLUTIONS IN ACCESSIBLE HOUSING DESIGN

ABSTRACT
Housing design plays an important role in the quality of life by influencing individuals' physical and psychological health. For users with mobility limitations, such as disabled and elderly individuals, it is important to design homes in a way that minimizes physical barriers to enable them to maintain their lives more independently. Special architectural solutions should be implemented to increase the mobility of disabled individuals within the home and to enable them to meet their needs more easily. Today, with developing technology, home automation systems also provide convenience for disabled individuals. These technological solutions are implemented through home automation systems, which began to be integrated into our lives in the late 1970s.

Home automation systems are technological systems integrated into residences that perform various functions according to specific scenarios without the need for an operator. These systems facilitate the cognitive and physical needs of different disability groups, increasing users' levels of independence, accessibility, comfort, and safety. On the other hand, these systems involve high costs, require technical precision, and may contain risks such as security vulnerabilities due to their internet-based operation. In this context, this study examines examples of lighting and curtain automation, climate control automation, audio and video automation, security systems, accessibility and mobility automation systems, and medical alert automation systems for individuals with orthopedic, visual, and hearing impairments. According to the findings, home automation systems play an important role in increasing the independence and quality of life of individuals with mobility limitations, such as the elderly and disabled. On the other hand, with the reduction of square meter areas in residential buildings undergoing urban transformation, existing living spaces are becoming even narrower. This situation causes serious usage difficulties for disabled users. Therefore, compact and accessible solutions in which technology can be integrated into small spaces are gaining increasing importance. In this regard, for home automation systems to be effective and sustainable, technological infrastructure and architectural space design should be considered together.
Keywords: Home automation systems, universal design, accessibility, housing, individuals with disabilities

1. Giriş

Türk Dil Kurumu'na (TDK) göre "İnsanların içinde yaşadıkları ev, apartman vb. yer; mesken, ikametgâh" olarak geçen konut, insanların günün büyük bir kısmını geçirerek barınma ihtiyaçlarını karşıladıkları fiziki bir yapı olmanın dışında kullanıcıların bağımsızlık, mahremiyet ve aidiyet gibi ihtiyaçlarının da karşılandığı yaşam alanıdır (TDK, 2025). Bu nedenle konut tasarımı bireylerin fiziksel ve psikolojik sağlıkları açısından önem teşkil ederek yaşam kaliteleri üzerinde büyük bir rol oynamaktadır. Engelli ve yaşlı bireyler gibi hareket kısıtlılığı bulunan kullanıcıların ise daha bağımsız bir şekilde hayatlarını idame ettirebilmesi için konutta fiziksel engellerin minimum seviyeye getirilecek şekilde tasarlanması önemlidir. Erişilebilirlik açısından uygun olmayan yüksek eşikler, kaygan zeminler, dar kapı ve koridor geçişleri gibi engelli bireylerin hayat kalitesini düşüren tasarım ve planlamalar yapıldığı görülmektedir. Bunların yerine engelli bireylerin konut içerisindeki hareket kapasitelerini artırmak ve ihtiyaçlarını daha kolay bir şekilde karşılamalarını sağlayabilmek için özel mimari çözümler uygulanmalıdır. Günümüzde gelişen teknolojiyle ev otomasyon sistemleri de engelli bireyler için kolaylık sağlamaktadır ve mimari çözüm olarak yararlanılabilir. Herkes için tasarım mantığıyla tasarlanan bir konutta tekerlekli sandalye ile kolay dolaşım imkanı veren düz zeminler, akıllı cihazlar sayesinde sesli asistanlar, otomatik kapı ve pencere sistemleri gibi kullanıcıya bağımsızlık, güvenlik ve konfor sunan teknolojik sistemlerden yararlanılmaktadır. Bu teknolojik sistemler internete bağlı cihazları ve otomasyon sistemlerini kullanarak kullanıcılara elverişli ve etkin bir ev deneyimi sağlamakta olup aydınlatma ve sıcaklıktan güvenlik ve eğlenceye kadar konuttaki tüm bu işlevleri kontrol edebilmektedir (Palanduz, 2023). Bu çalışmanın amacı, hareket kısıtlılığı bulunan bireylerin konut içerisindeki bağımsızlıklarını desteklemek amacıyla erişilebilirlik ilkeleri ile bütünleştirilmiş ev otomasyon sistemlerini incelemektir. Bu çalışma kapsamında ortopedik, görme ve işitme engelli bireylere yönelik ev otomasyon sistemleri ele alınmıştır. Ev otomasyon sistemlerinin kullanım alanları, kullanıcıya sunduğu avantajlar ve dezavantajlar incelenmiş; örnek sistemler üzerinden farklı engel grubundaki kişiler için erişilebilirlik boyutundaki etkileri değerlendirilerek öneriler geliştirilmiştir.

2. Engellilik Kavramı ve Engel Türleri

Literatürde pek çok farklı kurum ve kuruluşun engellilik üzerine tanımları bulunmaktadır. 2005 yılında düzenlenen 5378 Sayılı Engelliler Hakkında Kanunda "*Engelli: Fiziksel, zihinsel, ruhsal ve duyusal becerilerinde çeşitli düzeyde eksikliklerden dolayı topluma diğer bireyler ile birlikte eşit koşullarda tam ve etkin katılımını kısıtlayan tutum ve çevre koşullarından etkilenen kişiyi*" ifade eder (Chebib, 2023).

Engel türleri görme, işitme, dil ve konuşma, ortopedik, zihinsel, ruhsal ve duygusal, süreğen hastalık ve diğerleri olarak sekiz başlık altında toplanabilir (toplanabilir (Arslan, H, & Altıntaş, G, 2014; Akarsu, S, 2019).

Görme Engelli: Tam veya kısmi görme kaybı olan bireyler ile göz protezi kullananlar, renk körlüğü ve gece körlüğü bulunanlar bu grupta değerlendirilir.

İşitme Engelli: Bir ya da iki kulakta tam ya da kısmi işitsel yetersizlik bulunan ve işitme cihazı kullanan bireyler bu grupta değerlendirilir.

Dil ve Konuşma Engelli: Herhangi bir nedenle konuşamayan veya konuşmanın hızında, akıcılığında, ifadesinde bozukluk olan ve ses bozukluğu olan kişiler bu grupta yer almaktadır.

Ortopedik Engelli: Kas ve iskelet sisteminde yetersizlik, fonksiyon kaybı ve eksiklik olması durumudur. Ortopedik engeller yetersizliğin derecesine göre hafif, orta ve ağır derecede sınıflandırılabilir.

Zihinsel Engelli: Farklı derecelerde zihinsel yetersizliğe sahip olma durumudur. Zeka geriliği, Down Sendromu, Fenilketonüri (zeka geriliğine yol açmışsa) bu gruba girer.

Ruhsal ve Duygusal Engelli: Duygu, düşünce ve davranışlarında norm dışı durumlar nedeniyle günlük yaşam aktivitelerinde ve sosyal ilişkilerde süreklilik sağlamakta zorlanan bireyler bu gruba dahil edilmektedir.

Süreğen Hastalıklar: Kişinin çalışma kapasitesini ve işlevselliğini sınırlayan, sürekli bakım ve tedavi gerektiren kronik hastalıkların varlığıdır.

Diğerleri: Ele alınan yedi engel grubunun dışında bulunan engellilik durumları bu gruba dahil edilmektedir.

Türkiye'de Ulusal Engelli Veri Sistemi'nde kayıtlı 2.511.950 engelli bulunmaktadır (T.C. Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, 2023). Bu bireylerin engel grupları ve bu gruplara göre dağılımları Tablo 1'de verilmektedir. Bu çalışmada ortopedik, görme ve işitme engelli bireylerin gündelik yaşamlarını kolaylaştırmak için konutta ne tür teknoloji destekli çözümler uygulandığına bakılmıştır.

Tablo 1: Türkiye'de engellilerin engel gruplarına göre dağılımları (T.C. Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, 2023).

Engel Grubu	Kişi Sayısı	Oranı (%)
Süreğen Hastalık	917.259	40,63
Zihinsel	385.313	17,07
Ortopedik	311.131	13,78
Görme	215.076	9,53
İşitme	179.867	7,97
Ruhsal ve Duygusal	170.927	7,57
Diğer	44.248	1,96
Dil ve Konuşma	33.686	1,49

3. Engelsiz Konut İçin Teknoloji Destekli Çözümler

1980'li yılların ortalarında tüm bireylerin çevreyi ve çeşitli ürünleri eşit koşullarda kullanabilmesini amaçlayan "herkes için tasarım", "evrensel tasarım" ve "engelsiz tasarım" gibi isimlerde ortaya çıkan yaklaşımın kavramsal yapısı tanımlanmış ve çeşitli ülkeler tarafından kabul görmüştür. Engelsiz konut tasarımı bütün engel grubundaki bireyleri, yaşlıları ve çocukları kapsamaktadır. Bu çalışmada ise yalnızca ortopedik, görme ve işitsel engele sahip bireylerin yaşamlarını kolaylaştıracak otomasyon sistemleri ele alınmıştır (N. Dostoğlu, 2009). Sürdürülebilirlik ilkesine uygun, sağlıklı yaşam alanları sunan, ileri teknolojiyle desteklenen, kullanıcı gereksinimlerine yanıt veren ve değişen koşullara uyum sağlayabilen esnek yapılar akıllı ev kavramını oluşturur (Mangan, 2006).

Bu kavram temelde ev otomasyon sistemlerinin gelişimiyle ortaya çıkmış olup ilk olarak Amerika Birleşik Devletlerinde 1980'li yılların başlarında kullanılmaya başlanmıştır (Stefanov vd., 2004). Türkiye'de yapılan ilk uygulama 1984 yılında yapılmıştır. Aktif kontrol mekanizmaları olmayan izlemeye yönelik bir sistemdir (Palanduz,2023). Bu açıdan yapılan ilk uygulamalar herhangi bir fiziksel engeli olmayan sıradan insanların ev konforu düşünülerek geliştirilmiştir. Daha sonrasında ise bu uygulamalar farklı amaçlar için kullanılarak zaman içerisinde evrilmiştir (Yumurtacı vd., 2009).
Günümüzde ev otomasyon sistemleri nesnelerin interneti olan IoT uygulamalarının önemli bir parçası haline gelmiştir. İnsanlar internet aracılığıyla akıllı telefonlarından ev aletlerine kadar birçok nesneyi uzaktan kontrol edebilmektedir (İlkbahar vd., 2021).
Teknolojinin gelişmesiyle hayat kalitesini artıran ve ev içindeki günlük eylemlerin yapılmasına ve ihtiyaçların karşılanmasına daha kolay bir şekilde olanak tanıyan ev otomasyon sistemleri özellikle engelli ve yaşlı bireylerin hayatlarını daha bağımsız bir şekilde sürdürebilmelerini sağlamaktadır. Bu kapsamda, ev otomasyon sistemlerine sahip konutlar, yalnızca dijitalleşen yaşam biçimlerinin bir yansıması olmakla kalmayıp aynı zamanda erişilebilirlik ve kullanıcı ihtiyaçlarına duyarlılık açısından teknoloji destekli çözümlerin uygulanabilirliğine de olanak sağlamaktadır (Şekil 1).

Şekil 1. Ev Otomasyon Sistemlerinde Kullanılan Teknolojik Ögeler (Insapedia, 2020).

Akıllı termostatlar kullanıcıların günlük alışkanlıklarını öğrenerek, konut boş olduğunda veya kullanıcılar uyku halindeyken iç mekân sıcaklığını otomatik olarak optimize edebilmektedir. Benzer şekilde, aydınlatma otomasyon sistemleri, bir mekân kullanılmadığında ışıkların otomatik olarak kapanmasını sağlayarak gereksiz enerji kullanımının önüne geçilebilmektedir. Bunun yanı sıra, uzaktan erişim imkânı sunan güvenlik kameraları ve akıllı kilit sistemleri sayesinde kullanıcılar, konutlarında gerçekleşen olağandışı hareketleri anlık bildirimler aracılığıyla takip edebilmekte ve hızlı bir şekilde müdahale edebilmektedir.
Konutta teknoloji destekli çözümlerin avantajları olduğu gibi, bireysel mahremiyet ve veri güvenliği açısından çeşitli riskleri barındırması gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Bu sistemler, kullanıcıların günlük yaşam verilerini ve kişisel bilgilerini toplayarak yetkisiz erişim ve veri ihlalleri gibi güvenlik açıklarına neden olabilmektedir. Bu nedenle, kullanıcıların cihaz ve ağ altyapılarının güvenliğinin sağlanabilmesi açısından gereken teknik önlemlerin alınması önemlidir. Gelişen teknoloji sayesinde oluşturulan otomasyon sistemleri ile birlikte bedensel güç gerektiren birçok iş insan müdahalesine gerek olmadan otomatik bir şekilde yapılabilmektedir (Yumurtacı vd., 2009). Otomasyonun kullanıldığı konutlarda da bu anlamda içinde yaşayan insanlarla sürekli etkileşim içinde olan ve verilen komutlar doğrultusunda görevlerini yerine getiren teknolojik çözümler yer almaktadır (Şahin vd., 2010). Bu tür otomasyon sistemleri; 1970'li yılların sonlarında insan hayatına entegre olmaya başlamıştır (Douligeris, 2005). Konut otomasyon sistemlerinin ilk örneklerinden biri Scotland'da bir elektrik şirketi tarafından yapılmıştır.

Bu şirket tüm elektrikli araçların tek bir merkezden bina içerisinde kontrolünün sağlandığı bir sistem geliştirmiştir (Watkins,2005). Ancak yapılan harcamalar çok masraflı bulunduğu için o yıllarda yeterince konut otomasyonu uygulanamamıştır. Konut otomasyon sistemleri günümüzde bireylerin yaşamlarını kolaylaştırmakta ve özellikle yaşlılar ile engelli bireylerin daha bağımsız bir yaşam sürdürebilmelerine olanak tanımaktadır. Isıtma, ışıklandırma, ses ve görüntü sistemleri, iklimlendirme, güvenlik, telekominikasyon gibi işlevlerin yanı sıra kullanıcıların hayatını kolaylaştırıp aynı zamanda yaşam kalitesini artıracak işlevlerin tek bir merkezden çeşitli mikro işlemci ve algılayıcılarla yapılmasını sağlamaktadır (Şahinoğlu, 2006). Bu sistemlerin temel bileşenlerinden biri olan sensörler, çevresel değişkenleri algılayarak elde ettikleri verileri sisteme iletir ve bu sayede otomatik tepkilerin oluşturulmasını sağlar (Palanduz, 2023). Bu otomasyon sistemleri aydınlatma ve perde, iklimlendirme, ses ve görüntü, güvenlik, erişilebilirlik ve mobilite otomasyonu ve akıllı tıbbi uyarı sistemleri gibi gruplandırılabilir.

3.1. Aydınlatma ve Perde Otomasyonu

Aydınlatma ve perde otomasyon sistemleri, kullanıcının evden ayrılması ya da uyku durumuna geçmesiyle birlikte ışıkların ve perdenin otomatik olarak kapanmasını; eve dönüşünde ise kendiliğinden açılmasını sağlayacak şekilde yapılandırılabilir. Akıllı aydınlatma teknolojileri, bir mekânın kullanılmadığı durumlarda ışıkların otomatik olarak devre dışı bırakılması yoluyla gereksiz enerji tüketiminin önüne geçilmesine katkı sunar (Palanduz, 2023). Bu sistemler, hareket sensörleri veya zamanlayıcılarla ışıkların otomatik olarak açılıp kapanmasını sağlayarak kullanıcıyı fiziksel efor gerektiren işlemlerden kurtarır. Özellikle ortopedik engelli bireyler için manuel anahtar kullanımını gereksiz hale getirerek mekân içinde bağımsız hareket edilmesini kolaylaştırır. Az gören bireyler için, yeterli ve zamanında sağlanan aydınlatma, yön bulmayı ve çevresel farkındalığı artırarak kazaların önüne geçilmesine yardımcı olur. Tüm bu işlevleriyle akıllı aydınlatma sistemleri, engelli bireylerin yaşam kalitesini artırmakta; erişilebilir, güvenli ve konforlu yaşam alanları oluşturmaktadır (Şekil 2).

(a) **(b)** **(c)**

Şekil 2. Microsoft evinde otomatik olarak perde ve ışıkların açılması (GIGAZINE, 2014).

3.2. İklimlendirme Otomasyonu

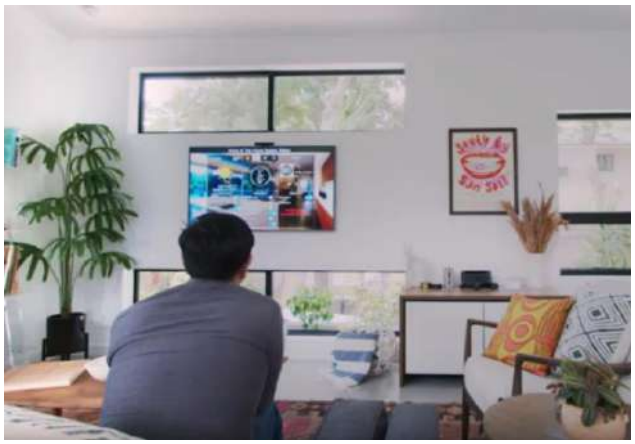
İklimlendirme (ısıtma ve soğutma) otomasyonu sayesinde, konut içinden ya da dışarıdan farklı bağımsız alanların sıcaklık düzeyleri istenilen şekilde kontrol edilerek enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Binanın sıcaklık, nem ve havalandırma sistemini kontrol etmeyi hedefler. Bunun yanı sıra klimalarda tablete bağlanarak sıcaklık ve soğukluk dereceleri ayarlanabilmektedir (Akçay, M. vd. 2022). İklimlendirme otomasyon sistemleri, farklı engel gruplarının ihtiyaçlarına yanıt vererek konforlu ve erişilebilir yaşam alanları sunmaktadır. Ortopedik engelli bireyler için ortam sıcaklığının uzaktan kontrol edilebilmesi, manuel müdahale ihtiyacını ortadan kaldırarak bağımsız hareket imkânı sunar. Görme engelliler, sesli komut desteği ve sade, erişilebilir mobil arayüzler aracılığıyla sistemi etkin şekilde kullanabilirken; İşitme engelli bireyler için sistemin görsel uyarı mekanizmaları bilgiye erişimi kolaylaştırmaktadır (Şekil 3).

Şekil 3. İklimlendirme otomasyon cihazı (Akçay, M. vd. 2022).

3.3. Ses ve Görüntü Otomasyonu

Ses ve görüntü otomasyonları konut içindeki tv, uydu alıcısı, müzik seti gibi tüm multimedya sistem kontrollerinin uzaktan rahatça yapılabilmesine olanak sağlar. Bu kontroller internet bağlantısı aracılığıyla tablet, bilgisayar ve akıllı telefon gibi cihazlarla yapılabilmektedir. Şekil 4'te 2018 yılında ABD Doğu Teksas'ta Mimar Chris Crager tarafından tasarlanan Luna House evinde sesli komutlar kullanılarak televizyon izlenmesi görülmektedir (Tomaş, 2019).

Ses ve görüntü otomasyon sistemleri, çeşitli engel gruplarına yönelik farklı düzeylerde fayda sağlamaktadır. Ortopedik engelli bireyler, uzaktan ya da sesli komutla kontrol sayesinde cihazlara erişimde fiziksel çaba harcamadan bağımsız hareket edebilmekte; görme engelli bireyler ise sesli komut sistemleri aracılığıyla görsel arayüz kullanmadan televizyon, müzik ya da radyo gibi cihazları yönetebilmektedir. Bu sistemler, genel olarak yaşlı ve engelli kullanıcıların bağımsızlığını destekleyen ve ev içi yaşam kalitesini artıran önemli araçlardır.

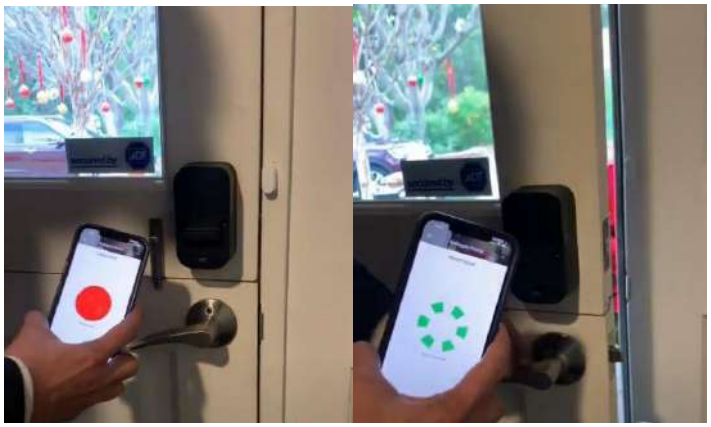


Şekil 4. Sesli komutlar kullanılarak televizyon izleme (Tomaş, 2019).

3.4. Güvenlik Sistemleri

Ev otomasyon sistemleri elektrik şebekesi ve cihazların tümünü kontrol ettiği için yangın, su basması ve gaz kaçağı gibi tehlikeli durumlarda riskleri minimuma indirerek güvence sağlamaktadır. Örneğin Yangın algılandığında, sistem otomatik olarak gaz vanalarını ve havalandırma ünitelerini devre dışı bırakarak yangının yayılımını ve büyümesini önlemeye yönelik bir güvenlik mekanizması oluşturur (Şahinoğlu, 2006). Aynı zamanda siren çaldırarak güvenlik birimlerine ihbarda bulunur. Herhangi bir hırsızlık gibi sınır ihlali içeren olaylara karşı kamera ve alarm sistemi bulunmaktadır. Aydınlatmalar ve ses sistemleri otomatik olarak açılıp kapanabilir. Uygun düzenek varsa camları ve kapıları açıp kapatabilir. Bu kapsamda güvenlik sistemleri ortopedik engelliler için yangın, gaz kaçağı gibi durumlarda kapının otomatik açılması ve gazın kesilmesini sağlayarak tahliyeyi kolaylaştırabilir.

Görme engeller için sesli yönlendirme sistemleri haber verici olurken az gören bireyler için ise otomatik olarak açılan ışıklar ortamın algılanmasını sağlayabilir. Ayrıca işitme engelliler için olası bir tehlike anında devreye giren uyarı sistemi sesli alarmlar yerine ışıkların yanıp sönmesini sağlayarak engelli kullanıcılara haber verebilir. Şekil 5'te mobil telefon üzerinden uzaktan kilitlenip açılabilen bir giriş kapısı gösterilmektedir.



Şekil 5. Akıllı kapı kilidi sistemi **(**Home Tech Expert,2022**)**.

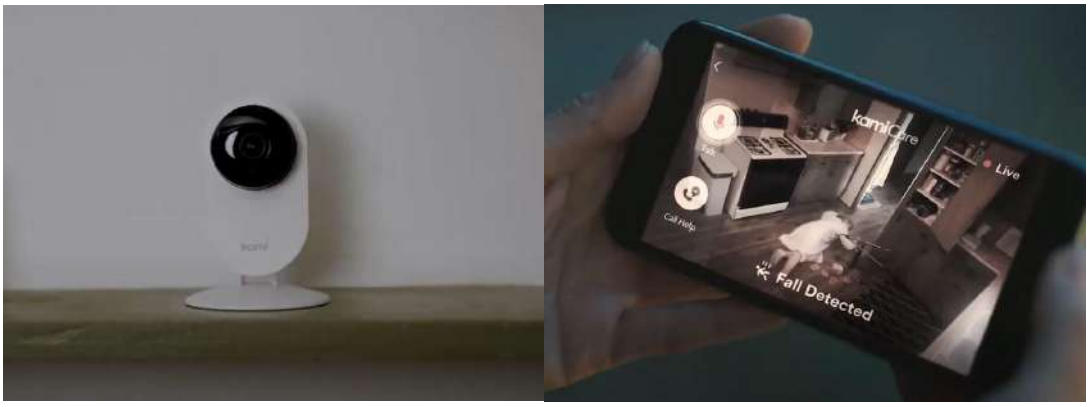
3.5. Erişilebilirlik ve Mobilite Otomasyonu

Konut içerisinde erişilebilirlik ve mobiliteye yönelik otomasyon sistemleri, yaşlı ve engelli bireylerin fiziksel kısıtlılıklarını azaltarak daha bağımsız ve özgür bir şekilde hareket etmelerini mümkün kılmaktadır. Bunlar motorlu (halk arasında bilinen akülü) sandalye, merdiven asansörü ve engelli asansörüdür (Şekil 6).

Şekil 6. Engelli merdiven asansörü **(**Erimas, 2016**)**.

3.6. Tıbbi Uyarı Otomasyon Sistemleri

Tıbbi uyarı otomasyon sistemleri engelli ve yaşlı bireylerin takibini yaparak olası bir düşme durumunda ilgili yerlere bildirir. Bu otomasyon sistemleri içinde düşme algılayıcı sensörler, ilaç vaktini hatırlatan sistemler ve akıllı takip teknolojileri gibi özellikler bulunmaktadır (Palanduz,2023). Bu özellikler ortopedik, görme ve işitme engelli bireylerin herhangi bir düşme, yaralanma ve eğer varsa ilaç vakitlerini hatırlamalarında yardımcı olabilmektedir. Şekil 7'de yapay zeka destekli düşme algılama sensörüne sahip bir kamera gösterilmektedir. Bu cihaz herhangi bir düşme durumunu tespit ederek acil durumda aranacak kişiye mobil bildirim gönderir ve çağrı başlatabilir.



(a) **(b)**

Şekil 7. Yapay zeka destekli düşme algılayıcı kami kamera (Kami Home, 2022).

Değerlendirme ve Sonuç

Çalışmada elde edilen bulgular konut otomasyon sistemlerinin ortopedik, görme ve işitme engelli bireylerin gündelik yaşamlarını kolaylaştırarak erişilebilirliklerini artırmada önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Aydınlatma ve perde, iklimlendirme, ses ve görüntü, güvenlik, erişilebilirlik ve mobilite ile tıbbi uyarı sistemleri şeklinde gruplandırılan bu otomasyon sistemlerinin, ele alınan her bir engel grubunun özgün ihtiyaçlarına yönelik katkılar sunduğu görülmüştür. Diğer yandan, teknoloji destekli çözümlerin konut yapılarındaki kullanımlarının etkili ve sürdürülebilir olabilmesi için teknik altyapı ile beraber mimariye uygun bir biçimde ele alınması gerekmektedir. Konut otomasyon sistemleri farklı engel gruplarının bilişsel ve fiziksel ihtiyaçları açısından kolaylıklar sağlayarak kullanıcıların bağımsızlık, erişilebilirlik, konfor ve güvenlik düzeylerini artırmaktadır. Bu çalışmada ortopedik engelli, görme engelli ve işitme engelli bireyler ele alınarak aydınlatma ve perde otomasyonu, iklimlendirme otomasyonu, ses ve görüntü otomasyonu, güvenlik sistemleri, erişilebilirlik ve mobilite otomasyon sistemleri ve tıbbi uyarı otomasyon sistemleri incelenmiştir. Ortopedik engelliler için; aydınlatma ve perde, iklimlendirme, ses ve görüntü, erişilebilirlik ve mobilite, güvenlik ve tıbbi uyarı otomasyon sistemleri uygundur. Görme engelliler için; iklimlendirme, ses ve görüntü, güvenlik ve tıbbi uyarı otomasyon sistemleri ile az gören bireyler için aydınlanma ve iklimlendirme otomasyon sistemleri uygundur. İşitme engelli bireyler için; güvenlik ve tıbbi uyarı otomasyon sistemleri ile görsel uyarı mekanizmaları sayesinde iklimlendirme ve ses ve görüntü otomasyon sistemleri uygundur. Diğer yandan süreğen hastalıklara sahip bireyler için iklimlendirme otomasyon sistemleri ve ilaçlarını zamanında alabilmelerinde yardımcı olarak tedavi süreçlerinin sürdürülebilirliğini artıran tıbbi uyarı otomasyon sistemleri uygundur. Düşme riski taşıyan bireyler için geliştirilen düşme algılama sensörleri ya da acil yardım çağrısı gönderebilen sistemler, acil durumlarda tüm engel gruplarındaki bireyler için hızlı müdahale imkanı sunmaktadır. Konutta teknoloji destekli çözümler engelli ve yaşlı bireylerin bireysel bağımsızlığını artırmanın yanı sıra konut içindeki psikolojik ve fiziksel refah düzeylerini de artırmaktadır. Tüm bu faydalarına rağmen konut otomasyon sistemlerinin yüksek maliyet, kurulum için altyapı gereksinimleri, teknik arızalara karşı olan hassasiyetleri ve internet tabanlı çalışmaları sebebiyle güvenlik açıkları gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Teknoloji destekli çözümlerin konutlarda rahat etkili ve sürdürülebilir olması için otomasyon sistemlerinin mimari mekân kurgusu ile birlikte düşünülmesi gerekmektedir. Günümüzde kentsel dönüşüm nedeniyle konutlarda metrekareler düşürülmektedir. Bu küçülmeler de birtakım sorunlara neden olmaktadır. Örneğin banyo ve mutfak gibi ıslak hacimler küçültülerek engelli bireylerin yaşamını zorlaştırmaktadır. Bunun için birtakım teknolojik çözümler sağlanabilir. Örneğin küvet yerine zeminde gömme lineer drenaj yapılabilir. Eşik veya kabin kullanılmayan genişletilmiş duş alanı yapılıp duvara katlanabilir duş oturağı monte edilebilir. Islak hacimlerde kapıların dışarıya açılır şekilde yapılması da alandan kazanç sağlayabilir.

Sonuç olarak, konut tasarımı yalnızca mimari bir mesele olarak değil, toplumsal eşitlik, insan hakları ve yaşam kalitesinin bir parçası olarak ele alınmalıdır.

Herkes için tasarım ilkesi doğrultusunda, engelli ve yaşlı bireyler gibi hareket kısıtlılığı bulunan kişiler de gözetilerek, toplumun tüm kesimlerine uygun konutlar üretilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu anlamda konutların değişebilecek koşullara uygun dönüşebilir esneklikte ve ön görüde tasarlanması ve üretilmesinin sağlanması üzerine uygulamaların artırılmasında fayda görülmektedir.

KAYNAKLAR

Akarsu, S. (2019). Açık alanlarda hareket engelli kullanıcılar için standartların değerlendirilmesi: İstanbul-Çırpıcı millet bahçesi örneği [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Aydın Üniversitesi.

Arslan, H., & Altıntaş, G. (2014). Engellilerin çalışma yaşamına katılımını arttırarak toplumla kaynaşmalarını sağlamayı hedefleyen bir model önerisi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *5*(2), 165-186

Akçay, M., Canbaz, M., & Diş, M. Ö. (2022). Akıllı Konut Uygulaması. *Eskişehir Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Bilişim Dergisi*, *3*(1), 1-5.

Chebib, Y. (2023). İdeal kent kavramında engelsiz tasarım yaklaşımlarının Ankara üzerinden değerlendirilmesi, (Master's thesis, İstanbul Aydın University (Turkey)).

Douligeris, C. (2005). "Intelligent Home Systems" http://www.ieeexplore.ieee.org. (Retrieved: 22.10.2005).

Erimas. (2016, 5 Mayıs). *Merdiven Asansörü* [Video]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=oHQyPVJbTcs Erişim tarihi: 06.05.2025

GIGAZINE. (9 Haziran 2014). ゲームボーイ大のスマホや音声認識機能が飛び出すMicrosoftのスマートホームのコンセプトムービー [Video]. https://gigazine.net/news/20140609-microsoft-smart-home-1999/ Erişim Tarihi: 05.05.2025.

Home Tech Expert. (2022, 10 Aralık). *New Yale Assure 2 Smart Lock and Ring Video Doorbel Pro 2 install by Home Technology Expert* [Video]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=sUPHi9rv93M Erişim tarihi: 16.06.2025

Insapedia. (2020). Akıllı Evler ve Akıllı Evlerde Kullanılan Teknolojiler. Available in https://insapedia.com/akilli-evler-ve-akilli-evlerde-kullanilan-teknolojiler/ (Erişim Tarihi: 26.04.2025)

İlkbahar, F., Ünal, Ş., Karakaya, A. T., & Eren, B. (2021). Akıllı ev sistemleri üzerine bir model önerisi. *AJIT-e: Academic Journal of Information Technology*, *12*(45), 90-105.

Kami Home. (2022, 4 Ekim). *Fall Detect by KamiCare - AI Powered Fall Detection For Elderly* [Video]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=rjNUsOace3c&t=12s Erişim tarihi: 17.06.2025

Mangan, S.D. (2006). Akıllı Binalarda Alt Sistem Değerlendirmesi: İstanbul Örneği. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

N. Dostoğlu, E. Şahin, Y. Taneli, "Evrensel Tasarım: Tanımlar, Hedefler, İlkeler", Mimarlık Dergisi, Sayı 347, s. 23-27, 2009.

Palanduz, S. K. (2023). Akilli ev sistemleri ve ürünleri (Master's thesis, Izmir Katip Celebi University (Turkey)).

Stefanov, D.H., Bien, Z. and Chul Bang, W., The smart house for older persons and persons with physical disabilities, IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, vol. 12(2), 228-250 (2004).

Şahin, H., & Hazer, O. (2010). Akıllı Konut Teknolojileri. Gazi Üniversitesi Endüstriyel
Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi(26), 71-78.

Şahinoğlu, G. (2006). Akıllı evlerde otomasyon (Master's thesis, Marmara Universitesi (Turkey)).

T.C. Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı (2023). Engelli ve yaşlı istatistik bülteni, Nisan https://aile.gov.tr/media/135432/eyhgm_istatistik_bulteni_nisan_23.pdf Erişim tarihi: 20.04.2025.

TDK, (2025). http://sozluk.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 26.04.2025)

Tomaş, M. (2019). Konutta yenilikçi tasarım: Akıllı evler üzerine bir değerlendirme.

Watkins, A. (2005). "Home Automation, The Past, Present and Future" http:// www.blueteeth.info/ docs/LitReview.pdf. Erişim Tarihi: 27.04.2025.

Yumurtacı, M., & Keçebaş, A. (2009). *Akıllı Ev Teknolojileri ve Otomasyon Sistemleri.* 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Karabük.

DUYUSAL ANLATININ GÜCÜ: ENDÜSTRİYEL MİRAS YAPILARINDA İMMERSİF VE ÇOK BOYUTLU YENİDEN İŞLEVLENDİRME

Çağlasu ARTUÇ
Öğretim Görevlisi, İstanbul Beykent Üniversitesi, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Mimari Restorasyon Programı, İstanbul-Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-1844-0015

Çağla KAYA YALÇIN
Öğretim Görevlisi, İstanbul Beykent Üniversitesi, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Mimari Restorasyon Programı, İstanbul-Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-8098-0034

Buket AKÇAY GÜVEN
Dr. Öğretim Üyesi, İstanbul Beykent Üniversitesi, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Mimari Restorasyon Programı, İstanbul-Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-8156-0434

ÖZET
Endüstriyel miras yapıları, yalnızca geçmişin üretim sistemlerini belgeleyen mekânlar değil; aynı zamanda çağdaş dijital anlatı teknikleriyle yeniden işlevlendirilebilecek dinamik kültürel alanlardır. Son yıllarda mimari projeksiyon, mekâna özgü ses yerleştirmeleri ve immersif medya tasarımları aracılığıyla bu yapılar, hem fiziksel olarak korunmakta hem de çok duyulu deneyimlerle toplumsal belleğe yeniden entegre edilmektedir.
Dijital anlatı teknikleri, endüstriyel miras yapıları dâhil olmak üzere tarihî mekânların ziyaretçilerle buluşmasında etkili bir araçtır. Mekânsal hafıza ile çağdaş görselliği bir araya getiren ışık temelli deneyimler, "görsel hafıza" kapsamında ele alınmaktadır. Mekânın özgün kokusal belleğinin tasarıma dâhil edilmesi, deneyimi çok duyulu hâle getirerek "koku hafızası" aracılığıyla ziyaretçiyle daha güçlü bir bağ kurar. İşitsel hafızanın eklenmesi ise tüm duyuları kapsayan bütüncül bir deneyim sunar. Tarihi dokuyu koruyarak gerçekleştirilen bu uygulamalar, ziyaretçi etkileşimini ve kültürel sürekliliği destekler; mimari projeksiyonlar, etkileşimli ses-ışık düzenleri, mekâna özgü dijital anlatılar ve koku sistemleri aracılığıyla geçmişin çok boyutlu biçimde yeniden yorumlanmasına olanak tanır.
Bu bildiri, Avrupa ve Türkiye'den seçilmiş altı çarpıcı örnek üzerinden endüstri yapılarında görsel anlatı teknikleriyle yapılan yeniden işlevlendirme pratiklerini karşılaştırmalı olarak ele almaktadır. Fransa'da bir dökümhaneden dijital sanat galerisine dönüşen Atelier des Lumières (Paris), Almanya'nın kültürel miras simgelerinden Zollverein Kömür Madeni (Essen) ve İspanya'da eski mezbaha kompleksinden çok işlevli kültür merkezine evrilen Matadero Madrid, bu dönüşümün uluslararası ölçekte başarılı örnekleridir. Türkiye özelinde, dünya örnekleriyle karşılaştırıldığında henüz geniş ölçekte fark edilmemiş; ancak teknik ve tarihi potansiyeli yüksek üç yapı ele alınmıştır. Cumhuriyet dönemi ulaşım endüstrisinin simgelerinden TÜLOMSAŞ Lokomotif Fabrikası (Eskişehir), geleneksel sabun üretim yapısının dönüştürülmeye açık özgün bir örneği olan Ülfet Gıda ve Sabun Sanayi A.Ş. Tesisleri (Gaziantep) ve dramatik strüktürüyle güçlü bir kolektif hafıza deneyimi sunma potansiyeline sahip Zonguldak Kömür Lavuarı, bu bağlamda doğru stratejilerle uluslararası ölçekte dikkat çekebilecek nitelikte yapılardır.
Bildiri kapsamında bu yapılar; iç mekân/dış cephe kullanımı, immersif teknoloji türü, kamusal-kültürel işlev, anlatı biçimi ve deneyim tipi gibi kriterler çerçevesinde analiz edilmekte; görsel anlatının koruma, temsil ve yeniden anlamlandırma süreçlerine nasıl katkı sunduğu değerlendirilmektedir. Bu bağlamda çalışma, hem mevcut uygulamaları eleştirel biçimde incelemeyi hem de Türkiye'deki endüstri yapıları için disiplinlerarası yeniden işlevlendirme modelleri önermeyi amaçlamaktadır.
Anahtar kelimeler: Endüstri Mirası, Yeniden İşlevlendirme, Duyusal Hafıza, İmmersif Teknolojiler, Işık ve Projeksiyon Kullanımı, Görsel Anlatı Mekanı

THE POWER OF SENSORY NARRATIVE: IMMERSIVE AND MULTI-DIMENSIONAL ADAPTIVE REUSE IN INDUSTRIAL HERITAGE BUILDINGS

ABSTRACT

Industrial heritage buildings are not only spaces that document the production systems of the past; they are also dynamic cultural venues that can be adaptively reused through contemporary digital narrative techniques. In recent years, architectural projection mapping, site-specific sound installations, and immersive media designs have enabled these buildings to be preserved physically while reintegrating them into collective memory through multi-sensory experiences.

Digital narrative techniques serve as an effective tool for connecting visitors with historical sites, including industrial heritage buildings. Light-based experiential designs, which integrate spatial memory with contemporary visuality, are conceptualized within the framework of "visual memory." The incorporation of a site's distinctive olfactory heritage into the design process introduces a multisensory dimension, facilitating a deeper affective connection with visitors through "olfactory memory." The integration of auditory memory further enables the creation of a holistic sensory experience. When implemented without compromising the integrity of historical texture, such interventions enhance both visitor engagement and the continuity of cultural heritage, facilitating a multidimensional reinterpretation of the past through architectural projection mapping, interactive sound–light compositions, site-specific digital narratives, and scent diffusion systems.

This paper comparatively examines adaptive reuse practices in industrial buildings through visual narrative techniques, drawing on six notable case studies selected from Europe and Turkey. In Europe, the Atelier des Lumières (Paris), transformed from a foundry into a digital art gallery; the Zollverein Coal Mine (Essen), one of Germany's cultural heritage icons; and Matadero Madrid, repurposed from a former slaughterhouse complex into a multi-functional cultural center, represent internationally acclaimed examples of such transformation. In the context of Turkey, three buildings—whose technical and historical potential is considerable yet remains largely unrecognized on a wider scale compared to global examples—have been examined. TÜLOMSAŞ Locomotive Factory (Eskişehir), a symbol of the Republican-era transportation industry; Ülfet Gıda ve Sabun Sanayi A.Ş. Facilities (Gaziantep), an original example of traditional soap production architecture open to adaptive transformation; and Zonguldak Coal Washing Plant, whose dramatic structural form holds the potential to offer a powerful collective memory experience, are, in this context, buildings that—if guided by appropriate strategies—possess the qualities to attract international attention.

Within the scope of the paper, these buildings are analyzed based on criteria such as use in interior spaces / exterior facades, type of immersive technology, public-cultural function, narrative form, and type of experience. The study evaluates how visual narrative contributes to the processes of preservation, representation, and reinterpretation. In this context, it aims both to examine current practices critically and to propose interdisciplinary adaptive reuse models for industrial heritage buildings in Turkey.

Keywords: Industrial Heritage, Adaptive Reuse, Multisensory Memory, Immersive Technologies, Use of Light and Projection, Visual Narrative Space

1. GİRİŞ

Endüstri Devrimi'nin bir sonucu olarak ortaya çıkan sanayi tesisleri, atölyeler, depolar ve üretim kompleksleri yalnızca ekonomik ve teknolojik dönüşümlerin değil, aynı zamanda toplumsal, kültürel ve ekonomik hafızanın da temel bileşenleri olmuştur. Ancak üretim biçimlerinin değişmesi, teknolojinin ilerlemesi ve kentleşmenin dönüşmesiyle birçok endüstriyel yapı işlevsizleşmiş ve atıl duruma düşmüştür. Bu nedenle endüstri mirası, günümüzde hem korunması hem de yeniden işlevlendirilmesi gereken kritik bir kültürel değer olarak görülmektedir. Kömür madenleri, lokomotif fabrikaları, sabunhaneler ve mezbahalar gibi yapılar, bir yandan tarihsel üretim tekniklerini belgelemekte, diğer yandan kentsel kimliğin şekillenmesinde oynamış oldukları güçlü rolle toplumsal hafızada yer tutmaktadır. Dolayısıyla endüstri mirasının korunması yalnızca fiziksel bütünlüğün sürdürülmesi değil, aynı zamanda mekânın ruhunun yaşatılması ve toplumsal belleğin aktarımı açısından da zorunludur.

Son yıllarda bu sürece katkı sağlayan en dikkat çekici yaklaşımlardan biri, dijital sanat ve immersif teknolojilerin endüstri yapılarıyla bütünleştirilmesidir. Işık projeksiyonları, mekâna özgü ses yerleştirmeleri, koku hafızasına dayalı uygulamalar ve çok duyulu deneyim teknikleri, tarihî yapıların yalnızca estetik ya da işlevsel açıdan değil, aynı zamanda duygusal ve deneyimsel boyutlarıyla yeniden keşfedilmesine olanak tanımaktadır. Bu doğrultuda endüstri yapıları, geçmişi temsil eden anıtsal varlıklar olmaktan çıkarak çağdaş kültürel üretim merkezlerine dönüşmekte; koruma süreci ise fiziksel bütünlüğün korunmasının ötesine geçerek kültürel sürekliliği destekleyen çok katmanlı bir deneyim boyutu kazanmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, endüstriyel miras yapılarında immersif teknolojiler aracılığıyla kurgulanan duyusal anlatımın koruma ve adaptif yeniden işlevlendirme süreçlerine katkılarını incelemektir. Bu doğrultuda çalışma, öncelikle endüstriyel mirasın korunması ve adaptif yeniden kullanım yaklaşımlarını kuramsal bir çerçevede ele alarak kavramsal bir temel sunmakta; ardından duyusal anlatım ve immersif teknolojilerin kullanıcı deneyimi ile mekân algısı üzerindeki etkilerini değerlendirmektedir. Son olarak, uluslararası ve Türkiye'den seçilen örnekler üzerinden karşılaştırmalı bir analiz gerçekleştirmektedir. Bu karşılaştırma, hem koruma ve temsil yöntemlerini hem de teknoloji–mekân etkileşimini ortaya koymayı; ayrıca Türkiye'deki endüstri mirası için geleceğe yönelik stratejik öneriler geliştirmeyi amaçlamaktadır.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

Endüstriyel miras, yalnızca üretim yapılarının korunması değil, toplumsal bellek ve kültürel kimliğin sürdürülmesi açısından da önem taşımaktadır. Bu çerçevede adaptif yeniden kullanım, işlevsizleşen yapıların çağdaş kent yaşamına katılmasını sağlayan temel bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Dijitalleşmenin hız kazandığı günümüzde ise ışık projeksiyonları, mekâna özgü ses-ışık-koku yerleştirmeleri ve çok duyulu immersif teknolojiler, ziyaretçi deneyimini dönüştürerek endüstriyel mekânların tarihsel anlatısını güçlendirmekte; böylece koruma süreci, fiziksel bütünlüğün ötesinde kültürel sürekliliği destekleyen yaşayan deneyim alanları üretmektedir.

2.1. Endüstriyel Miras ve Yeniden İşlevlendirme Yaklaşımları

Endüstriyel miras kavramı, üretim süreçlerini, teknolojiyi ve işçi sınıfının yaşam biçimlerini yansıtan yapılar, makineler ve peyzajları kapsayan geniş bir alanı ifade eder. Bu mirasın korunması, yalnızca fiziksel yapıların sürekliliğini sağlamakla sınırlı değildir; aynı zamanda modernleşme sürecinin mekânsal izlerini ve toplumsal dönüşümün tanıklıklarını da görünür kılar. Ancak üretim odaklı işlevlerini yitiren endüstri yapıları çoğu zaman atıl kalmakta, bu durum hem fiziksel bozulma hem de toplumsal hafızada kopuş riskini beraberinde getirmektedir.

Bu bağlamda adaptif yeniden kullanım, söz konusu yapıların korunarak çağdaş kent yaşamına katılmasını sağlayan en etkili yöntemlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Yeniden işlevlendirme yaklaşımları, yapının özgün mimari kimliğini korumayı hedeflerken aynı zamanda yeni kullanım senaryoları üzerinden ekonomik, kültürel ve sosyal değer üretmeyi amaçlamaktadır. Böylelikle endüstriyel miras yapıları, geçmişin izlerini taşıyan mekânlar olmanın ötesinde, günümüzün kültürel ve toplumsal dinamikleriyle bütünleşen canlı odak noktalarına dönüşmektedir.

20. yüzyıldan itibaren Avrupa'da terk edilen endüstriyel alanların büyük bölümü adaptif yeniden kullanım politikalarıyla kültürel, sanatsal ve turistik işlevlere dönüştürülmüş; böylece hem korunmuş hem de toplumsal yaşama kazandırılmıştır. UNESCO ve ICOMOS belgelerinde endüstri mirası, "ortak geçmişin ve teknolojik gelişimin somut kanıtı" olarak tanımlanmakta; korunması kültürel çeşitlilik ve kimlik sürekliliği açısından zorunlu görülmektedir (Falser, 2001). Nizhny Tagil Şartı ve uluslararası konferans raporları da bu yapıların yalnızca teknik belgeler değil, aynı zamanda toplumsal hafıza mekânları olduğunu vurgulamaktadır (TICCIH, 2003). Bu çerçevede adaptif yeniden kullanım, endüstri mirasının korunmasını çağdaş ihtiyaçlarla uyumlu şekilde dönüştürmenin en etkili stratejisi olarak öne çıkmaktadır.

2.2. İmmersif Teknolojiler ve Duyusal Anlatı

İmmersif teknolojiler, kullanıcının fiziksel çevreyle kurduğu bağı çok katmanlı dijital ortamlarla bütünleştirerek görsel, işitsel ve kimi zaman dokunsal duyular üzerinden mekânı yeniden deneyimlemesine olanak tanımaktadır. Bu kapsamda Sanal Gerçeklik (VR), Artırılmış Gerçeklik (AR), Karma Gerçeklik (MR) ve Genişletilmiş Gerçeklik (XR) teknolojileri öne çıkmakta; projeksiyon, hologram, ışık ve sensör tabanlı sistemlerle desteklenen uygulamalar da bu alanın temel araçları arasında değerlendirilmektedir (Tunga & Kömürlüğü, 2024; Torun & Torun, 2024).

Kültürel miras alanlarında immersif teknolojiler, belgeleme, koruma ve yeniden sunumun yanı sıra duyusal anlatının oluşturulmasında kritik bir rol üstlenmektedir. Parion Antik Kenti'nde yürütülen çalışmalar, VR/AR teknolojilerinin hem arkeolojik belgelenmede hem de ziyaretçi deneyiminde nasıl kullanıldığını ortaya koymaktadır (Aş, 2019). Efes Antik Kenti'nde XR uygulamaları, ziyaretçilere kalıntıların mevcut durumunu ve tarihsel rekonstrüksiyonlarını eşzamanlı görme olanağı sunarak zamansal katmanlaşmayı deneyimletmektedir (Gürsu, 2021). Bursa örneğinde geliştirilen Keşif Bursa mobil yazılımı, AR/VR destekli sanal turlar aracılığıyla kültürel mirasın geniş kitlelere aktarılmasını sağlamaktadır (Bektaş, 2024). Benzer şekilde, Isparta'daki çalışmalar, AR/VR'nin yalnızca kültürel mirasın korunması ve sunumunda değil, aynı zamanda somut olmayan mirasın aktarımında da kullanılabileceğini göstermektedir (Ergen, 2020).

Bu bağlamda duyusal anlatı, immersif teknolojilerin mekânda yarattığı çok boyutlu deneyimlerin temel bileşenlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Işık projeksiyonları (projection mapping), mekâna özgü ses yerleştirmeleri, AR ve VR uygulamaları, tarihî yapıların salt gözle görülen anıtlar olmaktan çıkarak çoklu duyularla algılanan deneyim alanlarına dönüşmesine aracılık etmektedir (Kandemir & Ulusoy, 2023). Görsel hafıza, projeksiyonlarla mekânın yeniden canlandırılmasıyla güçlenirken; işitsel hafıza, mekâna entegre edilen ses düzenekleriyle geçmişin izlerini bugüne taşımaktadır. Koku hafızası ise özellikle üretim mekânlarına özgü kokuların yeniden üretilmesiyle –örneğin sabunhanelerde sabun, madenlerde kömür kokusu– ziyaretçiyle güçlü bir duygusal bağ kurmaktadır. Bu unsurların birleşimi, mekânın tarihsel katmanlarını görünür kılmakta, kullanıcıda duygusal bir bağ oluşturarak koruma sürecini salt fiziksel bir müdahaleden çıkarıp kültürel sürekliliği güçlendiren deneyimsel bir boyuta taşımaktadır.

Turizm ve müzecilik alanlarında yapılan araştırmalar, immersif teknolojilerin sürdürülebilir rekabet avantajı, tanıtım ve pazarlama desteği, erişilebilirlik ve kullanıcı memnuniyeti açısından çok yönlü faydalar sunduğunu göstermektedir (Demirezen, 2019; Torun & Torun, 2024). Sanal turlar, oyunlaştırma ve riskli alanlarda güvenli keşif olanakları, bu teknolojilerin sağladığı katkılar arasında yer almaktadır. Dijital sanat müzeleri ve tematik sergi mekânlarında projeksiyon, VR/AR, ışık ve ses teknolojilerinin kullanımı, mekânın anlatı potansiyelini dönüştürmekte; ziyaretçiyi pasif bir izleyici olmaktan çıkarıp aktif bir katılımcıya dönüştürmektedir. Atelier des Lumières (Paris) ve X Media Art Museum (İstanbul) gibi örnekler bu dönüşümün öncülerindendir (Taş & Alkan Korkmaz, 2022). Bursa Panorama Müzesi'nde projeksiyon ve dijital enstalasyonlarla oluşturulan 360° panoramik tarih anlatısı, teknolojinin müzecilikte yalnızca bir araç değil, aynı zamanda anlatının biçimlendirici bir unsuru olduğunu göstermektedir (Zülfikar & Ediz, 2020). 2019'da açılan Ankara 15 Temmuz Şehitleri ve Demokrasi Müzesi; dijital panolar, projeksiyonlar ve interaktif enstalasyonlarla görme, işitme ve dokunma duyularına hitap eden bir deneyim sunarak toplumsal hafızanın aktarımını hedeflemiştir (Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, t.y.; T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, t.y.a). 2023 yılında açılan Ayasofya Tarih ve Deneyim Müzesi ise, hibrit sergileme modeliyle hem fiziksel eserleri hem de dijital mapping tekniklerini bir arada sunmuştur (T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, t.y.b). Benzer biçimde, İstanbul'da 2024'te açılan Dijital Deneyim Merkezi, 360° projection mapping, AR odaları, VR deneyimleri ve etkileşimli yüzeylerle çok katmanlı ziyaretçi deneyimi geliştirmiştir (Dijital Deneyim Merkezi, t.y.). Bu örnekler, Türkiye'de endüstri mirası bağlamı dışında da immersif teknolojilerin hızla geliştiğini ve dijital çok-duyulu anlatıların müzecilik pratiklerine yeni boyutlar kazandırdığını göstermektedir.

Sonuç olarak immersif teknolojiler, mimarlık ve inşaat sektöründen kültürel miras korumasına, turizmden müzecilik ve dijital sanata kadar farklı alanlarda duyusal anlatının yeni biçimlerini mümkün kılmaktadır.

Görsel, işitsel, dokunsal ve kokuya dayalı deneyimlerin birleşimi, kullanıcıyı pasif bir izleyici olmaktan çıkararak anlatının aktif bir katılımcısı hâline getirmekte; bu durum kültürel aktarım, mekânsal farkındalık ve kültürel süreklilik açısından güçlü bir paradigma değişimine işaret etmektedir.

3. YÖNTEM

Bu çalışmada, endüstriyel miras yapılarında immersif teknolojiler aracılığıyla oluşturulan duyusal anlatının koruma ve yeniden işlevlendirme süreçlerine etkileri karşılaştırmalı vaka analizi yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Çalışma kapsamında hem uluslararası hem de Türkiye'den örnekler seçilmiştir. Uluslararası örnekler olarak Atelier des Lumières (Paris, Fransa), Zollverein Kömür Madeni (Essen, Almanya) ve Matadero Madrid (Madrid, İspanya) belirlenmiş; Türkiye örnekleri olarak ise TÜLOMSAŞ Lokomotif Fabrikası (Eskişehir), Ülfet Gıda ve Sabun Sanayi A.Ş. Tesisleri (Gaziantep) ve Zonguldak Kömür Lavuarı seçilmiştir. Bu örnekler, tarihî değer, adaptif yeniden kullanım potansiyeli ve immersif teknoloji uygulama düzeyi kriterlerine göre tercih edilmiştir.

Analiz sürecinde, her bir yapının iç mekân ve dış cephe kullanımı, immersif teknoloji türü, işlev, anlatı biçimi ve deneyim tipi gibi parametreleri detaylı olarak incelenmiştir. Bu parametreler, duyusal anlatının mekân algısı ve kullanıcı deneyimi üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla seçilmiştir.

Karşılaştırmalı analiz yöntemi, uluslararası ve ulusal örnekler arasındaki ortak eğilimler ve farklılıkları tespit etmeye, Türkiye'de uygulanabilir stratejileri belirlemeye ve geleceğe yönelik öneriler geliştirmeye olanak sağlamaktadır. Bu yöntem, hem nitel veri analizi hem de gözlem ve doküman incelemelerini kapsayarak çalışmanın güvenilirliğini artırmaktadır.

4. VAKA İNCELEMELERİ

Endüstriyel miras yapılarının korunması ve yeniden işlevlendirilmesinde kullanılan immersif teknolojilerin etkisini somut olarak ortaya koymak amacıyla, ulusal ve uluslararası ölçekte seçilmiş örnekler incelenmiştir. Bu incelemeler, farklı coğrafyalarda atıl kalmış endüstriyel yapıların kültürel, turistik ve deneyimsel değerler üzerinden yeniden tanımlanma biçimlerini karşılaştırmalı olarak ele almaktadır. Uluslararası örnekler, immersif teknolojilerin endüstriyel mirasın çağdaş bir deneyim alanına dönüştürülmesinde nasıl bir araç olarak kullanıldığını göstermekte; Türkiye örnekleri ise bu yapılar için potansiyel yeniden işlevlendirme önerilerinin geliştirilmesine zemin oluşturmaktadır. Böylelikle vaka incelemeleri, endüstriyel mirasın korunması ve duyusal anlatı temelli yeni kullanım senaryoları geliştirilmesi açısından hem kuramsal hem de pratik bir bağlam sunmaktadır.

4.1. Uluslararası Örnekler

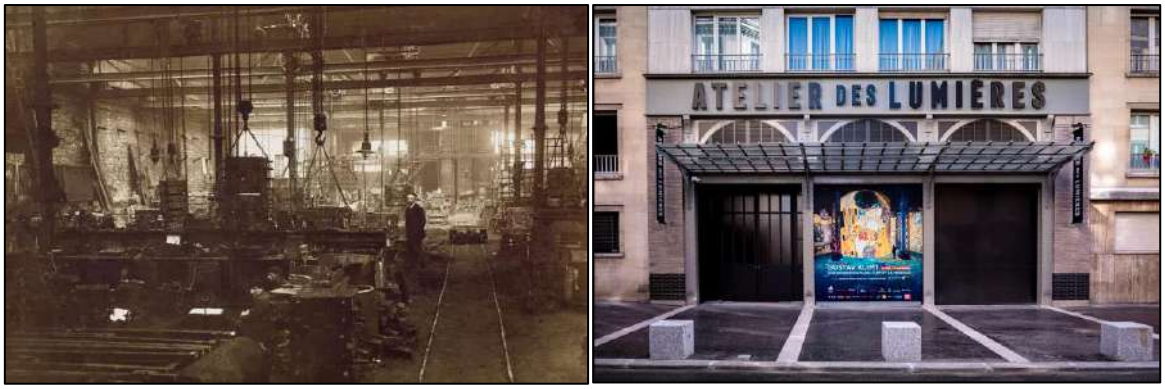
Bu bölümde ele alınan endüstriyel miras yapılarının özgün ve güncel işlevleri incelenmiş, immersif teknolojilerle yeniden işlevlendirilme uygulamaları ortaya konmuştur (Tablo 1). Uluslararası örnekler, endüstriyel miras yapılarının immersif teknolojiler aracılığıyla kültürel ve sanatsal işlevler kazanabileceğini göstermektedir. Avrupa'dan seçilen üç örnek bu sürecin farklı boyutlarını temsil etmektedir. Paris'teki Atelier des Lumières, eski bir dökümhanenin dijital sanat merkezine dönüşmesiyle immersif sergilemenin öncü mekânı haline gelmiştir. Essen'deki Zollverein Kömür Madeni, UNESCO Dünya Mirası statüsüyle endüstri mirasının kültür, tasarım ve turizm odaklı yeniden işlevlendirilmesinde uluslararası ölçekte bir model sunmaktadır. Madrid'deki Matadero Madrid ise modern harabe estetiğini, ekolojik söylemleri ve dijital sanat uygulamalarını bir araya getirerek çok boyutlu bir kültür kompleksi oluşturmuştur. Bu örnekler, ışık, ses, koku ve dijital projeksiyonlarla tarihsel mekânların çok boyutlu deneyim alanlarına dönüştürülmesini sağlayarak endüstri mirasının koruma ve çağdaş kullanım boyutlarını yenilikçi bir şekilde bütünleştirmektedir.

Tablo 1. Uluslararası endüstriyel miras yapı örnekleri ve işlevleri

Yapı	Özgün / İlk İşlev	Mevcut Durum / Güncel İşlev
Atelier des Lumières (Paris, Fransa)	Dökümhane	Dijital sanat ve immersif sergilere ev sahipliği yapan bir kültür mekanı olarak yeniden işlevlendirilmiştir.
Zollverein Kömür Madeni (Essen, Almanya)	Kömür madeni	UNESCO Dünya Mirası statüsünde, müze, tasarım okulu, kültür-turizm odaklı etkinlikler ve dijital sanat festivalleriyle yeniden işlevlendirilmiştir.
Matadero Madrid (Madrid, İspanya)	Mezbaha	Çağdaş sanat ve kültür merkezi olarak, dijital ve immersif uygulamalarla yeniden işlevlendirilmiştir.

4.1.1. Atelier des Lumières (Paris, Fransa)

Paris'in 11. bölgesinde 1835'te Chemin-Vert dökümhanesi olarak inşa edilen yapı, 2018'de Fransa'nın ilk dijital sanat merkezi Atelier des Lumières'e dönüştürülmüştür (Şekil 1). Bu yeniden işlevlendirme, mimari koruma ile dijital teknolojileri birleştirerek ziyaretçilere immersif deneyimler sunmaktadır (Taş & Alkan Korkmaz, 2022). 3.300 m²'lik yüzey, 140 projektör ve 50 hoparlörle kaplanarak izleyicilerin eserlerin içine adım attığı bir ortam oluşturulmaktadır (Erbay & Uz, 2022; Moreira ve diğerleri, 2020).



Şekil 1. Chemin-Vert dökümhanesinin geçmişteki görünümü (sol) ve Atelier des Lumières'e dönüştürülmüş hâli (sağ) (Atelier des Lumières, t.y.; Paris Evous, 2024)

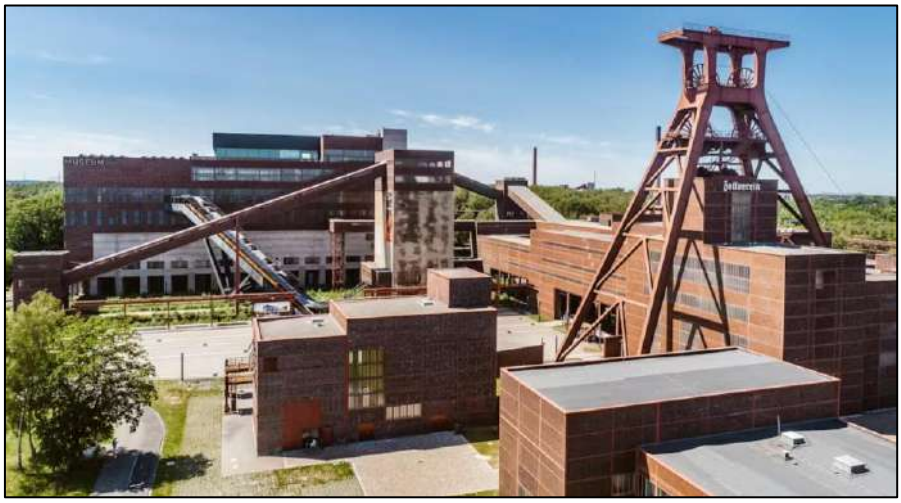
Atelier des Lumières, dijital teknolojilerin sanat sergilemesindeki rolünü dönüştüren uygulamalarıyla öne çıkmaktadır. Van Gogh – Starry Night sergisinde mekânın görsel-işitsel projeksiyonlarla tamamen dönüştürülmesi, izleyicilere "tablonun içine girme" deneyimi sunmuştur (Kayahan, 2024) (Şekil 2). 2018'deki Gustav Klimt ve Hundertwasser sergisi ise VR ve MR teknolojileriyle çok boyutlu bir atmosfer yaratmış, ziyaretçilere hem görsel hem işitsel deneyim sağlamıştır (Çakan & Batu, 2024), (Şekil 2). Bu sergiler, dijitalleşmenin izleyici–eser–mekân ilişkisini yeniden kurguladığını ortaya koymaktadır (Karayılanoğlu & Arabacıoğlu, 2020).

Şekil 2. Van Gogh – Starry Night (sol) ve Hundertwasser (sağ) sergileri (Atelier des Lumières, t.y.)

Atelier des Lumières'in en dikkat çekici yönü, çoklu duyuların bütünleştirilmesidir. Van Gogh sergilerinde müzik eşliği, senkronize görseller, aromatik kokular ve dokunsal unsurlar katılımcılara çok duyulu bir deneyim sunmuştur (Şen Atiker, 2024). Böylece dijital enstalasyonlar, mekânı görsel yüzeyin ötesine taşıyarak işitsel, kokusal ve duyusal hafızayı harekete geçirmiştir. Bu teknolojiler müze mekânlarını "ritüel alan"dan "deneyim alanı"na dönüştürmektedir (Karayılanoğlu, 2020).
Atelier des Lumières, immersif dijital sergilerin tarihsel kökenleri açısından da önemlidir. Bu sergiler 19. yüzyıl panoramalarıyla karşılaştırıldığında, her iki formun da izleyiciye tam görsel alan deneyimi sunduğu; ancak günümüzde çoklu ekran, hareket ve işitsel unsurlarla daha yoğun bir deneyim yarattığı görülmektedir (Mathias, 2022). Böylece Lumières, yalnızca sanat eserlerini sergilemekle kalmayıp sanatçıların kimliklerini ve dünyalarını da duyusal olarak yeniden üretmektedir.
Kuramsal açıdan dijital müzecilik, kültür-sanat ilişkisini dönüştürmektedir. Dijital müzeler fiziksel ve sanal mekânların birleştiği yeni bir paradigma olarak tanımlanmakta, COVID-19 sonrasında kalıcı hale gelen dijital kültürle hibrit deneyim alanlarına dönüşmeleri gerektiği vurgulanmaktadır (Burkut ve diğerleri, 2025; Giannini & Bowen, 2022). Bu yaklaşım, Atelier des Lumières'in yalnızca bir sergi mekânı değil, dijital çağın kültürel üretim modeli olduğunu göstermektedir. Sanatın dijitalleşmesi, kültürel üretimi dönüştürerek klasik sanat deneyimini tamamlayan yeni bir stratejiye dönüşmüş; Atelier des Lumières gibi merkezler bunun en görünür örneklerini sunmaktadır (Varghese, 2018).
Sonuç olarak Atelier des Lumières, endüstri mirasının dijital sanatla birleştiği çok duyulu ve katılımcı bir kültürel alan örneğidir. Video mapping, VR/AR, kokusal ve işitsel düzenlemelerle mekân, sanat ve izleyici arasında yeni bağlar kurulmuştur (Atelier des Lumières, t.y.). Bu model, Türkiye'deki endüstri mirası yapılarının yeniden işlevlendirilmesinde dijital teknolojilerin potansiyelini göstermektedir.

4.1.2. Zollverein Kömür Madeni (Essen, Almanya)

Almanya'da Kuzey Ren-Vestfalya eyaletinde bulunan Essen, Ruhr Havzası'nın önde gelen kentlerinden biri olarak kömür ve çelik endüstrisinin merkezinde konumlanmıştır. 19. yüzyıldan itibaren hızla gelişen taş kömürü madenciliği ve ağır sanayi, kentin sosyo-ekonomik yapısını derinden şekillendirmiştir (Sözer Hansoy, 2015). Uzun yıllar "Kohle Pott" adıyla anılan Ruhr, Avrupa'nın en yoğun endüstriyel üretim bölgelerinden biri olmuş; ancak 1960'lardan itibaren sanayi krizinin etkisiyle maden ocaklarının kapanması kenti yeniden yapılanmaya zorlamıştır (Kaçar, 2016).
Bu dönüşümün en sembolik örneklerinden biri, Zeche Zollverein Kömür Madeni Kompleksi'dir (Şekil 3). 1830'larda kurulan ve 1927'de Schupp & Kremmer'in Bauhaus etkili Şaft XII tasarımıyla modern endüstri mimarisinin ikonik yapılarından birine dönüşen kompleks, 1986'da üretimin sona ermesiyle işlevsiz kalmıştır (Sözer Hansoy, 2015). 1990'lardan itibaren eyalet yönetimi, mimarlar ve kültür kurumlarının işbirliğiyle yeniden işlevlendirilmiş; Norman Foster'ın tasarladığı Red Dot Tasarım Müzesi ve SANAA'nın gerçekleştirdiği Tasarım Okulu eklemeleriyle çağdaş işlevler kazanmıştır (Şekerci & Akıner, 2021).



Şekil 3. Zeche Zollverein Kömür Madeni Kompleksi (Zollverein, t.y.)

Zollverein'in 2001'de UNESCO Dünya Mirası Listesi'ne alınması, bu dönüşümün uluslararası düzeyde tanınmasını sağlamıştır. Alan, modern mimarinin endüstriyel bağlamda özgün bir temsilcisi olması ve Avrupa ağır sanayisinin tarihsel-mimari kalitesini yansıtması gerekçeleriyle listeye dâhil edilmiştir (Sözer Hansoy, 2015; Zollverein, t.y.). Böylece Essen, sanayi sonrası kimliğini yalnızca endüstriyel anıların korunmasıyla değil; kültür, eğitim ve turizmi bütünleştiren bir yaklaşım ile yeniden inşa etmiştir (Kaçar, 2016).
Zollverein, yalnızca mimari bir anıt değil, aynı zamanda bir "kentsel laboratuvar" olarak tanımlanmıştır. Alanın dönüşümü, deneysel bilgi üretimi ve çok aktörlü planlama süreçleriyle gerçekleşmiş; bu yönüyle culture-led regeneration'ın (kültür odaklı dönüşüm) simgesel mekânlarından birine dönüşmüştür (Dorstewitz, 2014). Ruhr'daki IBA Emscher Park modeli de bu süreci desteklemiş, peyzaj tasarımı, ekolojik restorasyon ve toplumsal katılımı endüstri sonrası yeniden canlandırmanın ayrılmaz bir parçası haline getirmiştir (Aydın & Uzunali, 2025).

Şekil 4. Zollverein'de düzenlenen etkinliklerde ışık projeksiyonu ile cephe kullanımı (Zollverein, t.y.)

Günümüzde Zollverein, yalnızca bir müze değil, çok yönlü bir kültürel yaşam alanıdır. Red Dot Tasarım Müzesi, PACT Zollverein Dans Merkezi, Casino Zollverein, tasarım pazarları, sergiler ve Noel döneminde düzenlenen buz pisti gibi etkinlikler aracılığıyla hem yerel halkı hem de turistleri kendine çekmektedir (UNESCO-Welterbestätten Deutschland e. V., 2019; Visit Essen, t.y.) (Şekil 4).

Böylece endüstri mirası, hem korunarak yaşatılmakta hem de çağdaş kültürel işlevlerle sürekli olarak yeniden üretilmektedir.
Zollverein aynı zamanda endüstri mirasının dijital kültürle bütünleştirildiği öncü bir merkezdir. İki yılda bir düzenlenen "NEW NOW-Festival for Digital Arts" kapsamında alan, ışık, ses ve VR enstalasyonlarıyla ziyaretçilere immersif deneyimler sunmaktadır (On the Move, 2021) (Şekil 5). Ayrıca 360° sanal turlar, akıllı telefon uygulamaları ve mobil tabanlı hazine avı etkinlikleri alanın dijital erişilebilirliğini artırmaktadır (Zollverein, t.y.). "Next Level Festival for Games" ise oyun ve sanat etkileşimini öne çıkararak miras alanını dijital kültürün tartışıldığı bir platforma dönüştürmektedir (Arts & Culture Google, t.y.). Bu uygulamalar, Zollverein'in yalnızca fiziksel korumaya değil, çağdaş teknolojiler aracılığıyla sürekli yeniden üretilen bir kültürel yaşam alanı olmasına da katkı sağlamaktadır.

Şekil 5. Zollverein'de gerçekleştirilen festivallerden bir görünüm (Zollverein, t.y.)

Essen deneyimi, Türkiye için önemli bir karşılaştırma modeli sunmaktadır. Zonguldak gibi kömürle özdeşleşmiş kentler, kimliklerini korumakta zorlanmış ve parçalı girişimlerle sınırlı kalmıştır (Ekenyazıcı Güney, 2022). Buna karşılık Essen, endüstriyel geçmişini kültürel, turistik ve ekonomik bir değere dönüştürmüş; bütüncül planlama, uluslararası işbirliği ve çok aktörlü katılım yoluyla mirasını yeniden üretmiştir. Bu farklılık, Türkiye'deki endüstri mirası tartışmalarında kritik bir referans noktası oluşturmaktadır.

4.1.3. Matadero Madrid (Madrid, İspanya)

Madrid'in güneyinde yer alan Matadero kompleksi, 1908–1928 yılları arasında Neo-Mudéjar üslubuyla inşa edilmiş ve uzun yıllar boyunca kentin en önemli mezbahası olarak işlev görmüştür. Ancak 20. yüzyılın ikinci yarısında kullanımını yitiren bu yapılar, 2000'lerden itibaren kültürel projeler aracılığıyla yeniden kentsel yaşama entegre edilmiştir. Günümüzde Matadero, endüstriyel mirasın korunması ile çağdaş sanat, dijital medya ve kamusal yaşamın kesiştiği çok katmanlı bir merkez niteliği taşımaktadır (Biddau ve diğerleri, 2020) (Şekil 6).

Şekil 6. Matadero Madrid Kompleksi (sol) ve mimari detayları (sağ) (Es Madrid, 2025)

Mimar Luis Bellido tarafından tasarlanan kompleks, farklı işlevlere hizmet edecek pavyonlardan oluşacak şekilde kurgulanmış ve yaklaşık 165.000 m²'lik bir alan üzerine inşa edilmiştir (Rey Rey, 2015). Bu kompleks içerisinde özellikle Pavyon 15 ve 16 öne çıkmaktadır. 2009–2011 yılları arasında gerçekleştirilen restorasyon sürecinde, tuğla duvarlarla çevrili dış cepheleri ile çelik kolon ve makas sistemleri korunarak, strüktürel ve hacimsel açıdan ikiz nitelikleri vurgulanmıştır. Pavyon 15, Langarita-Navarro Architects tarafından dönüştürülerek Madrid'de Red Bull Müzik Akademisi'ne ev sahipliği yapan "Müzik Pavyonu"na uyarlanmış; Pavyon 16 ise ICA Architects tarafından konser, sergi ve konferans gibi etkinliklere ev sahipliği yapan çok işlevli çağdaş bir kültür mekânına dönüştürülmüştür (Rey Rey, 2015) (Şekil 7).

Şekil 7. Matadero Madrid kompleksi içindeki Pavyon 15 (sol) ve 16 (sağ) (Arch Daily, 2012a; Arch Daily, 2012a)

Matadero'daki dönüşüm yalnızca fiziksel müdahalelerle sınırlı kalmamış, aynı zamanda "modern harabe" estetiği de sürece dâhil edilmiştir. Abierto x Obras salonunda yangın izlerinin korunması, yapının "yara izleriyle yaşayan bir hafıza mekânı" olarak ele alınmasını sağlamış; bu yaklaşım geçmişi görünür kılarak çağdaş sanatsal üretimle bütünleştirmiştir (González Juárez, 2019).
Yeniden işlevlendirme sürecinde ekolojik söylemler de ön plana çıkmıştır. "Intermediæ" ve "Avant-Garden" programları toplumsal katılım ile ekolojik duyarlılığı vurgulamış, ancak aynı zamanda kentsel ticarileşme ve "eko-dostu gentrifikasyon" süreçlerini de tetiklemiştir (Feinberg & Larson, 2019). Bu durum, mekânın kültürel ekoloji söylemiyle kentleşme dinamikleri arasında çelişkili bir ilişki kurmasına yol açmıştır. Ayrıca Matadero, çevresel ve iklimsel adaptasyon bağlamında da incelenmiştir. Doğa tabanlı çözümler üzerine yapılan simülasyonlar, yaz aylarında açık alanların aşırı sıcak nedeniyle kullanılamaz hale geldiğini; gölgeleme çözümlerinin ise konforu yalnızca kısmen artırabildiğini ortaya koymaktadır. Ancak miras koruma mevzuatı, yeşil çatı veya cephe bitkilendirmesi gibi daha radikal ekolojik müdahaleleri sınırlandırmaktadır (Olivieri ve diğerleri, 2024).
Matadero Madrid'in özgünlüğü, geçmişteki rahatsız edici işlevinin büyük ölçüde görünmez kılınmasında yatmaktadır. Mezbahadan kültür merkezine dönüşüm sürecinde etik ve tarihsel boyutlar geri planda bırakılmıştır.

Oysa "uncomfortable heritage" yaklaşımı, bu tür yapıların yalnızca estetik bir çerçevede değil, aynı zamanda geçmişin zorlayıcı hafızasını görünür kılacak biçimde yeniden işlevlendirilmesi gerektiğini savunmaktadır (Müller, 2024).
Matadero aynı zamanda dijital sanat ve immersif deneyimlerin de önde gelen merkezlerinden biridir. Pablo Valbuena'nın "Quadratura" (2010) yerleştirmesi, barok perspektif illüzyonlarını dijital ışık çizgileriyle yeniden yorumlayarak mekâna sonsuzluk algısı katmıştır (Tritthart, 2021). 2022'de açılan Madrid Artes Digitales (MAD) merkezi XR teknolojileri, 360° projeksiyon, VR odaları ve devasa ekranlarla donatılmış; "Klimt. The Immersive Experience" gibi projeler VR gözlükleri ve interaktif araçlarla çok duyulu deneyimler sunmuştur (Matadero Madrid, t.y.; Madrid Artes Digitales, t.y.) (Şekil 8). Ayrıca "It from Bit" ve "L.E.V. Matadero" festivalleri kapsamındaki AR ve VR enstalasyonları, mekânın dijital anlatı boyutunu pekiştirmiştir (Matadero Madrid, t.y.).

Şekil 8. "Klimt. The Immersive Experience" projesi (Matadero Madrid, t.y.)

Sonuç olarak Matadero Madrid, çok boyutlu bir yeniden işlevlendirme sürecinin ürünüdür. Strüktürel restorasyon, modern harabe estetiği, ekolojik yaklaşımlar, rahatsız edici mirasın etik tartışmaları ve dijital-immersif deneyimler bu mekânda kesişmiştir. Böylece Matadero, endüstri mirasının korunması ile çağdaş kültürel üretim arasındaki hassas dengeyi temsil eden güçlü bir model olarak öne çıkmaktadır.

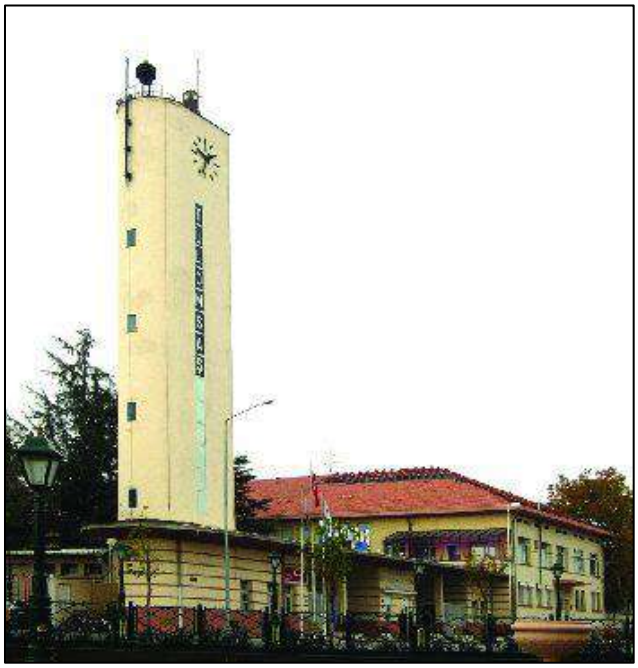
4.2. Ulusal Örnekler

Türkiye'deki endüstriyel miras yapıları büyük ölçüde atıl durumda olup, immersif teknolojilerle yeniden işlevlendirme uygulamaları oldukça sınırlıdır. Bu bölümde seçilen Cumhuriyet dönemi sanayileşmesinin simgesel örnekleri arasında yer alan Eskişehir'deki TÜLOMSAŞ Lokomotif Fabrikası, Gaziantep'teki Ülfet Sabunhanesi, Zonguldak'taki Kömür Lavuarı koruma, yeniden işlevlendirme ve immersif teknolojilerin entegrasyonu bağlamında incelenip değerlendirilmiştir.

4.2.1. TÜLOMSAŞ Lokomotif Fabrikası (Eskişehir, Türkiye)

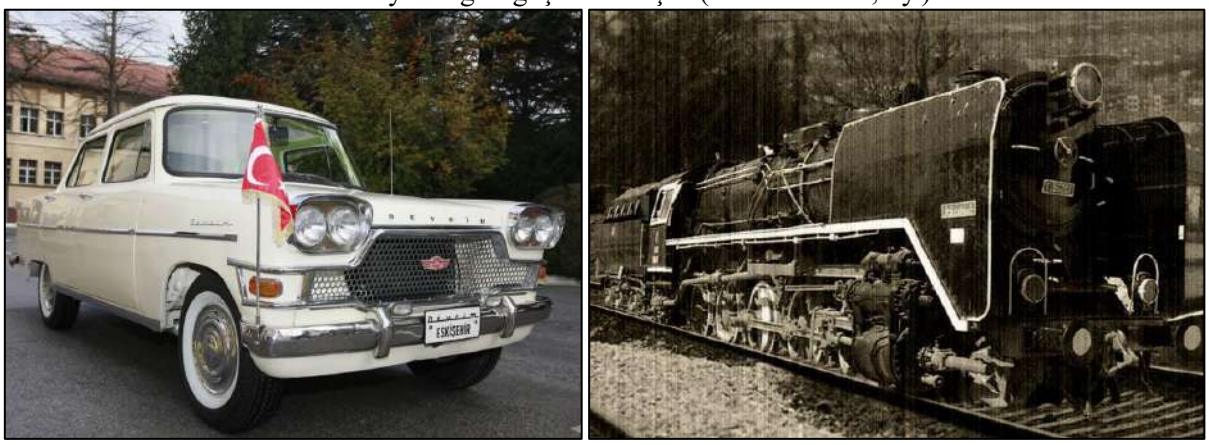
Eskişehir ili, cumhuriyetin erken döneminden itibaren Türkiye'nin demiryolu ulaşımı ve ağır sanayisinde merkezî bir rol üstlenmiştir. Bu konumun başlangıcı, 1894'te Anadolu-Osmanlı Şimendifer Kumpanyası tarafından kurulan küçük cer atölyesidir. Lokomotif ve vagon tamiratı için kurulan bu atölye zamanla gelişmiş, cumhuriyetin sanayileşme politikalarıyla büyümüş ve 1986'da Türkiye Lokomotif ve Motor Sanayi A.Ş. (TÜLOMSAŞ) ismiyle ülkenin en büyük entegre sanayi tesislerinden biri olmuştur (Özkut & Özaslan, 2009).

TÜLOMSAŞ, kuruluşundan günümüze hem kentin fiziksel gelişimini hem de Türkiye'nin endüstrileşme sürecini şekillendiren bir yerleşke olmuştur. 19. yüzyıl sonlarında Porsuk Çayı'nın kuzeyinde demiryolu hattı yanında kurulan tesis, kent merkezinden ayrışarak kampüs düzeninde gelişmiş ve modernleşmenin mekânsal simgesi olmuştur. Geniş açıklıklı betonarme atölyeler, ışıklık bantları ve işlevsel planlarıyla endüstriyel modernizmi; giriş kapısı ve saat kulesi ise Cumhuriyet dönemi modern mimarlığını yansıtmaktadır (Yatağan, 2013) (Şekil 9).



Şekil 9. TÜLOMSAŞ Yerleşkesi'nin modern mimarlık izlerini yansıtan giriş kapısı ile saat kulesi (Özkut & Özaslan, 2009)

Yerleşkenin önemi yalnızca mimari değil, teknik ve kültürel boyutlarda da görülmektedir. II. Dünya Savaşı sonrasında artan üretimle yeni fabrikalar kurulmuş; 1961'de Türkiye'nin ilk yerli otomobili "Devrim" ve ilk buharlı lokomotifi "Karakurt" burada üretilmiştir (Şekil 10). Bu üretimler yerleşkeye ulusal bellekte sembolik bir değer kazandırmış, günümüzde TÜLOMSAŞ Müzesi'nde sergilenen eserler endüstri mirasının kolektif hafızayla bağını güçlendirmiştir (Kültür Portalı, t.y.).



Şekil 10. TÜLOMSAŞ'ta üretilmiş olan "Devrim" arabası (sol) ve "Karakurt" buharlı lokomotifi (sağ) (TÜRASAŞ, t.y.; Demir, 2018)

TÜLOMSAŞ, Eskişehir'in modern kent kimliğinin oluşumunda belirleyici olmuştur. Cer atölyesi, elektrik santrali, sosyal tesisler ve lojmanlarıyla yalnızca üretim değil, modern yaşamın da parçası olmuş; kente sosyal, ekonomik ve kültürel katkı sağlayarak modern hafızanın önemli izlerinden biri hâline gelmiştir (Özkut, 2017).

Günümüzde tesis, 2020'deki birleşmeyle TÜRASAŞ Eskişehir Bölge Müdürlüğü olarak faaliyet göstermektedir. 540.000 m² açık ve 183.700 m² kapalı alanıyla Türkiye'nin lokomotif, vagon ve motor üretiminde hâlen aktiftir (TÜRASAŞ, t.y.) (Şekil 11). Böylece TÜLOMSAŞ, işlevini yitiren birçok endüstri yapısından farklı olarak üretim sürekliliğini koruyan bir sanayi mirası örneği olmuştur.

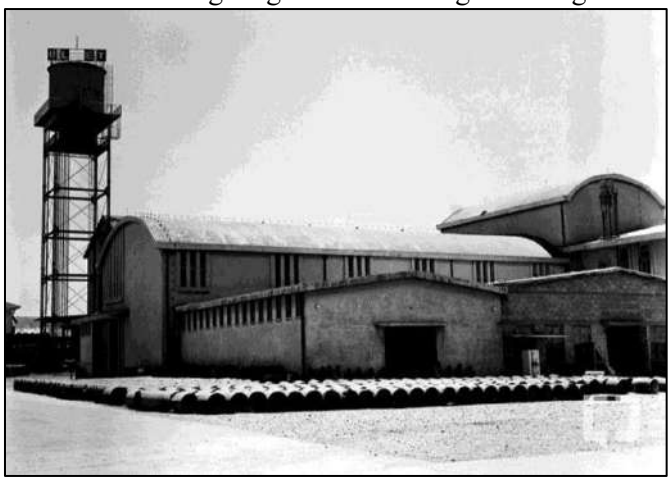
Şekil 11. TÜRASAŞ Eskişehir Bölge Müdürlüğü (TÜRASAŞ, t.y.)

Sonuç olarak TÜLOMSAŞ, Eskişehir'in kentsel kimliğini belirleyen bir mekân olmanın ötesinde, Türkiye'nin Cumhuriyet dönemi modernleşmesinin ve endüstri mirasının sembollerindendir. Tarihsellik, süreklilik, sembol olma ve kolektif hafıza değerleriyle korunması gereken bir endüstriyel kültürel miras niteliği taşımaktadır (Özkut & Özaslan, 2009; Yatağan, 2013; Özkut, 2017).

4.2.2. Ülfet Gıda ve Sabun Sanayi A.Ş. Tesisleri (Gaziantep, Türkiye)

Gaziantep'in Nizip ilçesi, Cumhuriyet dönemiyle birlikte sabun üretiminde Türkiye'nin en önemli merkezlerinden biri olmuştur. Sabunhane sayısı 1945'te 12'den, 1952'de 18'e yükselmiş; artan kapasite bölgesel sanayileşmenin temel dinamiklerinden biri hâline gelmiştir (Çiftyürek, 2021). Bu büyüme, Nizip'te sanayi ölçeğinin genişlemesine zemin hazırlayarak, modern tesislerin kurulmasını mümkün kılmıştır. 1953'te Türk-İtalyan ortaklığıyla kurulan ilk modern tesisin ardından, 1955'te faaliyete geçen Ülfet Gıda ve Sabun Sanayi A.Ş., ülkenin en büyük sanayi yatırımlarından biri olarak dikkat çekmiş; zeytinyağı, pirina, sabun ve rafine fabrikalarını barındıran entegre yapısıyla dönemin modernleşme politikalarının yansıması olmuştur (Çiftyürek, 2021) (Şekil 12).

Ülfet'in kuruluşu yalnızca endüstriyel değil, sosyal ve ekonomik açıdan da dönüm noktasıdır. Günlük 20 ton sabun ve 320 ton ham yağ rafinaj kapasitesiyle dünyanın en büyük ikinci sabun fabrikası olmuş, bu üretim Nizip'in adını sabunla özdeşleştirmiştir (Bozgeyik, 2015). Bu durum, fabrikanın yalnızca üretim kapasitesiyle değil, bölgesel kalkınmaya katkısıyla da dikkat çektiğini göstermektedir. Fabrika, 1950'lerden itibaren nüfus artışında da etkili olmuş; 1926'da 6.600 olan nüfus 1952'de 15.132'ye ulaşmıştır, bu büyüme sabunhanelerin sağladığı istihdamla doğrudan bağlantılıdır (Bozgeyik, 2015).



Şekil 12. Yapı grubunun eski bir fotoğrafından genel görünüşü (Yusufoğlu, 2023)

Mimari açıdan Ülfet Sabunhane, betonarme sistemli, tonoz çatılı üretim mekânları, geniş pencereler ve işlevsel planıyla dönemin sanayi yapılarının tipik özelliklerini taşır (Şekil 13). Roma esintili tonozlu giriş kapısı İtalyan mühendisliğinin izlerini yansıtır (Yusufoğlu, 2023) (Şekil 13). Ayrıca buhar santrali ve jeneratör binaları kare planları, teras ve tonoz çatı formlarıyla makine estetiğini hem iç hem de dış mekânda görünür kılmış; üretim sürecinin teknolojik niteliğini yansıtan önemli teknik birimler olmuştur (Yusufoğlu, 2024).

Şekil 13. Sabunhane binası (sol) ve fabrika yerleşkesinin girişi (sağ) (Yusufoğlu, 2023)

Ülfet'in sanayi mirası niteliği yalnızca mimari değerlerinden değil, bölgesel ekonomiye katkılarından da kaynaklanmaktadır. Nizip Ticaret Odası raporu, zeytin ve sabun sanayisinin ilçedeki ekonomik canlılık ve istihdama katkısını vurgulamaktadır (Nizip Ticaret Odası, 2013). Devlet Planlama Teşkilatı'nın Dokuzuncu Kalkınma Planı'nda ise sabun ve deterjan sektörü Türkiye'nin kalkınma hedefleri bağlamında ele alınmış, Ülfet gibi tesislerin ülke ekonomisindeki rolü öne çıkarılmıştır (Devlet Planlama Teşkilatı, 2006).
2004'te özelleştirme ile Beşler Gıda ve Kimya A.Ş.'ye devredilen tesis, 2023 Kahramanmaraş depremlerinde ağır hasar görmüş ve yıkılmıştır (Yusufoğlu, 2024). Bu durum, Ülfet'in yalnızca geçmişin bir endüstri mirası değil, aynı zamanda korunamayan bir kültürel değer olduğunu göstermektedir. Mimari estetik ve toplumsal hafıza açısından özgün değerler taşımasına rağmen, etkin koruma politikalarının yokluğu geri dönüşü olmayan bir kayıp yaratmıştır.
Sonuç olarak Ülfet Sabunhane, Türkiye'nin endüstri mirasında ulusal ve uluslararası ölçekte sembolik bir örnektir. Mimari yapısı, üretim kapasitesi, teknolojik donanımı ve sosyal etkileriyle yalnızca Nizip'in kimliğini değil, Cumhuriyet dönemi sanayileşme sürecinin kolektif hafızasını da yansıtmaktadır (Çiftyürek, 2021; Bozgeyik, 2015; Yusufoğlu, 2023; Yusufoğlu, 2024).

4.2.3. Zonguldak Kömür Lavuarı (Zonguldak, Türkiye)

Zonguldak, Türkiye'nin taşkömürü üretiminde tarihsel olarak en önemli kentlerinden biridir. Bu bağlamda lavuar yapıları yalnızca üretim tesisleri değil, aynı zamanda endüstri mirası ve kolektif hafızanın merkezleridir. Özellikle Üzülmez Asma Lavuarı, 1907'de Fransız mühendislerce inşa edilmiş, 1930'larda İş Bankası kontrolünde çalışmış, 1938–1957 arasında Üzülmez Müessesesi Lavuarı olarak kullanılmış, ardından TTK Mekanizasyon Atölyesi'ne dönüştürülmüştür (Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı, 2021) (Şekil 14). Yapı, 2009'da Karabük KTVKK tarafından 2. Grup olarak tescillenmiştir (Akçay Yıldız, 2025).

Şekil 14. Zonguldak ilinin eski bir fotoğrafından yapı grubunun genel görünüşü (Cansız, 2025)

Üzülmez Lavuarı ile atölyeler, kok fabrikası bacası, işçi lojmanları, Rombaki Köşkü ve Karaelmas Maden Şehitleri Müzesi, Üzülmez Kültür Vadisi Projesi kapsamında bütüncül olarak ele alınmıştır (Akçay Yıldız, 2025; Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı, 2021) (Şekil 15). Projede lavuarın en az müdahale ile restore edilerek Kent Müzesi'ne, atölyelerin ise çağdaş eklerle kültür ve etkinlik alanlarına dönüştürülmesi öngörülmüştür (İtez, 2018). Bu yaklaşım, "endüstriyel hafızayı koruyarak kültürel yaşama entegre etme" stratejisini yansıtmaktadır.

Şekil 15. Üzülmez Kültür Vadisi Projesi vaziyet planı (Arkiv, t.y.)

Zonguldak lavuarlarının potansiyeli yerel düzeyin ötesinde uluslararası bağlamda da önemlidir. Ruhr'daki dönüşüm örnekleriyle (Zollverein, Zollern, Duisburg-Nord) karşılaştırıldığında, Üzülmez sahasının benzer bir kültürel ve turistik değer yaratma kapasitesine sahip olduğu görülmektedir (Varol Can ve diğerleri, 2022). Ancak SWOT analizine göre, Merkez ve Üzülmez Lavuarları Zonguldak'ın en güçlü endüstri mirası varlıkları olsa da tanıtım, pazarlama ve turizm altyapısındaki eksiklikler süreci olumsuz etkilemektedir (Köşker & Özbey, 2022).
Üzülmez Kültür Vadisi için hazırlanan mimari projeler ve vizyon tanıtımları, lavuarın kent belleği için bir çekim noktası olmasını öngörmüştür (Arkiv, t.y.; Cansız, 2025).

Ancak uygulama sürecinde sorunlar yaşanmış; proje, rant odaklı işlevlere kaydığı gerekçesiyle eleştirilmiştir (Susma Gazetesi, 2025; Kaya, 2025). İhale gecikmeleri ve finansman sorunlarının olduğu belirtilmiş; 2020'de sanayi sitesi kurulma girişimi ise koruma kaygılarını artırmıştır (İmza Gazetesi, 2025; Bianet, 2020). Bu gelişmeler, Üzülmez Kültür Vadisi Projesi'nin başlangıçtaki sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik vizyonundan uzaklaştığını göstermektedir. Oysa tez ve proje raporları, alanın "kahverengi alan rejenerasyonu" kapsamında kente kültürel ve turistik değer kazandırabileceğini ortaya koymaktadır (Akçay Yıldız, 2025).

Zonguldak Kömür Lavuarı, özellikle Üzülmez sahasıyla birlikte, Türkiye'de endüstri mirasının korunması ve yeniden işlevlendirilmesi için bir test alanı niteliğindedir. Akademik çalışmalar, resmî envanterler ve mimari belgeler yapının tarihsel ve mimari değerini ortaya koymuştur. Buna karşılık eleştirel haberler, projenin amacından sapmasını ve rant baskılarını öne çıkararak Essen-Zollverein'daki bütüncül dönüşüm modelleriyle Türkiye'deki uygulamalar arasındaki farkı net biçimde göstermektedir. Dolayısıyla Üzülmez Lavuarı, hem sahip olduğu potansiyel hem de karşılaştığı sorunlarla, Türkiye'deki endüstri mirası politikaları açısından kritik bir örnektir.

5. KARŞILAŞTIRMALI ANALİZ VE TARTIŞMA

Uluslararası ve ulusal örneklerin karşılaştırmalı analizi, endüstriyel miras yapılarının yeniden işlevlendirilmesinde farklı yaklaşımlar ve eğilimleri ortaya koymaktadır. Avrupa'daki örnekler, özellikle Fransa, Almanya ve İspanya'da, endüstriyel mirasın kültürel dönüşüm süreçlerine bütüncül bir şekilde entegre edildiğini göstermektedir. Paris'teki Atelier des Lumières, terk edilmiş bir dökümhaneyi dijital sanatın küresel merkezlerinden birine dönüştürerek immersif teknolojilerin sanatsal üretimdeki potansiyelini gözler önüne sermiştir. Essen'deki Zollverein, UNESCO Dünya Mirası statüsüyle kültür, tasarım ve turizm odaklı yeniden işlevlendirmeyi bütüncül bir planlama anlayışıyla birleştirirken, video mapping ve ses uygulamalarıyla tarihî hafızayı güncel kullanıcı deneyimine taşımaktadır. Madrid'deki Matadero ise modern harabe estetiğini, ekolojik duyarlılık programlarını ve dijital sanat uygulamalarını harmanlayarak eski bir mezbahayı çok katmanlı bir kültür kompleksi haline getirerek, immersif sergi ve performanslara ev sahipliği yapmakta, mekânla duygusal ve deneyimsel bir bağ kurmayı mümkün kılmaktadır.

Türkiye'de, özellikle başkent veya büyük kentler yerine, kültürel yaşantıya ve turizme katkı sağlayacağı öngörülen; aynı zamanda gelişme potansiyeli ve ihtiyacı bulunan kentlerden seçilen örneklerde, yeniden işlevlendirme süreçlerinin daha parçalı ve sınırlı yaklaşımlarla yürütüldüğü görülmektedir. Bununla birlikte bu yapılar; dijital projeksiyon, VR ve ses-ışık-koku uygulamalarıyla dönüştürülmeye elverişli olmaları sayesinde toplumsal bellek ve kültürel sürdürülebilirlik açısından önemli potansiyeller taşımaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. Ulusal endüstriyel miras yapı örnekleri ve önerilen yeni işlevler

Yapı	Mevcut Durum / Güncel İşlev	Önerilen Yeni İşlev	Önerilen İmmersif Teknoloji Kullanımı
TÜLOMSAŞ Lokomotif Fabrikası (Eskişehir)	Üretim sürmekte, sınırlı kamusal kullanım	Endüstri Müzesi ve Kültürel Etkinlik Merkezi	Işık projeksiyonları, interaktif multimedya sergileri, VR tren üretim simülasyonu, ses enstalasyonları (mekana gömülü ses enstalasyonları)
Ülfet Gıda ve Sabun Sanayi A.Ş. Tesisleri (Gaziantep)	2023 depremi sonrası yıkılmış, rekonstrüksiyonu önerilen, korunamayan örnek	Sabun üretim tarihi üzerine Deneyim Merkezi	Sesli anlatım (sesli rehber), koku bazlı deneyim (scent technology), ışık enstalasyonları, VR sabun üretimi deneyimi
Zonguldak Kömür Lavuarı (Zonguldak)	Restorasyonu yapılmış, işlevsiz- atıl durumda	Endüstri ve Kültür Deneyim Merkezi	360° projeksiyon, VR madencilik deneyimi, interaktif sergi panoları, sesli anlatım (sesli rehber) ve ses enstalasyonları (mekana gömülü ses enstalasyonları), koku bazlı deneyim (scent technology),

Bu bağlamda incelenen Eskişehir'deki TÜLOMSAŞ, üretim sürekliliğini koruyan bir sanayi mirası örneği olarak öne çıkmaktadır; ancak henüz immersif teknolojilerle bütünleşmiş bir kültürel işlev kazanmamıştır. TÜLOMSAŞ Lokomotif Fabrikası (Eskişehir), ışık ve multimedya projeksiyonlarıyla desteklenmiş bir endüstri müzesi olarak kurgulanabilir; böylece hem üretim teknikleri hem de tarihî süreç ziyaretçilere deneyimsel biçimde aktarılabilir. Gaziantep'teki Ülfet Sabunhanesi, mimari estetiği ve üretim ölçeğiyle Cumhuriyet Dönemi sanayileşmesinin simgesel örneklerinden biri olmasına rağmen, koruma politikalarının yetersizliği ve deprem sonrası yaşanan yıkımla geri dönüşsüz bir kayba uğramıştır. Bu bağlamda yapı, rekonstrüksiyon sonrası yeniden işlevlendirme ile kentin kültürel belleğini ve üretim tarihini görünür kılacak bir deneyim merkezine dönüştürülebilir. Ülfet Gıda ve Sabun Sanayi A.Ş. Tesisleri (Gaziantep), sabun üretim süreçlerini ışık-ses-koku teknolojileriyle canlandırarak kentin sosyo-kültürel belleğini görünür kılabilir. Zonguldak'taki Kömür Lavuarı ise kültür vadisi projesi kapsamında yeniden işlevlendirilmek istenmiş; fakat rant baskıları, uygulama sorunları ve finansal gecikmeler nedeniyle bütüncül bir dönüşüm modeli geliştirilememiştir. Zonguldak Kömür Lavuarı, İmmersif deneyimlerle bölgenin sanayi geçmişini aktaran ve aynı zamanda turistik çekim merkezi hâline gelen bir kültür mekânına dönüştürülebilir. Böylelikle yeniden işlevlendirilerek canlandırılan endüstriyel yapılar, Eskişehir, Gaziantep ve Zonguldak kentlerinde toplumsal yaşamın kültürel ve ekonomik boyutlarına anlamlı katkılar sunacaktır.

Bu karşılaştırma, ortak eğilimlerin yanı sıra belirgin farklılıkları da ortaya koymaktadır. Ortak yönlerden biri, endüstri yapılarının kolektif hafıza ve kentsel kimlik açısından kritik birer referans noktası olmasıdır. Hem Avrupa'da hem Türkiye'de bu yapılar, yalnızca üretim işlevleriyle değil, toplumsal bellek ve kimlik inşasındaki rolleriyle önem kazanmıştır. Farklılık ise dönüşüm stratejilerinde ortaya çıkmaktadır. Avrupa örneklerinde culture-led regeneration yaklaşımıyla bütüncül, uzun vadeli ve çok aktörlü planlama süreçleri işletilmiş; Türkiye'de ise daha çok tekil projeler ve sınırlı uygulamalarla ilerlenmiştir.

Duyusal anlatı unsurları da bu tartışmada önemli bir yere sahiptir. Özellikle Paris ve Madrid örneklerinde ışık projeksiyonları, ses düzenekleri, VR/AR uygulamaları ve koku hafızası gibi çok boyutlu teknolojiler, ziyaretçi deneyimini dönüştürmüş; mekânları yaşayan kültürel alanlara çevirmiştir. Türkiye'deki örneklerde ise duyusal anlatının sistematik biçimde kurgulanmadığı görülmektedir. Bu durum, endüstriyel mirasın yalnızca fiziksel koruma odaklı değil, aynı zamanda deneyim ve etkileşim boyutlarıyla ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır (Tablo 3).

Tablo 3. Uluslararası ve ulusal örnekler arasında karşılaştırmalı analiz

Kriter	Uluslararası Örnekler	Ulusal Örnekler
Yapı Türü	- Eski dökümhane (Atelier des Lumières, Paris) - Kömür madeni (Zollverein, Essen) - Mezbaha (Matadero Madrid)	- Lokomotif fabrikası (TÜLOMSAŞ, Eskişehir) - Sabun fabrikası (Ülfet Gıda ve Sabun Sanayi, Gaziantep) - Kömür lavuarı (Zonguldak)
Mevcut Durum	Başarılı şekilde yeniden işlevlendirilmiş, aktif kullanımdadırlar.	- TÜLOMSAŞ: Üretim sürmekte, ancak kamusal kullanım sınırlı; bazı yapılar atıl durumda. - Ülfet Sabunhane: 2023 depremi sonrası yıkılmış, rekonstrüksiyonu önerilen, korunamayan örnek. - Zonguldak Lavuarı: Atıl durumda, yeniden işlevlendirme girişimleri sorunlu.
Kullanılan Teknolojiler	Işık projeksiyonları, video mapping, ses enstalasyonları, interaktif anlatılar, immersif sergiler bulunmaktadır.	- TÜLOMSAŞ: Işık projeksiyonları, VR tren üretim simülasyonu, multimedya sergiler, ses enstalasyonları önerilmektedir. - Ülfet: Ses enstalasyonları, koku bazlı deneyim, ışık projeksiyonları, VR sabun üretimi deneyimi önerilmektedir. - Zonguldak: 360° projeksiyon, VR madencilik deneyimi, interaktif sergi

		panoları, koku bazlı deneyim, ses enstalasyonları önerilmektedir.
Mekânsal Strateji	Tarihi doku korunarak çağdaş kültürel mekâna dönüştürülmüştür.	Endüstriyel kimliği koruyarak deneyim merkezine dönüşme potansiyelleri bulunmaktadır.
Toplumsal Etki	- Kültürel ve sanatsal üretime katkı - Ziyaretçilerle duygusal/deneyimsel bağ kurma - Turistik çekim gücü bulunmaktadır.	- Tarihi süreç ve üretim tekniklerinin deneyimsel aktarımı - Yerel belleğin görünür kılınması - Bölgesel turizm potansiyeli hedeflenmektedir.
Genel Değerlendirme	Endüstriyel miras, immersif teknolojilerle yeniden anlamlandırılmış ve sürdürülebilir kültürel mekânlara dönüştürülmüştür.	Benzer yaklaşımlar uygulanırsa atıl-görünmez durumdaki endüstriyel miras yapıları kültürel ve turistik işlevlerle kentsel yaşama kazandırılabilir.

Sonuç olarak, Türkiye için en büyük eksiklik, Avrupa'daki örneklerde görülen bütüncül planlama, uluslararası işbirliği ve immersif teknoloji entegrasyonunun henüz güçlü biçimde hayata geçirilememiş olmasıdır. Oysa Türkiye'nin endüstri yapıları, mimari estetikleri, üretim ölçekleri ve toplumsal hafızalarıyla büyük bir potansiyel taşımaktadır. Bu potansiyelin açığa çıkabilmesi için disiplinlerarası işbirlikleri, sürdürülebilir finansal modeller ve dijital teknolojilerle desteklenmiş yeniden işlevlendirme stratejilerine ihtiyaç bulunmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Endüstriyel miras yapıları, geçmişin üretim ilişkilerini ve toplumsal dönüşümlerini görünür kılan mekânlar olarak, günümüz kentlerinin kimliğinde ve kültürel sürekliliğinde stratejik bir rol üstlenmektedir. Çalışmada ele alınan uluslararası ve ulusal örnekler, endüstri yapılarının yalnızca korunması gereken fiziksel kalıntılar değil, aynı zamanda dijital sanat ve immersif teknolojiler aracılığıyla yeniden üretilebilecek çok boyutlu kültürel alanlar olduğunu göstermektedir. Avrupa'daki başarılı dönüşüm modellerinde culture-led regeneration yaklaşımıyla bütüncül planlama, çok aktörlü katılım ve disiplinlerarası işbirlikleri öne çıkarken; Türkiye'deki uygulamaların daha parçalı, sınırlı ve kimi zaman kesintiye uğrayan nitelikte olduğu görülmektedir.

Türkiye özelinde yapılan incelemeler, endüstriyel mirasa doğrudan odaklanan uygulamaların sayıca az olmasına rağmen, immersif teknolojilerin müzecilik ve kültürel anlatı pratiklerinde giderek daha görünür ve çeşitlenmiş biçimde kullanıldığını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, Türkiye açısından öncelikli stratejiler arasında endüstri yapılarının envanterlenmesi, koruma statülerinin güçlendirilmesi, uluslararası işbirliklerinin geliştirilmesi, özel sektör–kamu ortaklıklarının teşvik edilmesi ve yerel toplulukların sürece aktif katılımının sağlanması yer almaktadır. Dijital sanat ve immersif teknolojilerin entegre edileceği pilot projeler, disiplinlerarası işbirlikleriyle desteklendiğinde, endüstriyel mirasın çağdaş toplumla yeniden bütünleşmesine önemli katkılar sağlayacaktır. Bununla birlikte kent gelişimine de mutlaka etki edecektir. Örneğin bugün her hangi bir turistik odağı olmayan Zonguldak, yeniden işlevlendirilecek endüstri mirası yapısı sayesinde belki de tur programlarına dahil edilecek, kent turizmden de faydalanarak ekonomisi de katkı görecektir.

Gelecek araştırmalar açısından, Türkiye'deki endüstri mirası yapılarında dijital teknolojilerin sistematik biçimde nasıl uygulanabileceğine dair saha çalışmalarının yapılması, kullanıcı deneyimlerinin ölçülmesi ve uluslararası modellerle karşılaştırmaların ayrıntılandırılması kritik öneme sahiptir. Ayrıca, afet riskleri, ekonomik sürdürülebilirlik ve etik tartışmaların da değerlendirilmesi, endüstriyel mirasın geleceğine ilişkin daha bütüncül bir perspektif geliştirilmesine imkân tanıyacaktır.

Sonuç olarak, endüstriyel miras yapılarının dijital teknolojilerle yeniden işlevlendirilmesi, yalnızca fiziksel korumayı değil, aynı zamanda toplumsal hafızanın aktarımını ve kültürel sürekliliğin güvence altına alınmasını sağlayacak disiplinlerarası bir strateji olarak değerlendirilmelidir. Türkiye'nin sahip olduğu endüstriyel miras potansiyeli, doğru politikalar ve yenilikçi tasarım yaklaşımları ile uluslararası ölçekte güçlü bir model haline gelecektir.

KAYNAKLAR

Akçay Yıldız, B. (2025). *Kahverengi alanların yeniden işlevlendirilmesi: Zonguldak Üzülmez Kültür Vadisi örneği.* (Yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Arch Daily. (2012a, Kasım 20). *Hangar 16 / Iñaqui Carnicero Architecture.* https://www.archdaily.com/295502/hangar-16-inaqui-carnicero-architecture adresinden 12 Eylül 2025 tarihinde alınmıştır.

Arch Daily. (2012b, Mart 06). *Red Bull Music Academy / Langarita Navarro Arquitectos.* https://www.archdaily.com/213918/red-bull-music-academy-langarita-navarro-arquitectos adresinden 12 Eylül 2025 tarihinde alınmıştır.

Arkiv. (t.y.). *Üzülmez Kültür Vadisi, Lavuar ve Atölye Binaları Koruma ve Yeniden İşlevlendirme Projeler.* https://www.arkiv.com.tr/proje/uzulmez-kultur-vadisi-lavuar-ve-atolye-binalari-koruma-ve-yeniden-islevlendirme-projeler/10158 adresinden 24 Ağustos 2025 tarihinde alınmıştır.

Arts & Culture Google. (t.y.). *More than industrial heritage: Zollverein*. https://artsandculture.google.com/story/more-than-industrial-heritage-zollverein/QAWBzDEZgWlhXQ adresinden 24 Ağustos 2025 tarihinde alınmıştır.

Aş, H. (2019). Saran Mimari Yazılım Ve Teknolojilerinin Kültürel Mirası Koruma Çalışmalarında Kullanımı. *Tasarım Enformatiği, 1(2), 92-106*. Erişim adresi https://dergipark.org.tr/en/pub/te/issue/52433/469192

Atelier des Lumières. (t.y.). https://www.atelier-lumieres.com/ adresinden 24 Ağustos 2025 tarihinde alınmıştır.

Aydın, Y., & Uzunali, A. (2025). The redevelopment of abandoned industrial areas through landscape design. İçinde: A. Özkaya (Ed.), *Proceedings of the VII. International Mediterranean Scientific Research Congress* (pp. 350–364). Hatay Mustafa Kemal University / ASES Publishing. Erişim adresi https://www.researchgate.net/publication/394024392_The_Redevelopment_of_Abandoned_Industrial_Areas_Through_Landscape_Design

Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı. (2021). *TR81 Batı Karadeniz Bölgesi endüstri mirası ögelerinin araştırılması.* Ankara: BAKKA. ISBN 978-605-70403-0-5. Erişim adresi https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/dokuman/tr81-bati-karadeniz-bolgesi-endustri-mirasi-ogelerinin-arastirilmasi/2157

Bektaş, O. (2024). *Mimari mirasın sunumunda artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojileri: "Keşif Bursa" mobil yazılım örneği ve geliştirme süreci*. (Yüksek lisans tezi). Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Bianet. (2020, Kasım 6). *Zonguldak'taki Üzülmez Vadisi'ne sanayi sitesi kurulacak.* Bianet. https://bianet.org/haber/zonguldak-taki-uzulmez-vadisine-sanayi-sitesi-kurulacak-233961 adresinden 12 Eylül 2025 tarihinde alınmıştır.

Biddau, G. M., Marotta, A., & Sanna, G. (2020). Abandoned landscape project design. *City, Territory and Architecture, 7*(10), 1–17. https://doi.org/10.1186/s40410-020-00118-7

Bozgeyik, Ö. (2015). *Nizip "Sayınlar Sabunhanesi" restorasyon önerisi* (Yüksek lisans tezi). Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.

Burkut, E. B., Tekin, S., & Dal, M. (2025). Art and museums in the digital age: An overview of the concepts and spatial design. *Online Journal of Art and Design, 13*(1), 73–87. https://doi.org/10.30935/ojad/2513005

Cansız, A. U. (2025, Ocak 22). *Üzülmez Kültür Vadisi*. Arkitera. https://www.arkitera.com/proje/uzulmez-kultur-vadisi/ adresinden 24 Ağustos 2025 tarihinde alınmıştır.

Çakan, A., & Batu, T. (2024). Sanat eseri izleme yöntemlerinde dijitalizm ve müzecilik. *yedi: Sanat, Tasarım ve Bilim Dergisi, Sanatta Dijitalizm Özel Sayısı*, 375–387. https://doi.org/10.17484/yedi.1496522

Çiftyürek, M. (2021). *Türkiye'de sabunhaneler* (Doktora tezi). Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.

Demir, F. (2018). *İlk yerli lokomotif Karakurt*. Tesisat.org. https://www.tesisat.org/ilk-yerli-lokomotif-karakurt.html adresinden 14 Eylül 2025 tarihinde alınmıştır.

Demirezen, B. (2019). Artırılmış Gerçeklik Ve Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Turizm Sektöründe Kullanılabilirliği Üzerine Bir Literatür Taraması. *Uluslararası Global Turizm Araştırmaları Dergisi, 3(1), 1-26*. Erişim adresi https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/710628

Devlet Planlama Teşkilatı. (2006). *Dokuzuncu Kalkınma Planı: Kimya Sanayii Sabun-Deterjan-Kozmetik-Boya Çalışma Grubu Raporu.* Ankara: DPT. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/08/Dokuzuncu-Kalkinma-Plani-Kimya-Sanayii-Sabun-Deterjan-Kozmetik-Boya-Calisma-Grubu-Raporu.pdf

Dijital Deneyim Merkezi. (t.y.). *Dijital Deneyim Merkezi*. https://www.dijitaldeneyimmerkezi.com/ adresinden 12 Eylül 2025 tarihinde alınmıştır.

Dorstewitz, P. (2014). Planning and experimental knowledge production: Zeche Zollverein as an urban laboratory. *International Journal of Urban and Regional Research, 38*(2), 431–449. https://doi.org/10.1111/1468-2427.12078

Ekenyazıcı Güney, E. (2022). Taş kömürü kimliği ve iki kentin endüstri mirasına bakışı: Zonguldak ve Essen üzerine bir karşılaştırma. *Tasarım + Kuram, 18*(35), 116–130. https://doi.org/10.14744/tasarimkuram.2022.58224

Erbay, F., & Uz, S. (2022). Dijital sanatın gelişim süreci: Dijital sanat ve dijital sanat müzesi örnekleri. *Dijitalleşen Dünyada Birey, Toplum, Siyaset Kongresi Bildiri Kitabı* (pp. 142–153). İstanbul: Işık Üniversitesi Yayınları. Erişim adresi http://belgelik.isikun.edu.tr/xmlui/handle/iubelgelik/5190

Ergen, F. D. (2020). Artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojilerinin Isparta ilinin kültürel miras alanlarında uygulanabilirliği üzerine bir literatür taraması. Journal of Tourism Theory and Research, 6(1), 62-74. https://doi.org/10.24288/jttr.673593

Es Madrid. (2025, Nisan 08). *Matadero Madrid.* https://www.esmadrid.com/en/tourist-information/matadero-madrid adresinden 12 Eylül 2025 tarihinde alınmıştır.

Falser, M. (2001). *Industrial heritage on the World Heritage List: The UNESCO Thematic Initiative "World Heritage and Industrial Heritage"*. UNESCO World Heritage Centre. https://whc.unesco.org/archive/ind-study01.pdf

Feinberg, M. I., & Larson, S. (2019). Madrid Río, El Matadero and the nature of urbanization. *Arizona Journal of Hispanic Cultural Studies, 23*(1), 175–190. https://www.jstor.org/stable/48636576

Giannini, T., & Bowen, J. P. (2022). Museums and digital culture: From reality to digitality in the age of COVID-19. *Heritage, 5*(1), 192–214. https://doi.org/10.3390/heritage5010011

González Juárez, E. A. (2019). Matadero Madrid: Modern ruin, city of the arts. *Estudis escènics: quaderns de l'Institut del Teatre, 44*, 1–20. http://hdl.handle.net/20.500.11904/1187

Gürsu, M. (2021). *Tarihi alanlarda genişletilmiş gerçeklik kullanımıyla mekân sentezleme: Efes antik kenti üzerine bir uygulama*. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Kültür Üniversitesi, Lisamsüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

İmza Gazetesi. (2025, Haziran 22). *Zonguldak'taki önemli proje yılan hikayesine döndü.* https://www.imzagazetesi.com/zonguldaktaki-onemli-proje-yilan-hikayesine-dondu adresinden 24 Ağustos 2025 tarihinde alınmıştır.

İtez, Ö. (2018, Aralık 14). *Üzülmez Kültür Vadisi: Lavuar ve Atölye Binaları Koruma ve Yeniden İşlevlendirme Projeleri.* Arkitera. https://www.arkitera.com/proje/uzulmez-kultur-vadisi-lavuar-ve-atolye-binalari-koruma-ve-yeniden-islevlendirme-projeler/ adresinden 12 Eylül 2025 tarihinde alınmıştır.

Kaçar, A. D. (2016). Learning from the Ruhr: The case of the World Heritage Site Zollverein as a model of conserving industrial culture in Turkey. *idealkent: Journal of Urban Studies, 7*(19), 474–496. Erişim adresi https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/465212

Kandemir, Ö., & Ulusoy, G. (2023). Bir yapı'dan bir kent'e kültürel değerlerin artırılmış gerçeklik teknolojileriyle ortaya konulması. *Yakın Mimarlık Dergisi, 7*(1), 90–114. https://doi.org/10.32955/neujna202371591

Karayılanoğlu, G. (2020). *Çağdaş sanat müzelerinde dijital etkileşimli teknolojilerin iç mekân deneyimine etkileri* (Doktora tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Karayılanoğlu, G., & Arabacıoğlu, B. C. (2020). Digital interactive experiences in contemporary art museums. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication (TOJDAC), 10*(4), 423–440. https://doi.org/10.7456/11004100/007

Kaya, Ş. (2025, Mayıs 16). *Mimarlar Odası'ndan tepki: Üzülmez Kültür Vadisi Projesi amacından saptırıldı.* Zhaber. https://www.zhaber.com.tr/mimarlar-odasindan-tepki-uzulmez-kultur-vadisi-projesi-amacindan-saptirildi adresinden 24 Ağustos 2025 tarihinde alınmıştır.

Kayahan, Z. (2024). Günümüz sergileme pratikleri üzerine bir değerlendirme. *Sanat ve Tasarım Dergisi, 33*, 1–16. https://doi.org/10.18603/sanatvetasarim.1388679

Köşker, H., & Özbey, Z. (2022). Zonguldak ili endüstriyel miras turizmi potansiyelinin SWOT analizi. *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Dergisi, 5*(7), 962–977. https://doi.org/10.26677/TR1010.2022.1038

Kültür Portalı. (t.y.). *Tülomsaş Müzesi / Devrim ve Karakurt – Eskişehir*. https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/eskisehir/gezilecekyer/tulomsas-muzesi adresinden 24 Ağustos 2025 tarihinde alınmıştır.

Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü. (t.y.). *Ankara 15 Temmuz Demokrasi Müzesi Müdürlüğü*. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. https://kvmgm.ktb.gov.tr/TR-295684/ankara-15-temmuz-demokrasi-muzesi-mudurlugu.html adresinden 24 Ağustos 2025 tarihinde alınmıştır.

Madrid Artes Digitales. (t.y.). *About us*. https://madridartesdigitales.com/en/about-us adresinden 24 Ağustos 2025 tarihinde alınmıştır.

Matadero Madrid. (t.y.). https://www.mataderomadrid.org adresinden 24 Ağustos 2025 tarihinde alınmıştır.

Mathias, N. (2022). Meta-artistic immersion in digital exhibitions: History – mobilization – spectatorship. *Journal of Aesthetics & Culture, 14*(1), 2129160. https://doi.org/10.1080/20004214.2022.2129160

Moreira, P., Faria, P., Araújo, I., Cardoso, S., Moura, A., Marques, G., & Almeida, C. (2020). Enhancing cultural heritage of a region through visual and auditory engagement in a video mapping projection. *Journal of Digital Media & Interaction, 3*(7), 124–144. https://doi.org/10.34624/jdmi.v3i7.16698

Müller, A. (2024). *Uncomfortable heritage: Adaptive reuse strategies for industrial building reconversions*. Master's thesis, Ion Mincu University of Architecture and Urbanism. Erişim adresi https://www.presidentsmedals.com/Entry-19710

Nizip Ticaret Odası. (2013). *Nizip zeytin ve sabun sektörü analiz raporu.* Gaziantep: NTO. Erişim adresi https://www.nto.org.tr/editorupload/file/nizipzeytinsektoraniziraporu.pdf

Olivieri, F., Sassenou, L.-N., & Olivieri, L. (2024). Potential of nature-based solutions to diminish urban heat island effects and improve outdoor thermal comfort in summer: Case study of Matadero Madrid. *Sustainability, 16*(7), 2778. https://doi.org/10.3390/su16072778

On the Move. (2021). *NEW NOW Festival for Digital Arts at Zollverein*. https://on-the-move.org/news/new-now-festival-digital-arts-zollverein-open-call-digital-works-and-artistic-scientific adresinden 24 Ağustos 2025 tarihinde alınmıştır.

Özkut, D. (2017). Eskişehir'de modern hafızanın yerel izleri. *TÜBA-KED Türkiye Bilimler Akademisi Kültür Envanteri Dergisi, 16*, 35–66. https://doi.org/10.22520/tubaked.2017.16.002

Özkut, D., & Özaslan, N. (2009). Türkiye Lokomotif ve Motor Sanayi Tesisleri. İçinde E. Kayın (Editör), *Cumhuriyet Dönemi Mimarlığı,* Mimarlık Dergisi, (345). Erişim adresi. http://www.mimarlikdergisi.com/index.cfm?sayfa=mimarlik&DergiSayi=358&RecID=1996

Paris Evous. (2024, Ekim 14). *Expositions à l'Atelier des Lumières à Paris*. https://paris.evous.fr/musees-de-paris/atelier-des-lumieres.html adresinden 12 Eylül 2025 tarihinde alınmıştır.

Rey Rey, J. (2015). Structural refurbishment of pavilions 15 and 16 of the Madrid slaughterhouse. *WIT Transactions on The Built Environment, 153*, 195–206. https://doi.org/10.2495/STR150171

Sözer Hansoy, P. (2015). Endüstri arkeolojisi: Ruhr Havzası – Kömür madenciliği ve Zeche Zollverein. *İstanbul Teknik Üniversitesi Yayını*. Erişim adresi https://www.researchgate.net/publication/284617632_ENDUSTRI_ARKEOLOJISI_RUHR_HAVZASI_-_KOMUR_MADENCILIGI_ve_ZECHE_ZOLVEREINsözer

Susma Gazetesi. (2025, Mayıs 21). *Zonguldak'ta "Üzülmez Kültür Vadisi" Projesi Amacından Saptı: Mimarlar Odası'ndan Tepki.* https://susmagazetesi.com/2025/05/21/zonguldakta-uzulmez-kultur-vadisi-projesi-amacindan-sapti-mimarlar-odasindan-tepki/ adresinden 24 Ağustos 2025 tarihinde alınmıştır.

Şekerci, Y., & Akıner, İ. (2021). Endüstriyel–kültürel mirasın değerlendirilmesi: Almanya Zollverein maden ocağı kompleksi örneği. *Planlama, 31*(2), 151–163. https://doi.org/10.14744/planlama.2021.03274

Şen Atiker, E. (2024). Sergileme tasarımında çoklu duyusal deneyimler: *Van Gogh The Immersive Experience* sergisi. *Sinop Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 8(1), 209–228. https://doi.org/10.30561/sinopusd.1402891

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. (t.y.a). *Ankara 15 Temmuz Şehitleri ve Demokrasi Müzesi* [Broşür]. Erişim adresi https://muze.gov.tr/s3/MysFileLibrary/Ankara%2015%20Temmuz%20%C5%9Eehitleri%20ve%20Demokrasi%20M%C3%BCzesi-1f413b2a-e349-41c8-9f56-a0971243c40e.pdf

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. (t.y.b). *Ayasofya Tarih ve Deneyim Müzesi*. Müze.gov.tr. Erişim adresi https://muze.gov.tr/muze-detay?SectionId=YSM01&DistId=MRK adresinden 24 Ağustos 2025 tarihinde alınmıştır.

Taş, Ş., & Alkan Korkmaz, S. (2022). Dijital Sanat - Fiziki Mekân İlişkisi Bağlamında Dijital Sanat Müzeleri. *Art-e Sanat Dergisi,* 15(30), 1499-1520. https://doi.org/10.21602/sduarte.1182461

The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage (TICCIH). (2003). *The Nizhny Tagil Charter for the Industrial Heritage*. TICCIH. https://ticcih.org/wp-content/uploads/2013/04/NTagilCharter.pdf

Torun, N. K. & Torun, T. (2024). Turizmde Gerçeklik Teknolojisi. İçinde Ş. Karaca (Editör), *Turizm ve Dijital Pazarlama (Teori ve Uygulamalar).* Özgür Yayınları. https://doi.org/10.58830/ozgur.pub603.c2537

Tritthart, M. (2021). Animated urban surfaces: Spatial augmented reality in public discourse. *International Journal of Film and Media Arts, 6*(2), 75–94. https://doi.org/10.24140/ijfma.v6.n2.05

Tunga, M. H., & Kömürlüğü, R. (2024). Mimari proje yönetiminde sanal gerçeklik (SG), artırılmış gerçeklik (AG) ve hologram teknolojisi kullanımı. İçinde M. Dal (Editör), *Mimarlıkta güncel araştırma, tasarım ve yöntem–2024* (ss. 161–180). Erişim adresi https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=ztU9EQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA161&dq=var,+ar,+mimari+projeksiyon

TÜRASAŞ. (t.y.). *Eskişehir Bölge Müdürlüğü tarihçesi*. https://www.turasas.gov.tr/ adresinden 24 Ağustos 2025 tarihinde alınmıştır.

UNESCO-Welterbestätten Deutschland e. V. (2019, Ekim 16). *Weihnachts- und Adventangebote auf Zeche Zollverein*. https://welterbedeutschland.de/weihnachts-und-adventangebote-auf-zeche-zollverein/ adresinden 14 Eylül 2025 tarihinde alınmıştır.

Varghese, K. (2018, Ekim 23). *Culture, art & digitisation*. Masters of Media. https://mastersofmedia.hum.uva.nl/2018/10/culture-art-digitisation/ adresinden 24 Ağustos 2025 tarihinde alınmıştır.

Varol Can, M., Manisa, K., & Arabacıoğlu, B. C. (2022). Ruhr Bölgesi'ndeki dönüşümlerin Üzülmez Taşkömürü İşletme Müessesesi için değerlendirilmesi. *TÜBA-KED Türkiye Bilimler Akademisi Kültür Envanteri Dergisi, 26,* 185–216. https://doi.org/10.22520/tubaked2022.26.010

Visit Essen. (t.y.). *Experience Essen*. https://www.visitessen.de/essentourismus_tourismusinformation/startseitetourismus_2.en.html adresinden 24 Ağustos 2025 tarihinde alınmıştır.

Yatağan, N. (2013). *Cumhuriyet dönemi endüstri yapıları ve modernleşme ilişkileri üzerine bir inceleme: Eskişehir TÜLOMSAŞ yerleşkesi.* (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Yusufoğlu, N. T. (2023). Ülfet Gıda ve Sabun Sanayii A.Ş. tesisi sabunhane yapı adasının mimari incelemesi. *Online Journal of Art and Design, 11*(5), 119–141. https://adjournal.net/articles/115/1159.pdf

Yusufoğlu, N. T. (2024). Ülfet Gıda ve Sabun Sanayii A.Ş. tesisinin buhar santrali ve jeneratör binalarının mimari incelemesi. *Turkish Studies, 19*(4), 2035–2062. https://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.70048

Zollverein. (t.y.). *The heritage of mankind. The cultural heart of the Ruhr Area*. https://www.zollverein.de/zollverein-unesco-world-heritage-site/ adresinden 24 Ağustos 2025 tarihinde alınmıştır.

Zülfikar, A. B., & Ediz, Ö. (2020). Değişen müze ve müzecilikte sergilemenin teknoloji boyutunun incelenmesi: Bursa Panorama Müzesi örneği. *Lycus Dergisi, (2)*, 67–100. Erişim adresi https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1124747

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

WASTE CLASSIFICATION USING RESNET50 ARCHITECTURE

Eda DALGA
Graduate Student, Van Yuzuncu Yil University, Institute Of Natural And Applied Sciences, Artificial Intelligence and Robotics, Van-Türkiye
ORCID ID: 0009-0007-6209-7521

Rıdvan SARAÇOĞLU
Prof. Dr., Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Van-Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-5853-4545

ABSTRACT
When we talk about waste, we often think only of household trash. In fact, the environmental significance and importance of organic and inorganic waste is far greater than the term "garbage" that first comes to mind. With developing technologies, waste can be utilized in various ways. Waste recycling makes significant contributions to reducing environmental pollution. Furthermore, household waste is becoming more than just trash; it's becoming a recyclable system. Waste and technology are merging, presenting themselves in residential areas as smart trash cans, container occupancy monitoring in city management, garbage identification systems, automatic on-line sorting in recycling facilities, electricity generation, and environmental health systems. This represents a giant leap forward in environmental awareness.
Artificial intelligence-based studies on garbage identification and classification offer significant contributions to increasing recycling rates and ensuring sustainable waste management. Deep learning-based approaches are particularly prominent in the literature, with Convolutional Neural Network (CNN)-based architectures, advanced models such as ResNet, VGGNet, EfficientNet, MobileNet, and YOLO series object detection algorithms being frequently preferred.
In this study, we used the six-class Split Garbage Dataset, consisting of cardboard, metal, glass, paper, plastic, and garbage, obtained from open sources, and the ResNet50 architecture as the deep learning model. The classification accuracy achieved with this model was 97%. This highlights the success of artificial intelligence approaches in garbage identification and suggests that further research in this area is needed.
Keywords: Artificial Intelligence, CNN Architectures, Garbage Detection, ResNet50.

RESNET50 MİMARİSİ İLE ÇÖP SINIFLANDIRMA

ÖZET
Çoğu zaman atık denilince akla sadece evlerden çıkan çöp gelmektedir. Aslında, organik ve inorganik atıkların çevre konusundaki yeri ve önemi ilk etapta akla gelen çöp ifadesinden daha büyüktür. Gelişen teknolojiler ile birlikte atıklar farklı alanlarda değerlendirilebilmektedirler. Atıkların değerlendirilmesi çevre kirliliğini azaltmada büyük katkılar sağlamaktadır. Bununla birlikte evsel atıkların anlamı sadece çöp olmaktan çıkıp dönüştürülebilir bir sistem haline gelmektedir. Atıklar ve teknoloji birleşerek, yaşanan alanlarda; akıllı çöp kutuları, şehir yönetiminde konteyner doluluk takibi, çöp tanıma sistemleri, geri dönüşüm tesislerinde bant üzeri otomatik ayrıştırma, elektrik üretimi, çevre sağlığı sistemleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu ise çevre koruma bilinci açısından atılan dev bir adımdır.
Yapay zekâ ile çöp tanıma ve sınıflandırma üzerine yapılan çalışmalar, geri dönüşüm oranlarının artırılması ve sürdürülebilir atık yönetiminin sağlanması açısından önemli katkılar sunmaktadır. Literatürde özellikle derin öğrenme tabanlı yaklaşımlar öne çıkmakta olup, Convolutional Neural Network (CNN) tabanlı mimariler, ResNet, VGGNet, EfficientNet, MobileNet gibi gelişmiş modeller ve YOLO serisi nesne tespit algoritmaları sıklıkla tercih edilmektedir.

Bu çalışmada veri seti olarak açık kaynaktan alınan karton, metal, cam, kağıt, plastik, çöp gruplarından oluşan 6 sınıflı Split Garbage Dataset ve derin öğrenme modeli olarak ise ResNet50 mimarisi kullanılmıştır. Bu model ile elde edilen sınıflandırma doğruluğu %97 olarak elde edilmiştir. Bu ise yapay zeka yaklaşımlarının çöp tanımadaki başarısını göz önünde koymakta ve bu alandaki çalışmaların artırılması gerektiğini düşündürmektedir.
Anahtar Kelimeler: CNN Mimarileri, Çöp Tanıma, ResNet50, Yapay Zeka.

Giriş

Katı atıkların menşeine göre sınıflandırılarak içindeki değerli bileşenlerin fiziksel, kimyasal, fiziko-kimyasal ve biokimyasal yöntemlerin birinin veya birkaçının kullanılmasıyla tekrar kullanılabilir ürünlere veya enerjiye dönüştürülmesi; doğal kaynak israfını ve atık miktarını azaltırken, ekonomiye ve çevre bilincine katkı sağlamaktadır. Örneğin kullanılmış kâğıdın tekrar kullanılması hava kirliliğini %74-94, su kirliliğini %35, su kullanımını %45 azalttığı ve bir ton atık kâğıdın kâğıt hamuruna katılmasıyla 8 ağacın kesilmesini önleyebilmektedir. Plastik ambalaj atıklarının geri kazanılması sonucu ise petrolden tasarruf edilmektedir. Dönüşen her ton cam için, 100 litre petrol tasarrufu sağlanabilmektedir. (Çayırlı ve Toraman, 2018)

Atık ayrıştırması fiziksel, kimyasal ve biyolojik tehlikeleri olan bir iştir. Katı atık tesislerinde atıkların geri dönüşümünden sorumlu çalışanların yaralanma ihtimali diğer çalışanların iki katıdır ve bu meslek yüksek ölüm oranından dolayı ABD'deki en tehlikeli mesleklerden biri haline gelmiştir. (Baran A. vd., 2015)

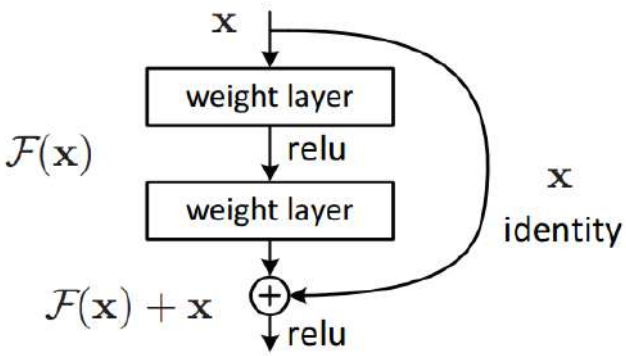
Ancak yapay zekanın ve görüntü işleme teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, belirli nesneleri tanımak için eğitilmiş kameraların ve bilgisayar sistemlerinin rehberliğinde robotun kolları, hedefi bulana kadar hareketli konveyörlerin üzerinde kaymaktadır. Robot kolunda camı, plastik kapları ve diğer geri dönüştürülebilir maddeleri çöp kutusundan çıkarıp yakındaki kaplara atan bir vantuz bulunmaktadır. Bundan dolayı katı atık ayrıştırma mesleğindeki yaralanma ve ölüm riski en aza inmektedir. (Cai, 2019)

Materyal ve Yöntem

ResNet50

Residual Network (ResNet), Shaoqing Ren, Kaiming He, Jian Sun ve Xiangyu Zhang tarafından 2015 yılında hazırlanan "Görüntü Tanıma için Derin Artık Öğrenme" olarak adlandırılan makalede tanıtılan ünlü derin öğrenme modellerinden biridir. ResNet modeli, en popüler ve en başarılı derin öğrenme modellerinden biridir. Artık ağlar olarak da bilinir. ResNet modeli, çok derin ağları eğitme sorununu ortadan kaldıran artık bloklardan oluşmaktadır. Fark ettiğimiz ilk şey, aralarında birkaç seviyeyi atlayan doğrudan bir bağlantı olduğudur. Artık blokların özü, 'bağlantıyı atla' olarak bilinen bir bağlantıdır. (Akdağ, 2021)

ResNet'in ana fikri, bir veya daha fazla katmanı atlayan bir "kimlik kısayol bağlantısı" oluşturmaktır.



Şekil 1. ResNet Bağlantı Bloğu (Kaushik, 2025)

Şekil 1'de, fark edilen ilk şey, modelin bazı katmanlarını atlayan doğrudan bir bağlantı olduğudur. Bu bağlantıya 'bağlantıyı atla' denir ve artık blokların merkezidir.

ResNet'in aynı konsept üzerinde çalışan ancak farklı sayıda katmana sahip birçok çeşidi vardır. Resnet50, 50 sinir ağı katmanıyla çalışabilen varyantı belirtmek için kullanılır.

layer name	output size	18-layer	34-layer	50-layer	101-layer	152-layer
conv1	112×112	7×7, 64, stride 2				
conv2_x	56×56	3×3 max pool, stride 2				
		$\begin{bmatrix} 3\times3, 64 \\ 3\times3, 64 \end{bmatrix}\times2$	$\begin{bmatrix} 3\times3, 64 \\ 3\times3, 64 \end{bmatrix}\times3$	$\begin{bmatrix} 1\times1, 64 \\ 3\times3, 64 \\ 1\times1, 256 \end{bmatrix}\times3$	$\begin{bmatrix} 1\times1, 64 \\ 3\times3, 64 \\ 1\times1, 256 \end{bmatrix}\times3$	$\begin{bmatrix} 1\times1, 64 \\ 3\times3, 64 \\ 1\times1, 256 \end{bmatrix}\times3$
conv3_x	28×28	$\begin{bmatrix} 3\times3, 128 \\ 3\times3, 128 \end{bmatrix}\times2$	$\begin{bmatrix} 3\times3, 128 \\ 3\times3, 128 \end{bmatrix}\times4$	$\begin{bmatrix} 1\times1, 128 \\ 3\times3, 128 \\ 1\times1, 512 \end{bmatrix}\times4$	$\begin{bmatrix} 1\times1, 128 \\ 3\times3, 128 \\ 1\times1, 512 \end{bmatrix}\times4$	$\begin{bmatrix} 1\times1, 128 \\ 3\times3, 128 \\ 1\times1, 512 \end{bmatrix}\times8$
conv4_x	14×14	$\begin{bmatrix} 3\times3, 256 \\ 3\times3, 256 \end{bmatrix}\times2$	$\begin{bmatrix} 3\times3, 256 \\ 3\times3, 256 \end{bmatrix}\times6$	$\begin{bmatrix} 1\times1, 256 \\ 3\times3, 256 \\ 1\times1, 1024 \end{bmatrix}\times6$	$\begin{bmatrix} 1\times1, 256 \\ 3\times3, 256 \\ 1\times1, 1024 \end{bmatrix}\times23$	$\begin{bmatrix} 1\times1, 256 \\ 3\times3, 256 \\ 1\times1, 1024 \end{bmatrix}\times36$
conv5_x	7×7	$\begin{bmatrix} 3\times3, 512 \\ 3\times3, 512 \end{bmatrix}\times2$	$\begin{bmatrix} 3\times3, 512 \\ 3\times3, 512 \end{bmatrix}\times3$	$\begin{bmatrix} 1\times1, 512 \\ 3\times3, 512 \\ 1\times1, 2048 \end{bmatrix}\times3$	$\begin{bmatrix} 1\times1, 512 \\ 3\times3, 512 \\ 1\times1, 2048 \end{bmatrix}\times3$	$\begin{bmatrix} 1\times1, 512 \\ 3\times3, 512 \\ 1\times1, 2048 \end{bmatrix}\times3$
	1×1	average pool, 1000-d fc, softmax				
FLOPs		1.8×10^9	3.6×10^9	3.8×10^9	7.6×10^9	11.3×10^9

Şekil 2. ResNet-50 Mimarisi (Kaushik, 2025)

Şekil 2'de görüldüğü üzere, ResNet50 mimarisi aşağıdaki elemanı içerir:

- 7 * 7 çekirdek boyutuna ve 64 farklı çekirdeğe sahip, tümü 2 boyutunda bir adımla bize 1 katman veren bir konvülsiyon.
- Ardından, adım boyutu 2 olan maksimum havuzlamayı görüyoruz.
- Bir sonraki evrişimde 1*1,64 çekirdek, ardından 3*3,64 çekirdek ve son olarak 1*1.256 çekirdek vardır, Bu üç katman toplam 3 kez tekrarlanır ve bu adımda bize 9 katman vermektedir.
- Daha sonra 1 * 1.128 çekirdek görüyoruz, ardından 3 * 3.128 çekirdek ve sonunda 1 * 1.512 çekirdek bu adım 4 kez tekrarlandı ve bu adımda bize 12 katman vermektedir.
- Bundan sonra 1*1.256'lık bir çekirdek ve 3*3.256 ve 1* 1.1024'lük iki çekirdek daha var ve bu 6 kez tekrarlanarak toplam 18 katman vermektedir.
- Ve sonra yine 3 * 3.512 ve 1 * 1.2048'den iki tane daha içeren 1 * 1.512 çekirdek ve bu 3 kez tekrarlandı ve bize toplam 9 katman vermektedir.
- Bundan sonra ortalama bir havuz yapıyoruz ve 1000 düğüm içeren tam bağlantılı bir katmanla sonlandırıyoruz ve sonunda bir softmax işlevi bu bize 1 katman vermektedir.

Aslında aktivasyon fonksiyonları ve maksimum/ortalama havuzlama katmanları sayılmamaktadır. Yani bunu toplamak 1 + 9 + 12 + 18 + 9 + 1 = 50 katmanı olan Derin Evrişimli bir ağ verir. (Kaushik, 2025)

Veri Seti

Yapay zekanın katı atık ayrıştırma alanındaki katkılarından ve sağladığı iyileştirmelerden dolayı çöp ayrıştırma alanında yapılan bu çalışmada, çöp grubunda yer alan cam, çöp, kağıt, karton, metal ve plastik olarak 6 sınıftan ve 2527 veriden oluşan *Split Garbage Dataset* adlı açık kaynak Kaggle'dan erişilen veri seti kullanılmıştır. (Santoro, 2019)

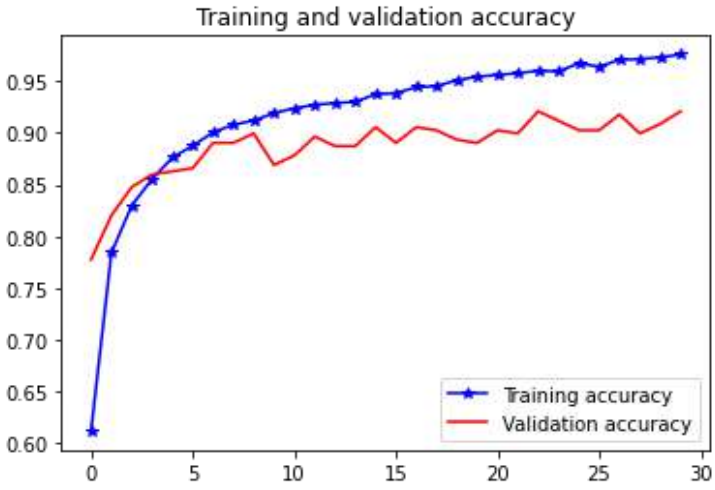
Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada uygulama aşağıdaki adımlardan oluşmuştur.

- Model, Resnet-50 mimarisi ve gerekli kütüphaneler import ederek oluşturulmuştur.
- Veri kümesi yüklenerek, eğitimde kullanılacak veriler içe aktarılmaya başlanmıştır.
- Modele girmeden önce veriler üzerinde ön işleme adımları uygulanırken verileri toplamak için ImageDataGenerator kullanılmıştır.
- Model ve gerekli veriler hazır olduktan sonra model eğitilmeye başlanmıştır. Keras, eğitimde belirli bir süre boyunca (bir dönem sona ermeden, yineleme bitmeden vb.) geri aramalar sayesinde eğitim aşamasında modelin performansının izlenmesinde faydalı olabilecek özellikler sağlamaktadır.

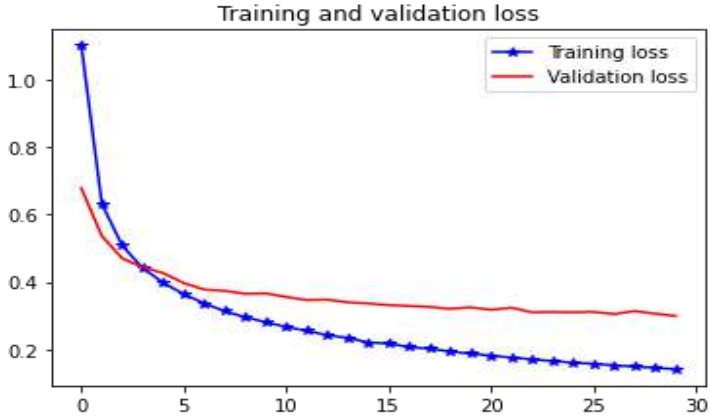
- Modelin test edilmesi, model kapasitesini ölçmek için önemli bir aşamadır. Bu adım, modelin verileri ne kadar iyi öğrendiği hakkında bilgi vermektedir. Bunu anlamak için model test edilmiştir. Burada, verilerin eğitim aşamasındakine benzer şekilde ImageDataGenerator kullanılmıştır.
- Bu aşamada model yüklendikten sonra, model test verileriyle beslenmeye başlamaktadır ve tahmin sonucu ortaya çıkmaktadır. Tahmin sonucunu değerlendirmek için ve bunun istatistiğini almak için sınıflandırma raporu ve tahminin daha ileri analizi için karışıklık matriksi (confusion_matrix) kullanılmıştır.
-

Çalışmada elde edilen eğitim ve doğrulama grafiği Şekil 3'te verilmiştir. Bu grafikten de görültdüğü üzere modelde eğitilen verilerdeki doğruluk %97'ye, test verilerindeki doğruluk (performans) değeri de %92'ye ulaşmıştır.



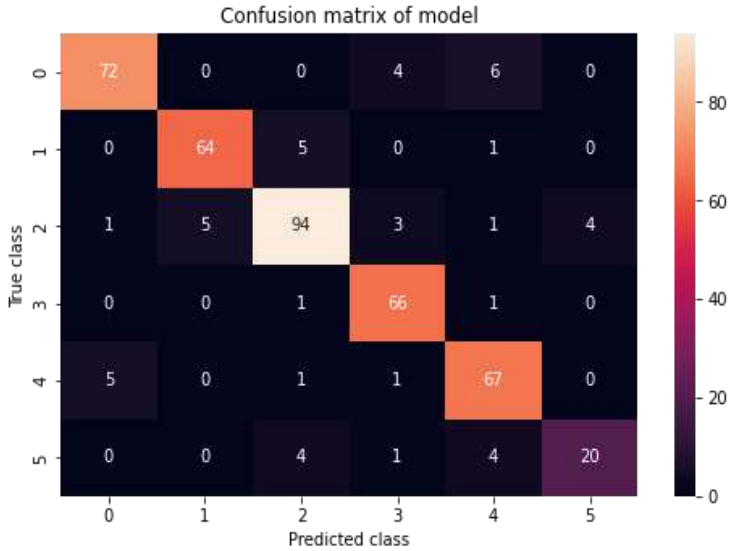
Şekil 3. Eğitim ve Doğrulama Doğruluğu Grafiği

Şekild 4'te ise modelin Eğitim ve Doğrulama Kayıp grafiği görülmektedir. Görüldüğü üzere modeldeki eğitilen verilerdeki kayıp değeri 0.14'e, test verileri için modeldeki kayıp değeri de 0.29'a ulaşmıştır.



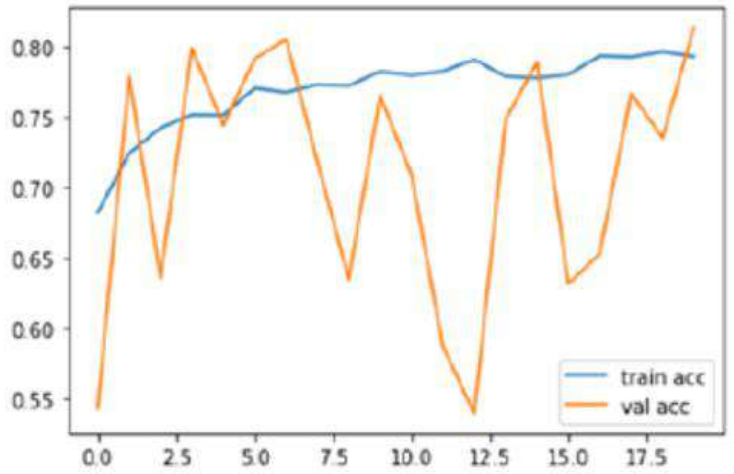
Şekil 4. Eğitim ve Doğrulama Kayıp Grafiği

ResNet50 modeli için elde edilen karışıklık matrisi ise Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Karışıklık Matriksi

Sevinç ve Özyurt (2022) tarafından yapılan çalışmada toplam 22500 atık görüntü verisi kullanılarak ResNet50 ve CNN mimarisi ile eğitilmiştir. Eğim sonucunda elde edilen doğruluk oranları incelenerek hangi mimarinin daha başarılı olduğu belirlenmiştir. CNN mimarisi %91,84 doğruluk oranı ile sonuçlanmıştır. ResNet50 mimarisi ise %81,34 doğruluk oranına ulaşmıştır (Şekil 6).
Bizim çalışmamızda ise RESNET-50 ile eğitim verisi için doğruluk %97'ye, test verisi için doğruluk değeri de %92'ye ulaşmıştı.



Şekil 6. Literatürdeki Çalışmanın Doğruluk Grafiği (Sevinc ve Özyurt, 2022)

Sonuç ve Öneriler

Dünyada her gün milyonlarca çöp üretiliyor. Çöplerin yapay zeka teknoloji ile ayrıştırılması insanlığa ve doğaya büyük faydalar sağlayacaktır.
Bu çalışmanın amacı, atıkların doğru ve verimli olarak sınıflandırılmasını sağlamaktır. Bu çalışmada kullanılan açık kaynak veri setindeki görüntüler ResNet50 mimarisi kullanılarak eğitilmiştir. Eğitim sonucunda doğruluk %97'ye, test verisi için doğruluk değeri de %92'ye ulaşmıştır. ResNet50 mimarisinin çöp tanıma alanındaki başarısı açıkça ortaya konmuştur.
Bu çalışmada katı atıkların ayrıştırılmasında yapay zeka görüntü işleme teknolojisi kullanılarak yüksek doğruluklara ulaşılacağı açıkça görülmektedir.

Gelecek çalışmalarda farklı mimariler ve veri artırma yöntemleri kullanılacaktır. Atıklar, organik ve inorganik olarak ayrılarak ve veri seti genişletilerek doğruluk oranının artması hedeflenmektedir.

Teşekkür
Bu çalışmada, her türlü ilgi ve yardımını esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Rıdvan SARAÇOĞLU'na teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

Akdağ, S. (2021). ResNet (Residual Network) Nedir?,. available online at: https://suhedacilek.medium.com/resnet-residual-network-nedir-49105e642566.

Baran, A., Arıkan, O.A., Yıldız, Ş., Demir, İ., Sarı, H., Altınbaş, M., Balahorli, V., Katı Atık Düzenli Depolama Tesisleri İşletimi El Kitabı, *İstaç Teknik Kitaplar Serisi #3, İstanbul 2015, 1. Basım.*

Cai, C., (2019), Çöp Ayırmada AI'nın Avantajları, available online at: https://tr.gnscomponent.com/news/advantages-of-ai-into-garbage-sorting-25337414.html

Çayırlı, S., Toraman Ö., Y., (2018). Geri Dönüşüm Sektöründe Cevher Hazırlama Teknolojilerinin Kullanımı, *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(3),

Iqbal, M. (2025). Waste Classification Using ResNet50. available online at: https://www.kaggle.com/code/muhamadiqbal/waste-classification-using-resnet50/data.

Kaushik, A. (2025). *Understanding ResNet50 architecture*. 15 Ağustos 2025 tarihinde erişildi. iq.opengenus.org/resnet50-architecture

Santoro, A. (2019). Split Garbage Dataset, available online at: https://www.kaggle.com/datasets/andreasantoro/split-garbage-dataset

Sevinç, A., Özyurt, F. (2022). Classification of recyclable waste using deep learning architectures, *Fırat Üniversitesi Deneysel ve Hesaplamalı Mühendislik Dergisi*.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

SUSTAINABILITY OF CULTURAL HERITAGE AND THE MEMORY OF PLACE: A STUDY ON PODIMA ART

Atakan PİRLİ
Ege University Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Landscape Architecture. İzmir, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-2208-6306

Dr. Damla PİRLİ
Izmir Institute of Technology, Media and Public Relations Coordinatorship, İzmir, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-7957-3861

Prof. Dr. Bahriye GÜLGÜN
Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture, İzmir, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-7071-8486

ABSTRACT
Podima *(Pebble Mosaic)* art is a floor covering tradition shaped by pebble stone pavements in the Mediterranean region for centuries. This tradition is recognized not only for its aesthetic use but also as an element of cultural memory. This study examines the role of podima as a transmitter of cultural memory. Being a physical design element has influenced the popularity of the tradition and facilitated the sustainability of cultural heritage. This tradition, which influences the construction of spaces, has been used as a conveyor of meaning through various symbols and signs. Unlike other floor coverings, these elements, which contain the artistic taste, message, idea, or story of their creator, bear the traces of the period in which they were made. In this respect, podima art is seen to have characteristics similar to mosaic art. Pierre Nora's concept of 'memory space' provides an explanatory framework within the scope of this study. The visual continuity created by podima stone patterns in city squares or streets reflects the climate of the geography while also serving as a memory space, bridging the past and the present. In conclusion, this study addresses the sustainability of podima art, the importance of transferring traditional knowledge and techniques, and making Mediterranean culture visible in urban life. Accordingly, podima art is conceptualized as an element that contributes to keeping the collective memory of cities alive.
Keywords: Podima art, cultural heritage, memory space

KÜLTÜREL MİRASIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ VE MEKÂNIN BELLEĞİ: PODİMA SANATI ÜZERİNE BİR İNCELEME

ÖZET
Podima sanatı, Akdeniz coğrafyasında yüzyıllardır çakıl taşı döşemeleriyle şekillenen zemin kaplama geleneğidir. Bu gelenek, estetik kullanımının yanı sıra kültürel bellek unsuru olarak da kabul edilmektedir. Bu çalışmada podimanın kültürel bellek aktarıcısı konumundaki yeri ele alınmaktadır. Fiziksel bir tasarım unsuru olması, geleneğin popülerliğini etkilemiş, kültürel mirasın sürdürülebilirliğini kolaylaştırmıştır. Mekânların yapılış biçimini etkileyen bu gelenek, çeşitli simgeler ve sembollerle anlam aktarıcısı olarak kullanılmıştır. Diğer zemin kaplamalarından farklı olarak üreticisinin sanatsal beğenisini, mesajını, fikrini veya öyküsünü içeren bu unsurlar, yapıldığı dönemin izlerini taşımaktadır. Bu açıdan podima sanatının mozaik sanatına benzer özellikler taşıdığı görülmektedir. Pierre Nora'nın 'hafıza mekânı' (memory space) kavramı, çalışma kapsamında açıklayıcı bir çerçeve sunmaktadır. Podima taşları desenlerinin, kent meydanlarında veya sokaklarda oluşturduğu görsel süreklilik, coğrafyanın iklimini yansıtırken hafıza mekânı olarak da geçmişle günümüz arasında köprü kurmaktadır.

Sonuç olarak bu çalışmada podima sanatının sürdürülebilirliği, geleneksel bilgi ve tekniklerin aktarılmasının önemi ve Akdeniz kültürünün kent yaşamında görünür kılınması konuları ele alınmaktadır. Buna bağlı olarak podima sanatı, kentlerin kolektif belleğinin canlı tutulmasına katkı sağlayan bir unsur olarak kavramsallaştırılmaktadır.
Anahtar kelimeler: Podima sanatı, kültürel miras, hafıza mekânı

GİRİŞ

Podima, kelime kökeni itibarıyla çakıl taşı ile ilintilidir. Kelime, suyun etkisiyle yuvarlaklaşan küçük taşlara atıfta bulunmaktadır. Podima sanatı bu taşların seçilmesi, toplanması ve yeniden düzenlenerek bir araya getirilmesine dayananmaktadır. Akdeniz ülkelerinde yüzyıllardır geleneksel zemin kaplama tekniği olarak kullanıldığı bilinmektedir. Podima, mozaik döşeme sanatının öncülü olarak kabul edilmektedir. Mozaik döşeme, küçük boyutlu kesilmiş taş, cam ya da seramik parçalarının *(tesserae)* kullanıldığı daha ince işçilikli bir teknikle oluşturulurken podima, daha iri ve doğal çakıl taşlarının belirli bir tasarımla zemine yerleştirilmesiyle yapılır. Mozaik taşlar, işleme tabii tutulurken podima taşlar doğal ortamından seçilmektedir. Podima uygulamasında kullanılan taşlar, sıradan çakıl taşlarından boyut olarak daha büyük ve düzgün formdakiler arasından toplanmaktadır. Literatürde bu taşların *'koine'* veya *'krokalia'* adlarının yanı sıra, *'Girit taşı'* ya da *'Rodos taşı'* gibi farklı isimlerle açıklandığı görülmektedir (Doğramacı, 2020). Bu adlandırmaların, sanatın kullanıldığı Akdeniz bölgelerinin izlerini taşıdığı kabul görmektedir. Böylece podima taşının kültürel çeşitliliği ve yerel hafızaya etkileri incelenebilmiştir.
Temel anlamda Akdeniz bölgelerinde kullanıldığı bilinen podimaya, yakın coğrafyalarda da rastlanmaktadır. Örnek olarak Yalıköy (İstanbul)'ün eski adı olan Podima'nın, sahildeki doğal çakıl ya da taş malzeme çeşitliliğinden ve bu döşeme sanatından ismini aldığı aktarılmaktadır (Bilen, 2022). Bu su kenarı bölgesine özgü farklı renk ve boyutlardaki çakılların belirli bir düzende döşenmesiyle oluşturulan yol ve zeminler, podima sanatı tekniklerinin önemli örnekleri arasında yer almaktadır (Bilen, 2022). Bu örneklerde podimanın yürüme yollarında kullanıldığı ve uygulandığı bölgedeki doğal malzeme çeşitliliğine bağlı olarak farklı renklerde (beyaz, bej, gri, siyah, sarı, kırmızı, yeşil vb.) ve formlarda (dikey, yatay, düz vb.) döşendiği görülmektedir. Bu bağlamda güneş figürüyle tasarlanmış podima uygulamaları da bölgenin sembolik ve estetik değerlerini zemine taşıyan önemli örneklerden biri olarak değerlendirilmektedir (Görsel 1).

Görsel 1. Güneş figürü ile tasarlanmış podima uygulamaları (URL 1-2-3)

Peyzaj mimarlığında podima, estetik bir zemin kaplama tekniği olarak kullanılmasının yanı sıra doğal malzeme çeşitliliğinin mekâna entegre edilmesini sağlayan tasarım unsuru olarak öne çıkmaktadır. Yürüyüş yolları, meydanlar, kıyı düzenlemeleri ve rekreasyon alanlarında farklı renk ve boyutlardaki taşların belirli desenlerle döşenmesiyle podima sanatına sıkça rastlanmaktadır. İşlevsel olarak kıyı peyzaj tasarımlarında podimanın periferi çizgisinde uyarıcı zemin döşeme olarak kullanımı, önemli ve doğal bir tasarım unsuru olduğunu göstermektedir. Böylece podimanın yönlendirme amacıyla kullanımı peyzajı deneyimleyen bireyler için uyarıcı mesajlar içerebilir. O halde bu uygulamalar etkileyici, estetik ve görsel süreklilik sağlamaktadır. Bu durum, peyzaj mimarlığında yerel malzemenin kimlik oluşturma potansiyelini ortaya koymakta ve kültürel mirasın açık alan tasarımlarında yaşatılmasına katkıda bulunmaktadır.

Çalışmanın temel amacı, podima sanatının kültürel boyutunu ve peyzaj mimarlığı çerçevesindeki işlevlerini incelemek ve bu geleneğin çağdaş kentsel mekânlarda kültürel mirasın sürdürülebilirliğine sağladığı katkıları analiz etmektir. Bu amaç doğrultusunda çalışma, literatür taraması ve kuramsal çerçeve değerlendirmeleri ile derleme niteliği taşımaktadır. Bunun yanında seçili örnek alanlarda gerçekleştirilen yerinde gözlemler ve fotoğrafik belgeleme üzerinden yürütülen betimsel içerik çözümlemsiyle desteklenmiştir. Böylece podima uygulamaları yalnızca yazılı kaynaklar aracılığıyla değil, somut mekânsal örnekler üzerinden de incelenerek kültürel bellek ve mekânsal işlevler bakımından bütüncül bir değerlendirme sunulmuştur.

PODİMANIN TARİHİ

Bu bölümde podima sanatının kökenleri ele alınmaktadır. Podima, Akdeniz kültürlerinin ortak belleğinde önemli bir yer edinmiş, tarih boyunca farklı biçimlerde uygulanmıştır. Bu uygulamalar dönemin estetik anlayışını, toplumsal yapısını ve kültürel değerlerini yansıtan bir ifade biçimi olmuştur. Çakıl taşlarının düzenli veya figüratif kompozisyonlarla yerleştirilmesi, sembolik anlam katmanları üretmiştir. Bu nedenle podima, tarih boyunca farklı coğrafyalara yayılarak ve çeşitlenerek gelişmiştir.

- **Antik Yunan Dönemi**

Podima ya da çakıl mozaik döşemelerin Antik Yunan'da geniş bir zaman dilimine yayıldığı bilinmektedir. MÖ 5.–4. yüzyıllarda özellikle kuzey Yunanistan'daki konutlarda yaygınlaştığı ve erken dönem zemin kaplama tekniği olarak kullanıldığı belirtilmektedir. Bu uygulamaların, çoğunlukla şölen odalarında *(Yun. Andron*[1]*)* görüldüğü kaydedilmiştir. Şölen odalarındaki işlemelerde mitolojik anlatılar, ritüeller, tanrılar, avcılık ve hayvan mücadelelerine rastlanmaktadır (akt. Karamaouna, 2014). Bu işlemelerin ev sahibinin servetini ve estetik beğenisini yansıttığı varsayılmaktadır (Karamaouna, 2014). Podima uygulamasının, yaptıranın toplumsal prestij gücünü artıran bir estetik unsur olarak değerlendirildiği ileri sürülmektedir (akt. Cole, 2022). Bu kullanımlardaki renk paletlerinin genellikle siyah, beyaz ve kırmızı tonlarıyla sınırlı kaldığı, geometrik düzenlemeler ve sahne betimlemeleri ile zengin bir görsel çeşitlilik oluşturulduğu görülmektedir. Olynthos ve Pella'da bulunan çakıl mozaik döşeme örnekleriyle bu tekniğin simgesel ve estetik değeri görülmektedir (Görsel 2).

[1] Andrōn ya da andronitis, Antik Yunan mimarisinde sempozyum gibi etkinliklere ev sahipliği yapmak üzere inşa edilmiş şölen alanlarına atıfta bulunmaktadır. Genellikle Antik Yunan evinin mozaik işleme barındıran yapısının en süslü kesimi olan andronitisin, her konutta bulunmadığı kaydedilmiştir (Coucouzeli, 2007). Bu alanların yalnızca erkeklere ayrılmış alan ve odalar olduğu düşünülmektedir. Bu bilgiler aracılığıyla dönemin toplumsal yapısı ve podima sanatı arasındaki bağlantıların izleri okunabilir.

Görsel 2. Olynthos'ta yer döşemesinde kullanılan çakıl mozaik ve Pella'daki Dionysos Evi'ndeki aslan avını betimleyen çakıl mozaik, MÖ 4. yüzyıl sonu (URL 4 ve Raddato, 2016)

Özellikle Helenistik dönemdeki Rodos taşı sanatının hızla geliştiği ifade edilmektedir. Karamaouna (2014)'e göre, Rodos, MÖ 4.–1. yüzyıllar arasında Akdeniz'in önemli ticaret merkezi olması sebebiyle çakıl mozaik sanatının yayılmasında etkili olmuştur.

- **Roma Dönemi**

Roma dünyasında podima, küçük küp şeklindeki taşların toplanmasıyla uygulanmıştır. Daha sonra bu küp şekilli taşların ince işçilikli yeni tekniklerle harmanlandığı görülmektedir. Genel anlamda konutların kabul mekânlarında ve peristil avlularında bu uygulamalara sıkça yer verildiği kaydedilmiştir. Peristil avlu, etrafı sütunlarla kuşatılmış, üzeri açık merkezi boşlukla yapılandırılmış konutlardaki güneş gören alanlara işaret etmektedir (Aydınoğlu, 2017). Bu boşluğun etrafında yer alan mekânlardan oluşan yapılar bu avlu stiliyle karakterizedir. Açık alanlara paralel olarak kapalı/yarı kapalı girişler gölgelik, yürüme, dolaşım, bahçecilik gibi amaçlara da hizmet etmesi için tasarlanmıştır. Bu kullanıma genellikle kentsel alanlarda rastlandığı, kırsal bölgelerde de kentli stili yansıtması için başvurulduğu aktarılmaktadır (Aydınoğlu, 2017). Bu yapı stili ve avlu tarzının ise toprak sahipliği, varsıllık ve kültürel sermayenin simgeleri olduğu düşünülmektedir.
Roma'daki podima uygulamalarına örnek olarak Delos Adası'ndaki konutlara bakılabilir. Konutların peristil avlularında sıkça podima uygulamalarına yer verilmiştir. Konutlardaki kabul mekânı içerisinde daha renkli uygulamalara rastlandığı aktarılmaktadır (Jobst, 2017). Uygulamalarda resme dayalı temsillerin çakıl taşı ve kırık mermerle birlikte düzenlendiği, benzer çeşitli melez tekniklerin Roma döneminde ortaya çıktığı belgelenmiştir (Jobst, 2017). Buradaki podimalar, zemindeki daha düz uygulamaların yanına yönlendirici eklerle desteklenmiştir. Bu durum tekniklerin farklı şekillerde de uygulandığını ve genellikle bakım kolaylığına göre hareket edildiğini göstermektedir.

- **Bizans Dönemi**

Bizans sanatında podima ve mozaik döşemeler, alanlarına göre değişik kullanımlara atıfta bulunmaktadır. İç mekânda, kubbelerde ve zeminlerde işlevsel farklılıklar ayrıştırıcı düzenlemeleri beraberinde getirmiştir (Vroom, 2018). Ege Adaları'nda dış mekân ya da yarı açık mekanlarda genellikler podima uygulamalarına rastlanmaktadır. Örneğin kilise/manastır avlu veya konut girişlerinin siyah – beyaz çakıl taş döşemeleriyle yapılandırıldığı görülmektedir. Bu alanlarda podimalar, ritüel hareketlerin okunabilirliği gerekçesiyle yapılandırılmıştır (Görsel 3). Kameriye Adası'ndaki kilisenin giriş yolu, ritüel hareketliliğe göre podimayla döşenmiştir. Bu yoldaki taşların akışı, dilek ağacına yönlendirecek şekilde yerleştirilmiştir.

Görsel 3. Kameriye Adası'ndaki Bizans dönemi kilisesinin kalıntıları önündeki podima uygulamaları ve dilek ağacı, *Olea europaea* (URL 5)

Bizans Dönemi'ndeki podimalarda renkli taşların kullanıldığı ifade edilmektedir. Bu uygulamalardaki renge dayalı çeşitliliğin daha kişisel konutlarda tercih edildiği kaydedilmiştir. Bu gibi uygulamalar, mekâna uygunluk veya toplumsal sınıf göstergesi olarak okunabilirken tercihler iklimsel koşula göre de değişebilmektedir. Bu çerçevede bazı durumlarda podimaların, yağmur drenajını engellemek amacıyla uygulandığı ifade edilmektedir. Böylece mekân deneyiminde peyzaj iklime göre şekillendirilmiştir.

- **Anadolu Bağlamı**

Podimaların Anadolu bağlamı daha eski bir döneme işaret etmektedir. Anadolu'daki podima uygulamalarının en bilindik örneği Gordion Antik Kenti (Ankara)'ne ait Megaron 2'de bulunmaktadır. Buradaki uygulamalar, MÖ 9. yüzyılın ikinci yarısına tarihlenen çok renkli çakıl döşemesiyle işaretlenmiştir. Buradaki çok renkli uygulamaların günümüze ulaşan en eski mozaik döşemeleri olduğu ve erken dönemin nitelikli örnekleri şeklinde değerlendirilebileceği belirtilmektedir (Kültür Envanteri, 2025). Bu dönemdeki uygulamalarda yerel ve coğrafi hammaddelerin kullanıldığı ileri sürülmüştür. Örnek olarak Porsuk Vadisi'nden temin edilen çakıl taşları, yerel hammadde sürekliliğini ve koruma uygulamalarını da belgelemektedir (akt. Rose, 2022). Bizans'tan Osmanlı'ya uzanan dış/yarı açık mekân geleneğinin sürekliliğini bu vadiden temin edilen taşların sağladığı kabul edilmektedir. Bu taşların nitelik bakımından iklimsel işlevselliği (drenaj, kaymazlık, ısı konforu) sürdürmesi için seçildiği dile getirilmektedir.

Anadolu bağlamı açısından Topkapı Sarayı'nda (İstanbul) da birçok podima örneğinin bulunduğu görülmektedir (Görsel 4)

Görsel 4. Gordion Antik Kenti çakıl mozaik döşeme kalıntıları (Türkiye Kültür Portalı, 2025) ve Topkapı Sarayı'nda çakıl taşlarıyla yapılmış podima zemin döşemesi, avlu geçiş yolu (URL 6)

Anadolu coğrafyasından başlayarak Ege'nin 12 Adaları'na uzanan hat üzerinde podima, estetik bir zemin döşemesi ve anlam katmanı oluşturarak toplumsal yaşantı hakkında bilgiler sunmaktadır. Seçili bölge ölçeğinde kültürel belleğin taşıyıcısı olarak sürekliliğini korumuştur. Bu zemin döşeme pratiği, Akdeniz'deki erken bulgularından modern çağa uzanan yaşayan miras niteliği kazanmıştır. Modern dönemde İzmir, Rodos, Kos ve diğer kıyı yerleşimlerinde konut bahçeleri, istasyon avluları ve kamusal geçiş alanlarında karşılaşılan podima uygulamaları, desen çeşitliliğinin (dalga, güneş, rozet, yazı/monogram) ve yerel taş renklerinin kullanılmasıyla kentsel kimliği görünür kılmaktadır.

Duvar yüzeylerinde de estetik bir tasarım öğesi olarak kullanılan podima, mekânlara yalnızca görsel bir zenginlik değil aynı zamanda kültürel süreklilik de kazandırmaktadır. Bu sürekliliğin güncel bir yansıması olarak Atatürk'ün portresinin podima tekniğiyle işlenmesi, hem sanatın ifade gücünü hem de kolektif belleğin mekânsal temsillerini güçlü biçimde ortaya koymaktadır (Görsel 5).

Görsel 5. Levent Kırılmaz tarafından podima tekniğiyle yapılmış Mustafa Kemal Atatürk portresi, Ahmet Piriştina Kent Arşivi ve Müzesi (APİKAM)

Günümüzdeki örnek uygulamalardan biri olarak Çeşme Kent Belleği Müzesi gösterilebilir. Bu bina restore edilip giriş yolu boyunca podima uygulamalarına yer verilmiştir. Müze, Çeşme'nin kent belleğine, tarihsel dönemlerine, kültürel mirasına ve sosyal yaşantısına tanıklık eden eserleri ve anıları ziyaretçilerine sunmaktadır (Çeşme Belediyesi, 2025). Bu mekâna uygun bir sanat uygulaması olarak podima deniz dalgası temsilini yansıtmaktadır (Görsel 6).

Görsel 6. Kent Belleği Müzesi (İzmir/Çeşme) girişinde podima uygulaması fotoğrafları (a-Bozdemir, 2024 – b-Pirli, 2025)

PODİMANIN KULLANIM AMAÇLARI

Podima'nın kullanım amaçları işlevsel, psikolojik, ekonomik ve estetik boyutlarıyla çok yönlü nitelikler taşımaktadır (Kırılmaz, 2018). Bu boyutlara ilişkin ayrıntılar tabloda gösterilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Podima'nın kullanım amaçları ve çok boyutlu değerlendirmesi

Açıklama		
İşlevsel Boyut	Podima, taşlık[2] ya da eyvan[3] gibi yarı açık mekânlarda günlük işlevlere hizmet eder. Bu uygulama sayesinde, zemin yıkanabilir ve kolay temizlenebilir. Yaz mevsiminde kullanıcılara uygun biyokonfor[4] ortam yaratır. Yuvarlak taşların formu sağlık açısından faydalıdır (refleksoloji benzeri etki; örneğin, ayak masajı veya statik elektriğin toprağa iletilmesi).	
Psikolojik Boyut	Sanat, bireyleri ve toplumu bir araya getirir. Toplumun kültürel paylaşımlarını, zevk ve birliktelik duygusunu güçlendirir. Podima, Antik dönemde prestij ve statü göstergesi olarak kullanılmıştır. Mekân girişlerinde ziyaretçiye özel bir alana girdiği hissi verilmesi amaçlanmaktadır.	URL7
Ekonomik Boyut	Çakıl taşı doğal bir malzeme olarak bulunmaktadır. Bu malzeme işlenmeden kullanılabilir. Dolayısıyla ekonomik ve dayanıklıdır. Uygulaması özel bir işçilik gerektirmez, modülerdir. Taşların bir arada kullanılması zemine yük paylaşımı yapmaktadır. Bu paylaşım sayesinde kırılganlığın azalması sağlanmış olur ve yüzey deformasyonları önlenmektedir. Taşlar, su ile yıkandığında doğal renkleriyle mekâna estetik bir görünüm kazandırmaktadır.	URL8
Estetik Boyut	Podima uygulaması, Vitruvius'un (2023) *firmitas* (sağlamlık), *utilitas* (işlevsellik) ve *venustas* (güzellik) ilkeleriyle uyumludur. Taşların oluşturacağı desen, rengi ve yerleşimi mekân içerisinde seçilerek belirlenir. Zeminde estetik bütünlük, doku ve biçimsel çeşitlilik sağlanır. Bu sayede podima, mekâna özgün bir kimlik kazandırır.	URL9

[2] Evlerde genellikle sıkıştırılmış toprak zeminli ve taşla kaplı giriş alanıdır (Bahçalı, 2020).

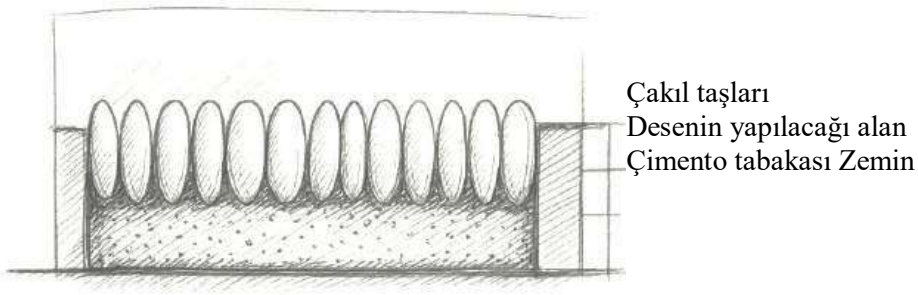
[3] Eyvan, üstü çoğunlukla tonozla örtülü, üç tarafı kapalı bir tarafı tamamen açık mimari yapı/birim (Erarslan, 2012).

[4] Sıcaklık, nem, yağış ve rüzgâr gibi çevre şartlarının insanlar için uygun aralıklarda olması durumunda biyoklimatik konfor veya kısaca biyokonfor olarak tanımlanmaktadır (Saat, 2020)

Genel olarak podima, gündelik yaşam pratikleri, sosyal statü göstergeleri, ekonomik ve estetik değeri gibi farklı başlıklarda mekâna kimlik kazandıran ve kültürel belleği canlı tutan bir uygulama olarak öne çıkmaktadır.

PODİMA UYGULAMASI

Podima'nın yapım süreci, belirli aşamalardan oluşmaktadır. Bu süreç, öncelikle zeminin hazırlanmasıyla başlamaktadır. Zemin düzlenir ve temizlenir. Alan çeşitli malzemelerle kaplanır. Taşların yerleştirilmesinin ardından desenler oluşturulur. Son rötuşlar tamamlandıktan sonra sabitlenir. Uygulamanın her adımı, zemin kaplamasının dayanıklılığını, estetik bütünlüğünü ve kullanım kolaylığını doğrudan etkilemektedir. Uygulama derinliği, bitmiş zeminden itibaren en az 8 cm olan çakıl mozaik süslemeyle ölçülürken 1 m²'lik bir alanı kaplamak için toplamda yaklaşık 2500 – 3500 adet çakıl kullanılır (Matüsan, 2025). Podima uygulamasının kesit görünümü Görsel 7'de verilmiştir.



Görsel 7. Bir podima uygulamasının kesit çizimi (Uçar, 2013'ten düzenlenmiştir)

1. **Aşama (Zemin Hazırlığı):** Podima döşenecek alanın öncelikle uygun biçimde hazırlanması gerekmektedir. Döşeme yapılacak yüzeyin çevresi alüminyum veya galvaniz tabaka ile kaplanır, sınırlandırılır. Bu işlem, taşların ve harcın yerinde sabit kalmasını sağlayacaktır. Ardından yaklaşık 3–5 cm kalınlığında bir beton tabakası dökülür. İşlemin sonunda, döşeme yapılacak alanın yüksekliğinin 8–10 cm civarında kalması önemlidir. Çünkü bu detay, taşların ve harcın dengeli biçimde yerleşmesi için gerekli boşluğu sağlamaktadır.

Görsel 8. Podima uygulaması için zemin hazırlığı aşaması [5]

2. **Aşama (Alt Malzeme Hazırlığı):** Taşların yerleştirileceği yüzey için çimento ile ince sıvalık kumdan oluşan kuru bir karışım hazırlanır ve podimanın yapılacağı alana serilir. Bu karışım, mala yardımıyla taşların yerleştirileceği yüzeye yayılır. Malzemenin kuru serilmesi gerekmektedir (Görsel 8). Malzemenin kuru serilmesi, döşeme sırasında olası hatada düzeltilebilir olmasını ve istenen desenin korunmasına olanak tanır.
3. **Aşama (Taşların Yerleştirilmesi):** Taş döşeme aşaması, uygulamanın estetik yönünü oluşturan kısımdır. Eğer desenli bir uygulama yapılacaksa, önceden CNC (Computer

[5] Podima uygulamalarına ilişkin görsellerde Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Emekli Öğretim Üyesi Prof. Dr. Levent Kırılmaz'ın arşivinden alınan fotoğraflardan yararlanılmıştır.

Numerical Control) teknolojisiyle şablon hazırlanır. Desende kullanılacak siyah veya beyaz taşların döşeneceği alanlar boş bırakılır, ardından taşlar yerleştirilir. Şablon çıkarıldıktan sonra kalan boşluklar diğer renkteki taşlarla doldurulur. Desensiz uygulamalarda şablona ihtiyaç duyulmaz, taşlar serbest biçimde döşenebilir.

4. **Aşama (Taşların Sıkıştırılması ve Yükseklik Ayarı):** Tüm taşlar yerleştirildikten sonra düzgün ve kalın bir tahta parçası yardımıyla yüzeye dikkatlice vurularak taşların hem sıkışması hem de aynı yükseklikte hizalanması sağlanır. Bu işlem, yüzeyin homojen olmasını sağlamaktadır (Görsel 9).

Görsel 9. Podima uygulamasında taşların yerleştirilmesi ve sıkıştırılması aşamaları [5]

5. **Aşama (Taşların Sabitlenmesi):** Sıkıştırma işleminin ardından taşların üzerine fıskiye şeklinde su püskürtülür (Görsel 10). Bu işlem, çimento ile kum karışımının taşların arasına nüfuz etmesini ve taşların beton tabakasına sabitlenmesini kolaylaştırır. Böylece döşeme kalıcı bir bütünlük kazanacaktır.
6. **Aşama (Derz Dolgusu):** Son aşamada derz işlemi gerçekleştirilir. Yaklaşık 1–2 saatlik bekleme süresinin ardından taşların üzerine ince tabaka halinde toz çimento serpilir. Ardından su püskürtülerek çimento taşların arasına yerleştirilir ve yumuşak bir fırça ile yüzey temizlenir. Bu işlem, taşların arasındaki boşlukların doldurulmasını sağlar. Ancak burada dikkat edilmesi gereken husus, derzin fazla kalın uygulanmamasıdır; derz kalın olduğunda taşların özgün görünümü kaybolur ve işlevsel/estetik değer azalır. İş sonunda isteğe bağlı olarak, beyaz taşlar dışındaki siyah ve diğer renkli taşların yüzeyine görsellik açısından vernik uygulanması yararlı olabilir. Bu işlem, hem taşların korunmasına katkı sağlar hem de renklerin daha belirgin görünmesine imkân tanır.

Görsel 10. Podima uygulamasında taşların sabitlenmesi aşaması ve uygulamanın görünümü [5]

Nazar boncuğunun podima döşemeleriyle beraber kullanıldığı çağdaş tasarımlar, kültürel sürekliliği görünür kılarak geçmiş ile günümüz arasında sembolik bir köprü işlevi görmektedir (Görsel 11). Konutların veya mimari yapıların girişlerine veya giriş yollarına eklenen nazar boncuklarıyla podima sanatı uygulamalarına sıkça rastlanır. Bu kullanımın yapıyı kötücül güçlerden koruması inancı yaygındır.

Görsel 11. Ege Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü iç bahçesinde Malzeme Bilgisi dersi kapsamında öğrencilerle birlikte yapılmış olan podima uygulama örnekleri (Pirli, 2025)

HAFIZA MEKÂNI VE KÜLTÜREL MİRAS

Bu bölümde podima sanatının günümüze ulaşan örnekleri ve restorasyon projeleri, Fransız tarihçi Pierre Nora'nın 'hafıza mekânı' kavramı çerçevesinde irdelenmektedir. Özellikle tarihi ve endüstriyel mekânlarda gerçekleştirilen restorasyon projelerinde podima'nın yeniden uygulanması hem kentsel kimliğin özgünlüğünü korumakta hem de geçmişin izlerini günümüz kent yaşamına taşıyarak kültürel sürekliliği somutlaştırmaktadır.

Hafıza Mekânı

Mekân ile bellek arasındaki bağ, bireylerin ve toplumların bulundukları yerlere yükledikleri anlamlı ilişkilere dayanmaktadır. Nora'ya (1989) göre, günümüzde gündelik pratiklerle taşınan mekânsal bellek eski anlamlarını dönüştürmüştür. Bu mekânlar geçmişi nostalji duygusu üzerinden hatırlatırken güncel özgünlüğü ile yeni anlam katmanlarıyla çerçevelenmektedir. Gelenek ve ritüellerin taşındığı doğal bellek ortamlarının çözülmesiyle bu mekânların yerine bilinçli olarak *hafıza mekânları*nın *(memory space* veya *site of memory)* kurgulanması zorunlu kılınmaktadır (Nora, 1989). Örneğin ritüellerle yaşayan köy meydanları, dini mekânlar veya gündelik yaşamın sürekliliği içinde oluşan hafıza alanlarıdır. Bu mekânlarda podima uygulamalarına rastlanır. Bu mekânların çözülmesi, yerlerini bilinçli şekilde inşa edilen hafıza mekânlarına bırakmaktadır. Bu mekânlar aracılığıyla tarihsel olayların anımsatılması, ortak travmaların ya da zaferlerin kolektif bilinçte canlı tutulması için bir araç haline gelir. Bellek mekânları, toplumsal ve kültürel söylemlerin de yeniden üretildiği alanlar olarak düşünülmelidir. Böylece mekân, çok katmanlı anlamlarla örülmüş kültürel bir temsil alanı haline gelir. Günümüzde ise restorasyon projelerinde, özellikle dini yapıların dış bahçelerinde podima uygulamalarının yeniden canlandırılması, geçmişle kurulan bilinçli bir sürekliliğe işaret etmektedir. Böylece podima, tarihsel belleği yeniden üreten ve mekânın özgün kimliğini vurgulayan bir araç olarak işlev görmektedir. Bu durum, hafıza mekânlarının korunmasını ve güncel ihtiyaçlarının estetik yaklaşımlar doğrultusunda yeniden yorumlanarak toplumsal dolaşıma sokulmasının bir örneği niteliğindedir.

Kültürel Miras

Kültür sözcüğünün etimolojik açıdan Latince 'cultura' kökünden türediği dile getirilmektedir (Williams, 2018). Bu sözcük sürmek, ekip biçmek, işlemek ve inşa etmek anlamlarını taşımaktadır (Williams, 2021). İnsan eliyle üretimi ve bireylerin bilgi birikimi doğrultusunda ortaya koyduğu eylemleri vurgulanmaktadır (Güvenç, 2005; Şentürk, 2012). Bu bağlamda kültürlenmek, kolektif yaşam pratikleri, dil, alışkanlıklar ve davranışlar aracılığıyla ortaya çıkan toplumsal gelişim sürecine karşılık gelmektedir. Böylece kolektif kültürel uygulamalardan türeyen ortak anlayışlar, bireysel kimlikleri ve toplumsal belleği biçimlendiren ve korunmaya değer bulunan miraslar olarak kabul edilmektedir.

Kültürel miras, insanlık tarihi boyunca daha iyi bir yaşam arayışının ürünü olarak, insan yaratıcılığı ile topluluklar arası etkileşimlerden doğan kültürel değer birikimini ifade etmektedir (Smith ve Riley, 2016). Bu doğrultuda mekânlar, insanların yaşamında öne çıkan olayların, duygusal birikimlerin ve kültürel mirasın taşıyıcısı konumundadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmanın materyalini İzmir ve çevresinden seçilen üç örnek alan oluşturmaktadır. Bu alanlar: Buca Tren İstasyonu, Selçuk ilçesi Şirince'de bulundan St. John Baptist Kilisesi ve Bornova Charnaud Köşkü'dür. Çalışma kapsamında incelenen alanların coğrafi konumu, Görsel 12'de harita üzerinde gösterilmiştir.

Görsel 12. Çalışma kapsamında incelenen alanların konumu

Yöntem

Bu çalışmada nitel ve iki aşamalı bir yöntem benimsenmiştir. İlk aşamada literatür taraması yapılmış, podima/çakıl mozaik, hafıza mekânı ve kültürel miras konuları irdelenmiştir. İkinci aşamada, durum örneklemesiyle belirlenen üç alan (Buca Tren İstasyonu, Şirince St. John Baptist Kilisesi ve Bornova Charnaud Köşkü) araştırma materyali olarak seçilmiş, betimsel içerik analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Seçilen bu alanlarda yerinde gözlem ve fotoğrafik belgeleme yapılmış, bunlara destek olarak belediye internet sitesi arşiv görselleri üzerinden tarihsel karşılaştırmalar gerçekleştirilmiştir. Alan değerlendirmeleri ve bulgular Pierre Nora'nın hafıza mekânı yaklaşımıyla ilişkilendirilerek yorumlanmıştır.

BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

- **Buca Tren İstasyonu**

İzmir – Buca ilçesinin tarihindeki önemli olgulardan biri de İzmir – Aydın tren yolunun ilçeye uzatılmasıdır. 1872'de tamamlanan demiryolu hattına ait istasyonda podima uygulaması görülmektedir. Buca İstasyonu binasının önündeki zemini "L" şeklinde çevreleyen çakıl mozaiklerde beş adet pano bulunmaktadır (Uçar, 2013).

İstasyondaki panolardan ikisi bitkisel desen olarak tasarlanmış diğer üçü geometrik şekillerle bezenmiştir. Bu uygulamanın mekândaki estetik ve tarihsel belleği yansıtan nitelikleri önemli bulunmaktadır. Bu alandaki podima uygulamasının kolektif deneyimin mekânsal taşıyıcısı olarak işlev üstlendiği görülmektedir. Podima'nın bu örneği, sanat formunun toplumsal hafıza mekânı olarak nasıl işlediğine bilgiler sunmaktadır.

Görsel 13. Buca Tren İstasyonu 1940'lı yıllar ve günümüz fotoğrafları (URL 10-11)

Bu podima örneği, istasyon mekânının kolektif bellekte nasıl kurulduğunu üç düzlemde görünür kılmaktadır. Bunun için motif seçimi, düzenleme kurgusu ve kullanım izleri irdelenmelidir. Buradaki bitkisel panolar, bölgenin flora imgesini, üzüm bağlarını ve kırsal üretim hafızasını çağrıştırmaktadır. Eşlik eden diğer geometrik panolar ise demiryolunun ritmini, ölçü ve tekrar ilkesini, modern ulaşım ağının Buca ilçesine ulaşan disipline edilmiş zaman–mekân örgüsünü temsil etmektedir (Görsel 13). Aynı yüzeyde bu iki repertuvarın yan yana yer alması, istasyonu bir eşik olarak tanımlamaktadır. Buca'nın önemli bir merkezi konumunda yer alan istasyon bölümü kırsal imgelerle endüstriyel düzen arasında kurulan bağa işaret etmektedir. Bu açıdan temsil edilen anlam, ilçenin özelliklerini temsil etmektedir. İstasyon bölgesi yolculuk deneyimini anı ve kimlik üretimine açar. Panoların modüler dizilişi yönlendirme sağlarken bekleme ve karşılaşma pratiklerinde bakışları zemine çeker. Böylece bellek, bedensel dolaşımla işleyen bir ritme kavuşur. İstasyondaki podimalarda kullanılan çakıl boyutu, renk kontrastı, derz genişliği ve kenar bordürleri zanaatkâr bilgisinin yerel gramerini ele vermektedir. Seçilen taşın menşei ve patinası tedarik ağlarını ve bakım tarihçesini okunur kılar. Bununla birlikte zamanla oluşmuş olan aşınma izleri, yeniden derzleme lekeleri ve yer yer bitki kolonizasyonu, en yoğun kullanılan güzergâhları ve mevsimsel döngüleri kayda geçirmiştir. Böylece mekânın hafızası görünür kılınırken bu yönüyle zemin, gündelik hareketin arşivine dönüşmektedir. Bitkisel–geometrik ikiliği, istasyonun geçiş alanı olmanın yanında kentli belleğinde buluşma, uğurlama, karşılama gibi ritüellerin sahnesi olarak süreklilik üretir. Böyle bir okuma, podimanın estetik değeri hakkında bilgi vermektedir. 2006 yılına kadar Alsancak – Buca banliyö trenlerinin kullandığı bu istasyon, İZBAN çalışmalarından dolayı 2006 yılında kapatılmıştır ve günümüzde âtıl durumdadır. Bu bağlamda bölgenin kültürel hafıza mekânı olarak değerlendirilmesi gerekliliği önem arz etmektedir.

- **St. John Baptist Kilisesi (Selçuk/Şirince)**

İzmir'in Selçuk ilçesine bağlı Şirince Köyü'nün batısında, yüksek bir teras üzerine inşa edilen ve 'Kubbeli Kilise' adıyla da bilinen yapı, 1805 yılında inşa edilmiştir. Kilisede gerçekleştirilen restorasyon çalışmalarında, iç mekân döşemelerinde görülen yıpranma ve malzeme kayıplarının onarımında podima uygulamasına başvurulduğu gözlenmiştir (Görsel 14). Özellikle kırık ya da eksik mermer parçalarının yerine çakıl taşlarıyla yapılan podima düzenlemeleri, yapının kullanımını sürdürülebilir kılan işlevsel bir çözüm sunmakla birlikte mekânın yaşanmışlık ya da tarihi algısını güçlendirmiştir. Bu bağlamda podimanın mimari restorasyon sürecinde estetik bütünlüğü ve kültürel belleğin mekânsal sürekliliğini sağladığı söylenebilir. Malzemenin yerel kaynaklardan temini, özgün döşeme tekniklerinin korunması ve mekânın özgün atmosferine katkısı düşünüldüğünde, podima uygulaması hem teknik hem de sembolik açıdan bir bellek taşıyıcısı niteliği kazanmaktadır.

Görsel 14. St. John Baptist Kilisesi restorasyon sonrasında iç mekân ve podima döşeme detayları (Pirli, 2024)

Bu mekânda uygulanan podima, yapının zeminini okunur hâle getirir. Kayıp mermer levhaların yerini alan çakıl panolar buradaki boşlukları doldurmakla beraber müdahalenin tarihini görünür kılmaktadır. O halde podima sanatıyla iyileştirme uygulamasının mekânın süreklilik duygusunu güçlendirdiği anlaşılmaktadır. Desenlerin modüler yerleşimi nef aksını belirginleştirir, girişten apsise yönelişi ritmik aralıklara böler. Zemindeki izler, ziyaretçinin adımlarını belirli odaklarda yavaşlatır. Beyaz mermerle koyu çakıl arasındaki kontrast okunabilirlik ilkesi üretir. Kilise zeminine uygulanan podima uygulaması, mekân etiğiyle uyum sağlamıştır. Özgün malzemeyi taklit ederek ana dokuya saygılı bir katman önermiştir. Yani bu uygulama, kiliseyi yaşayan bir hafıza mekânına dönüştürmektedir. Selçuk'un çok katmanlı kimliğini zemindeki desen, doku ve iz rejimi üzerinden okunabilir kılar.

- **Bornova Charnaud Köşkü**

İzmir – Bornova'da bulunan Charnaud Köşkü, 19. yüzyılın başlarında yapılmıştır. Köşk, verandadan bahçeye açılan şemasını vurgulayan geniş bir ön bahçe ve bu alanı boydan boya kaplayan çakıl mozaikleriyle tanınmaktadır (Bornova Belediyesi, 2025). Köşkün ön girişinden eve uzanan yol aksında bulunan çakıl mozaik panoda '1831' sayı işlemesi bulunmaktadır. Bu işlemenin yapım yılı olarak kabul edildiği aktarılmaktadır (Kalças, 1978). Levanten köşkü olan bu bahçedeki düzenleme, sokak girişinden köşk cephesine uzanan eksen üzerinde iki dikdörtgen ve iki kare pano olarak kurgulanmıştır. Panolarda siyah–beyaz çakıllarla dama tahtası (baklava) düzenleri, on iki kollu yıldızdan türeyen geometrik merkezler, ayaklı vazolardan yükselen kıvrım dallar ve stilize çiçekler yer alır. En dikkat çekici pano, merkezde büyük bir daire içine saat yönünde dizilmiş yirmi dört stilize balık kompozisyonudur (Uçar, 2013).

Bu konuttaki podima döşemesi, yapıyı sokağa bağlayan aksı okunur bir senaryoya dönüştürmektedir. Bahçedeki panolar ardışık duraklar gibi çalışır ve misafirlik pratiğini adım adım kurgulamaktadır. Kare ve dikdörtgen panolardaki baklava düzeni, ölçü ve tekrar ilkesini öne çıkarmaktadır. Podima düzeni, girişten verandaya ilerleyen yürüyüşe tempo kazandırır. On iki kollu yıldızdan türeyen merkezler, sahne etkisi yaratan odaklar oluşturur. Podima taşları eşiklerdeki bakışı zemine yönlendirir ve duraklama anlarını tarif eder. Temsillerdeki vazo ve kıvrım dallar, Levanten konut kültüründe bahçenin temsili değerine atıfta bulunmaktadır. Buradaki podima tekniğinin önemli bir örneği olarak daire içine saat yönünde dizilmiş yirmi dört balık motifi ise Akdeniz'in denizcilik hafızasına, ticaret rotalarına ve zamanın çevrimsel algısına gönderme yapar. Levanten kültürünü yansıtır. Böylece konut sahiplerinin ticaretle ilgilendiği çıkarımı yapılabilir. Temsildeki sayı dizilişi günün saatlerini anımsatan bir kronotop üretirken "1831" yazıtı, zemini bir tür epigraf yüzeyine çevirmektedir (Görsel 15). Bu sayede sayılar, yapım anını mekânsal dolaşımın parçası hâline getirir ve köşkün soy kütüğünü avluya kaydeder. Siyah–beyaz yerel çakıl kontrastı, Ege Adaları'na uzanan taş tedariki ve zanaatkâr işçiliğini görünür kılmaktadır.

Görsel 15. Bornova Charnaud Köşkü podima uygulamalarına ait fotoğraflar (Uçar, 2013)

Günümüzde Villa Levante adında tarihi bir köşk otel olarak kullanılmaktadır (Görsel 16).

Görsel 16. Villa Levante, Bornova Charnaud Köşk'nün günümüz fotoğrafı (URL 12)

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada podima sanatı, kültürel miras ve peyzaj tasarımı bağlamında ele alınmıştır. Betimsel içerik çözümlemesiyle malzemenin estetik dili, kullanım amaçları ve toplumsal pratiklerle kurduğu ilişki çözümlenmiştir. Bulgular, podimanın yalnızca bir zemin kaplama tekniği olmadığını göstermektedir. Yüzeyin, mekâna yerleşmiş bir anlatı katmanı ürettiği ortaya koyulmuştur. Podimanın hareketi yönlendirdiği, ritüelleri düzenlediği, kimlik ve hatırlama pratiklerini görünür kıldığı aktarılmıştır.

Buca Tren İstasyonu'nda okunan bitkisel–geometrik ikili yapının, kırsal üretim imgeleriyle yapılandırılmış toplumsal bir anlatıyı taşıdığı, sürdürdüğü ifade edilmiştir. Panoların ölçülü dizilişinin, bekleme ve karşılaşma anlarını organize ettiği, aşınma ve onarım izlerini gündelik dolaşım açısından kayda geçirilmiştir. Böylece istasyon avlusunun geçiş mekânı olmasının yanında kent belleği anlatısı açısından önemli bir işlev taşıdığı görülmüştür.

Şirince'deki St. John Baptist Kilisesi'nde onarılan zemin çakıl panolardaki podima uygulamaları, kent belleğine yapılan doğru müdahaleyi ve bu yerin tarihini okunur kılmaktadır. Beyaz mermer ile koyu gri çakıl arasındaki kontrast, eski ile yeni arasında bilinçli bir eşik ve aynı zamanda bağlantı üretmektedir. Zemin, nef aksını belirginleştirmektedir. Ziyaretçinin adımlarını ritmik duraklara bağlarken bu yaklaşım, peyzaj mimarlığı koruma etiğinde aranan ayrışabilirlik ve izlenebilirlik ilkeleriyle örtüşmektedir. Bu gibi detayların gözetilmesiyle yapı, yaşayan bir hafıza mekânına dönüşmektedir.

Bornova Charnaud Köşkü'nde girişten verandaya uzanan zemin aksının, ardışık panolarla bir misafirlik senaryosu olarak kurgulandığı ortaya konmuştur. Zemindeki baklava deseninin, misafir yürüyüşlerine metronomik bir tempo vermek amacıyla tasarlandığı belirlenmiştir. Yıldız desenli odakların, misafir bakışını zeminde yoğunlaştıracak biçimde düzenlendiği saptanmıştır. Alanda yer alan balık kompozisyonunun ise Akdeniz'in denizcilik hafızasına ve çevrimsel zaman algısına gönderme yaptığı tespit edilmiştir. Tüm bu bulguların Levanten konut kültürünü taşımakla beraber kent belleği ve hafızasında önemli bir yere sahip olduğu bildirilmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Podima Uygulamalarının İncelenen Mekânlardaki Katmanlı Anlamları

İncelenen Mekân	Bulgular	Temsil/Simgesel Anlam	İşlevsel Boyut	Bellek ve Kültürel Katkı
Buca Tren İstasyonu	Bitkisel ve geometrik desenlerin birlikte kullanıldığı panolar, istasyon avlusuna bütünlüklü bir düzen kazandırmaktadır.	Desenler, kırsal üretim imgelerine gönderme yaparak toplumsal bir anlatı oluşturur.	Panoların ölçülü dizilişi, bekleme ve karşılaşma anlarını organize ederek kullanıcı hareketini yönlendirmektedir.	Geçmişte yapılmış olan bu düzenleme, istasyonu yalnızca bir geçiş noktası olmaktan çıkarıp kent belleğinde kamusal bir hafıza mekânı haline getirmektedir.
Şirince St. John Baptist Kilisesi	Restorasyon kapsamında beyaz mermer ile koyu gri çakılın kontrastıyla oluşturulan zemin aksı dikkat çekmektedir.	Renk kontrastı, eski ile yeni arasında bağlantı kurarak dini ritüellerin sürekliliğine atıfta bulunur.	Podima panoları ziyaretçi adımlarını ritmik duraklara bağlayarak mekânsal deneyimi yönlendirmektedir.	Bu yaklaşım, koruma etiğinde aranan ayrışabilirlik ve izlenebilirlik ilkeleriyle uyumlu olup kiliseyi yaşayan bir hafıza mekânına dönüştürmektedir.
Bornova Charnaud Köşkü	Girişten verandaya uzanan zemin aksında baklava ve yıldız desenleri ile balık kompozisyonu öne çıkmaktadır.	Bu desenler, Levanten misafirlik ritüelini ve Akdeniz'in denizcilik hafızasını yansıtır.	Zemin desenleri misafir yürüyüşlerini ritmik bir tempo ile düzenleyerek mekâna koreografik bir deneyim kazandırmaktadır.	Köşk, bu özellikleriyle Levanten kimliğinin mekânsal taşıyıcısı olurken kent belleğinde süreklilik sağlayan önemli bir odak işlevi görmektedir.
Genel Bulgular	Podima uygulamaları estetik, teknik ve simgesel nitelikleri bir arada sunmaktadır.	Desenler, tarihsel, ekonomik ve inanç temelli anlamları zemine işleyerek kültürel kimliği görünür kılar.	Yüzeylerin kaymazlık ve geçirgenlik özellikleri kullanım kolaylığı ve dayanıklılık sağlamaktadır.	Podima, somut ve somut olmayan kültürel değerleri bir araya getirerek kolektif belleğin mekânsal bir taşıyıcısı haline gelmektedir.

Bu üç örnek birlikte okunduğunda podimanın üç işlevsel–sembolik anlamı öne çıkmaktadır. Bunlardan ilki podima sanatının, yönlendirme ve koreografi için işlevsel bir şekilde kullanılabileceğidir. Yani podima uygulamaları pano, bordür ve derz genişliği gibi ayrıntılarla işlenir ve taşların yönü, niteliği, rengi ve boyutları hareketin ritmini kurgulayarak eşikleri vurgular. İkincisi, podima sanatının temsil ve kimlik anlatısı taşıdığına atıfta bulunmaktadır. Temsil, sanatın uygulandığı toplumlar ve coğrafyalar hakkında anlatıları içermektedir. Bu anlatılar, motiflerdeki desenlerle (dalga, yıldız, balık, bitkisel kıvrım) yapılandırılır. Bu yerin tarihini, ekonomik ağlarını ve inanç pratiklerini zemine işler. Üçüncüsü, podimanın altyapı ve dayanıklılığı ile ilgilidir. Bu sanatla, taşın taneli dokusu suyu geçirir, kaymazlık sağlar, patinalarla yüzey bir zaman arşivi gibi okunabilir hale gelir. Altyapı, Akdeniz iklimi ile uyumludur. Bu özellikler podimayı somut–simgesel–işlevsel katmanların kesiştiği bir bellek taşıyıcısına dönüştürür.

Bu örnekler irdelenirken çalışmada bir takım sınırlılıklar gözlenmiştir. İzmir'den seçilen örnekler ve çevre illerden alınan örnekler doğal olarak farklılaşmaktadır. Çalışma seçili örnekleri içerdiğinden, ulaşılan sonuçlar tüm bölgeye genellenememiştir.

Buna rağmen çalışma, temsil gücü yüksek vaka okumaları üzerinden yorumlayıcı bir çerçeve sunmaktadır. Bundan sonraki çalışmalarda farklı bölgeler ele alınabilir, örnek sayısı arttırıldığında bölgesel farklılaşmalar daha incelikli izlenebilir. Çalışmada podimanın nasıl yapıldığı peyzaj mimarlığı disiplini dahilinde aktarılmıştır. Bundan sonraki irdelemelerde zanaatkâr pratiği nitel görüşmelerle belgelenebilir. Gelecek çalışmalar için Ege–Doğu Akdeniz hattında karşılaştırmalı bir dağılım haritası ve alan tipolojisi önerilebilir.

Podima, kentsel açık alanlarda toplumsal hafıza ile bağlantılı bir temas yüzeyi ürettiği, doğal bileşenli tasarım öğesi olduğu için çevre etiğine uygun bir tasarım unsurudur. Çeşitli alanların resterasyonlarında yakın deniz, nehir ve havzalardan toplanan çakıl taşlarıyla hafıza mekânları yaşatılmaya çalışılmalıdır. Podima uygulamaları, korunmalı ve gözetilmelidir. Kıyı düzenlemelerinde, istasyon–meydan gibi eşiklerde bekleme ve karşılaşma mekânlarında dalga veya akıntı yönünü sezdiren optik izler olarak kullanılmaya devam etmelidir. Tarihi, dini ve anı mekânlarında ritüel rotalarını belirginleştiren yönlendiriciler olarak tasarıma dahil edilmelidir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi emekli öğretim üyesi Prof. Dr. Levent KIRILMAZ'ın notlarından ve gerçekleştirdiği uygulamalara ait fotoğraflardan yararlanılmıştır.

KAYNAKÇA

Aydınoğlu, Ü. (2017), Doğu Dağlık Kilikia'daki Kırsal Yerleşimlerde Peristyl Avlulu Konutlar, Adalya 20, 291-314

Bahçalı, D. (2020). Mekânsal Bir Terimin Tanımlanmasında Yöresel İfade ve Kullanım Farklılıklarının Etkisi: "Hayat". Avrasya Terim Dergisi, 2020, 8 (1): 18 - 34

Bilen, M. (2022). Yalıköy (Podima) ve çevresinde ekonomik faaliyetlerin zamansal değişimi ve mekânsal yansıması (İstanbul), Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı.

Bornova Belediyesi (2025). Charnaud Köşkü. https://rehber.bornova.bel.tr/charnaud-kosku

Bozdemir, E. (2024). Çeşme. https://izlerveyansimalar.blogspot.com/2024/12/cesme- tatilinden-renkli-kareler.html (Erişim Tarihi: 1.9.2025)

Cole, S. E. (2022). Negotiating Identity through the Architecture and Interior Decoration of Elite Households in Ptolemaic Egypt. Arts, 11(1), 3. https://doi.org/10.3390/arts11010003

Coucouzeli, A. (2007). From megaron to oikos at Zagora. British School at Athens Studies, Vol. 15, Buıldıng Communıtıes: House, Settlement and Society in the Aegean and Beyond, pp. 169-181 https://berlinarchaeology.files.wordpress.com/2016/01/coucouzeli-2007-megaron- to-oikos.pdf

Çakır, G. (2012). Peyzaj Tasarımında Doğal Taş Malzemesinin Kullanımı. Doğal Yaşam Doğal Taş Sempozyumu, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi. İstanbul

Çeşme Belediyesi (2025). Kent Belleği Sergi Salonu. https://www.cesme.bel.tr/kent-bellegi- sergi-salonu (Erişim Tarihi: 2.9.2025)

Çırak, Ş. (2024). Sürdürülebilir Koruma Yaklaşımlarında Hafıza Mekanlarının Rolü: Ziraat Mektepleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Restorasyon Programı, Yüksek Lisans Tezi.

Değirmenci, T., & Köşklük Kaya, N. (2020). Somut ve Somut Olmayan Değerler ve Bir Yerin Miras Niteliğine Katkısı: UNESCO Dünya Miras Alan Örnekleri. IBAD Sosyal Bilimler Dergisi(6), 20-34. https://doi.org/10.21733/ibad.668197

Doğramacı, N. (2020). Podima Sanatı Nedir? Nasıl Uygulanır? https://www.peyzax.com/podima-sanati-nedir-nasil-uygulanir/ (Erişim Tarihi: 23.08.2025)

Efe, F. (2013). Dağlık Kilikia/Isauria Bölgesinde Antik Dönem Konut Mimarisi, Mersin Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstititüsü 2013. (Yüksek Lisans Tezi)

Erarslan, A. (2012). Orta çağ Türk mimarlığında eyvan kullanımında mekan-işlev ilişkisi.

Megaron, 7(3),145-160.

Freeman, E. (2021) "Byzantine miniature mosaics," in Smarthistory, January 25, 2021, accessed September 3, 2025, https://smarthistory.org/byzantine-miniature-mosaics/.

Jobst, W. (2017). "West meets East: Roman mosaics of Ionia". Journal of Mosaic Research, 10, 213-222.

Kalças. E. L. (1978) Gateways To The Past Houses And Gardens of Old Bornova. Bilgehan Matbaası. İzmir.Bornova, 1978. https://www.levantineheritage.com/pdf/Gateways- to-the-past-Houses-and-gardens-of-old-Bornova-Evelyn-Lyle-Kalcas.pdf

Karamaouna, N. (2014). Another thing: A Hellenistic pebble mosaic in Rhodes. https://www.petersommer.com/blog/archaeology-history/pebble-mosaic-rhodes (Erişim Tarihi: 22.08.2025)

Kırılmaz, L. (2018). Çakıl taşı döşeme sanatı: PODİMA. İzmirlife Dergisi. s.92-96.

Kilikia Arkeolojisini Araştırma Merkezi (KAAM). (2025). Peristyl Avlulu Konutlar. https://surveymersin.mersin.edu.tr/page12.html (Erişim Tarihi:3.09.2025)

Kültür Envanteri (2025). Gordion Megaron 2. https://kulturenvanteri.com/yer/gordion- megaron-2/#17.1/39.650555/31.979088 (Erişim Tarihi: 2.09.2025)

Matüsan. (2025). Çakıl Mozaik Uygulama Şekilleri. https://matusan.com/ (Erişim Tarihi: 13.09.2025)

Nora, P. (1989). Between Memory and History: Les Lieux de Mémoire. Representations, No. 26, Special Issue: Memory and Counter-Memory (Spring, 1989), pp. 7-24 Published by: University of California Press. https://is.muni.cz/el/1423/jaro2013/SOC564/um/40802691/Nora_Between_Memory_and_History.pdf

Oban Çakıcıoğlu, R. (2007). Levanten Kavramı ve Levantenler Üzerine Bir İnceleme. *Selçuk Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Dergisi*(*22*), 337-356.

Raddato, C. (2016). Lion Hunt Pebble Mosaic from Pella. https://www.worldhistory.org/image/5017/lion-hunt-pebble-mosaic-from-pella/ (Erişim Tarihi: 1.09.2025)

Rose, C. B. (2023). Excavating the Phrygian Capital of Gordion. Türk Arkeoloji Ve Etnografya Dergisi(85), 13-25.

Saat, A. (2020). Türkiye'nin farklı iklim bölgelerinde yaz biyokonfor durumunun incelenmesi. Kastamonu Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.

Smith, P., Riley, A. (2016). Kültürel Kurama Giriş. (Çev. Güzelsarı, S. ve Gündoğdu, İ.).

Dipnot yayınları, Ankara.

Şentürk, A. (2012). Unesco Dünya Miras Listesinde Yer Almanın, Ülke Kültürel Miras Koruma Politikalarına Etkileri Üzerine Bir Değerlendirme. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı Şehir Planlama Programı, Yüksek Lisans Tezi.

Türkiye Kültür Portalı, (2025). Gordion Antik Kenti – Ankara. https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/ankara/gezilecekyer/gordion-antik-kenti

Uçar, A. (2013). İzmir Konutlarında Çakıl Mozaik Örnekleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2013(28), 13-28.

URL 1. https://i.pinimg.com/474x/18/8d/2b/188d2b1467d003ccba42cd170fd00a05.jpg

URL 2. https://i.pinimg.com/736x/17/96/3a/17963a43051db2d1a70393487ded8248.jpg

URL 3. https://susanrushton.net/wp-content/uploads/2018/04/leo-pebble- mosaic.jpg?w=525&h=378

URL 4. https://live.staticflickr.com/65535/9496124823_28c4756d64_z.jpg

URL 5. https://slowtravelguide.net/kameriye-en/

URL 6. https://www.millisaraylar.gov.tr/Lokasyon/2/topkapi-sarayi

URL 7. https://images.squarespace- cdn.com/content/v1/58608dd1be6594106fef6213/1489480998400-ZGUY1FVOKAE9O747QJ14/image-asset.jpeg

URL 8. https://i.ytimg.com/vi/xKPtXATArao/sddefault.jpg

URL 9. https://i.pinimg.com/736x/fc/ee/e7/fceee7c43a529163b3fbcc86c15c5e32.jpg

URL 10. https://i.pinimg.com/736x/ef/22/f4/ef22f4c859aeb22b9d01b73a6b96c5e3.jpg

URL 11. https://www.erolsasmaz.com/foto_y/2015/09/b/1442153737.jpg

URL 12. https://cdng.jollytur.com/files/cms/media/hotel/a21bd9e7-9229-4a93-9080- 19e7a14cf3f4.jpg

Vitruvius, M. (2023). Mimarlık Üzerine (De Architectura Libri Decem). 8. Baskı. Çev. Çiğdem Dürüşken. Alfa Yayınları

Vroom, J. (2018). A Mosaic Of Images Power and Daily Life In Byzantium. https://www.universiteitleiden.nl/binaries/content/assets/archeologie/events/digital- catalogue-mini-exhibition-2018-byzantine-power.pdf

Welch, Z. (1992). Mosaic Pavements In Classical And Hellenistic Dining-Rooms. McMaster University, Master of Arts Thesis. https://macsphere.mcmaster.ca/bitstream/11375/11506/1/fulltext.pdf

Williams, R. (2018). Anahtar Sözcükler Kültür ve Toplumun Sözvarlığı. (Çev. Kılıç, S.). İletişim Yayınları, İstanbul.

Williams, R. (2021). Kültür ve Toplum: 1780 – 1950. (Çev. Kocabaşoğlu, U.). İletişim Yayınları, İstanbul.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

YÜKSEK KAYMA GERİLİMİNDE YÜKSEK FLOWPOİNT DEĞERİNE SAHİP, ÇATLAK KÖPRÜLEME VE HİDROFOBİK YÜZEYE PROFİLİ SUNAN DIŞ CEPHE KAPLAMALARININ GELİŞTİRİLMESİ

Sinem BOYRAZ
Arge Uzmanı, Marshall Boya ve Vernik San. A.Ş., Kocaeli / Türkiye
ORCID ID: 0009-0008-0219-9486

Ahmet Can ÜNAL
Arge Müdürü, Marshall Boya ve Vernik San. A.Ş., Kocaeli / Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-5443-8776

ÖZET
Dış cephe boyalarında reolojik profilin doğru şekilde tasarlanması, ürünün uygulama kolaylığı ve uzun dönem performansı açısından kritik bir gerekliliktir. Mevcut ürünler genellikle yüksek film kalınlığı ile çatlak köprüleme veya hidrofobik yüzey özelliklerinden yalnızca birine odaklanırken, bu çalışmada her iki özelliği aynı anda sağlayabilen yenilikçi bir formülasyon geliştirilmiştir. Çalışmada düşük camsı geçiş sıcaklığına (Tg ≈ -20 °C) sahip saf akrilik elastomerik bağlayıcı, HEC, HMHEC ve HASE tipinde kalınlaştırıcılarla birlikte kullanılarak çok boyutlu bir reoloji kontrolü sağlanmıştır. Böylece düşük shear rate hızlarında yüksek viskozite, orta shear rate hızlarında desenli film tabakası oluşturma, yüksek shear rate hızlarında ise uygulama kolaylığı elde edilmiştir. Ayrıca PDMS esaslı amino-silikon katkıları ve siloksan modifiye silikon reçineleri kullanılarak film yüzeyinde belirgin hidrofobisite sağlanmıştır. Temas açısı ölçümleri, su iticiliğin arttığını göstermiş; donma-çözülme ve yaşlandırma testleri ise çevresel dayanımı doğrulamıştır. Sonuç olarak geliştirilen sistem, çatlak köprüleme kapasitesi, hidrofobik yüzey profili ve yüksek uygulama kalınlığını bir arada sunarak özellikle Akdeniz ve yüksek UV indeksine sahip bölgeler için bilimsel ve endüstriyel açıdan yenilikçi bir çözüm ortaya koymaktadır. Ayrıca çatlak köprüleme özelliği EN 1062-7 standardına göre A2 sınıfında (>250 µm) konumlanarak, film elastikiyeti ve yüzey gerilimlerine karşı direnç bakımından üst düzey performans sergilemiştir. Bu göstergeler, formülasyonun hem su geçirimsizliği hem de elastik yüzey gerilimlerine karşı etkin koruma sağladığını ortaya koymaktadır.
Anahtar Kelimeler: Dış cephe kaplaması, reoloji, flowpoint, elastomerik bağlayıcı, hidrofobik yüzey

DEVELOPMENT OF AN EXTERIOR COATING PRODUCT WITH HIGH FLOWPOINT VALUE AT HIGH SHEAR STRESS, OFFERING CRACK BRIDGING AND HYDROPHOBIC SURFACE PROFILE

ABSTRACT
Proper design of the rheological profile of exterior paints is a critical requirement for ease of application and long-term performance of the product. While existing products usually focus on only one of the properties of crack bridging with high film thickness or hydrophobic surface, an innovative formulation that can provide both properties simultaneously was developed in this study. In this study, a pure acrylic elastomeric binder with a low glass transition temperature (Tg ≈ -20 °C) was used in combination with thickeners of the HEC, HMHEC and HASE types to achieve a multidimensional rheology control. Thus, high viscosity at low shear rates, patterned film layer formation at medium shear rates and ease of application at high shear rates were obtained. In addition, PDMS based amino-silicone additives and siloxane modified silicone resins were used to provide significant hydrophobicity on the film surface. Contact angle measurements showed increased water repellency, while freeze-thaw and weathering tests confirmed the environmental resistance. As a result, the developed system combines crack bridging capacity, hydrophobic surface profile and high application thickness to provide a scientifically and industrially innovative solution especially for the Mediterranean and high UV index regions. In addition, the crack bridging property is positioned in class A2 (>250 µm) according to the EN 1062-7 standard, demonstrating a high level of performance in terms of film elasticity and resistance to surface stresses.

These indicators reveal that the formulation provides effective protection against both water impermeability and elastic surface tensions.

Keywords: Exterior cladding, rheology, flowpoint, elastomeric binder, hydrophobic surface

TOPLANMA ALANLARININ BELİRLENMESİNDE UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TEKNİKLERİNİN ROLÜ VE ÖNEMİ

Öğr. Gör. Fatma Şenay DEMİREL YEŞİLMEŞE
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Muradiye Meslek Yüksek Okulu, Harita ve Kadastro Programı, Van, Türkiye
ORCİD ID: 0000-0002-5390-384X

ÖZET
Afet anında ve sonrasında insanların güvenli bir alanda bir araya gelmesi ve afet sonrası geçici barınma imkanı sağlaması açısından büyük önem taşıyan toplanma alanları, acil yardım ve koordinasyon için merkez görevi görür. Toplanma alanları aynı zamanda riskli bölgelerden (elektrik/gaz hatları vb) uzak ve güvenli alanlar olduğu için ikincil afet (yangın vb) sonucu oluşabilecek riskleri azaltarak can güvenliğini arttırır. Deprem, yangın, sel gibi afetler yaşama potansiyeli olan yerleşim yerlerinde toplanma alanlarının önceden belirlenmesi afet anında oluşabileşek kargaşayı azaltmakta ve afet yönetim planlarının uygulanmasını kolaylaştırmaktadır. Uygun toplanma alanlarının önceden belirlenmesinde, Uzaktan algılama(UA) ile elde edilen hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri verileri kullanılarak parklar, boş araziler, riskli bölgeler analiz edilebilirken, yükseklik ve eğim gibi kriterlere hızlı bir şekilde ulaşılabilmektedir. Öte yandan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile toplanma alanlarının seçiminde güvenlik, büyüklük, altyapıya yakınlık, erişilebilirlik, sağlık merkezlerine uzaklık ve tehlike bölgelerinden uzaklık gibi kriterler ağırlıklandırılarak en uygun alanlar analiz edilebilmektedir. Bu makalade, toplanma alanlarının belirlenmesinde sıklıkla kullanılmakta olan UA ve CBS tekniklerinin rolü ve önemi araştırılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda, alanların güncel durumlarını ve risk faktörlerini hızlı ve geniş ölçekte belirlemek için Uzaktan algılama, bu verileri işleyerek kriterlere göre analiz edip uygun alan belirlenmesinde ise coğrafi bilgi sistemi tekniklerinin sıklıkla kullanıldığı görülmüştür. UA ve CBS entegrasyonunun ise afet öncesi planlama, afet anında karar desteği ve afet sonrasında iyileştirme süreçlerinde bilimsel ve dinamik bir sistem sunduğu görülmektedir.
Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemleri, Toplanma Alanları, Uzaktan Algılama.

THE ROLE AND IMPORTANCE OF REMOTE SENSING AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS TECHNIQUES IN DEFINING ASSEMBLY AREAS

ABSTRACT
Assembly areas, which are crucial for bringing people together in a safe area during and after a disaster and providing temporary shelter afterward, serve as centers for emergency aid and coordination. Because assembly areas are also safe and located away from risky areas (electricity/gas lines, etc.), they reduce the risks that may arise from secondary disasters (fire, etc.), thus increasing life safety. In settlements with the potential for disasters such as earthquakes, fires, and floods, pre-determining assembly areas reduces the potential chaos that may occur during a disaster and facilitates the implementation of disaster management plans. In pre-determining suitable assembly areas, parks, vacant lots, and risky areas can be analyzed using aerial photographs and satellite imagery obtained through Remote Sensing (RS) data, allowing for rapid access to criteria such as height and slope. Furthermore, Geographic Information Systems (GIS) can be used to select assembly areas, weighting criteria such as safety, size, proximity to infrastructure, accessibility, distance to health centers, and distance from hazardous areas to determine the most suitable areas. This article explores the role and importance of RS and GIS techniques, which are frequently used in identifying assembly areas. The research demonstrates that remote sensing is frequently used to quickly and comprehensively determine the current status and risk factors of areas, while geographic information system techniques are frequently used to process and analyze this data according to criteria and determine suitable areas. The integration of RS and GIS provides a scientific and dynamic system for pre-disaster planning, decision support during disasters, and post-disaster recovery processes.
Keywords: Assembly Areas, Geographic Information Systems, Remote Sensing.

Giriş

Toplanma alanları; deprem, yangın, sel gibi afet ve acil durumlardan sonra insanların güvenli bir şekilde toplanabilmesi için önceden belirlenmiş açık ve geçici alanlardır (AFAD, 2020). Afet meydana geldikten sonra panik ve karmaşayı azaltmak, arama kurtarma ve sağlık ekipleri ile halkı kolayca buluşturmak, geçici barınma alanlarına halkı yönlendirene kadar organizasyonu sağlamak ve halkın güvenli bir alanda toplanabilmesini sağlamak toplanma alanlarının temel amaçları arasında sayılabilir (Gökgöz ve ark., 2020; Atmaca ve ark.,2023).

Yerleşim yerlerine yakınlık ve kolay erişilebilirlik, düz ve sağlam zemin üzerinde bulunma (Palazca ve Partigöç, 2018), yeterli büyüklüğe sahip olma, su, elektrik, tuvalet gibi temel hizmetlere erişim açısından kolaylık, tahliye kolaylığı ve ulaşım ağlarına yakınlık, yangın, sel, deprem gibi risklerden uzak olma gibi kriterler bir alanın toplanma alanı olarak belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Gökgöz ve ark.,2020; Atmaca ve ark.,2023).

Türkiye'de toplanma alanları AFAD ve belediyeler iş birliği ile belirlenmektedir. Özellikle 1999 Marmara Depremi sonrasında bu alanların önemi artmış, 2020'den itibaren sistematik olarak güncellenmiştir (AFAD, 2020).

Konumsal tespit ve analiz uygulamalarında sıklıkla kullanılan Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknikleri, uygun toplanma alanlarının önceden belirlenmesinde de başvurulan yöntemler arasındadır. Bu makalede, toplanma alanlarının belirlenmesinde UA ve CBS tekniklerinin rolü ve önemi araştırılmıştır.

Toplanma Alanlarının Belirlenmesinde Uzaktan Algılama'nın Rolü ve Kullanımı

Uzaktan algılama (UA), yeryüzüne ait bilgilerin uydular, uçaklar ve sensörler aracılığıyla herhangi bir temas olmaksızın elde edilmesine, yeryüzünün gözlemlenmesine, haritalanmasına ve analiz edilmesine olanak sağlar. Elde edilen uzaktan algılama verileri eğim, arazi örtüsü, yüzey kullanımı, yeşil alan gibi kriterlerin analizinde kullanılır (Lillesand ve ark., 2015). Bu özelliklerinden dolayı afet sonrası toplanma alanlarının seçim ve belirlenme sürecinde UA, temel mekânsal veri sağlayıcı konumunda yer alır.

Toplanma alanı seçiminde açık alanların tespiti, büyüklüğü ve bu alanların güvenliği önemli kriterlerdir. Uzaktan algılama bu kriterlerin analizinde önemli rol oynamaktadır. Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri sayesinde meydanlar ve parklar gibi mevcut açık alanlar belirlenebilmektedir (Palazca ve Partigöç, 2018). Yine bu uydu verileri ile yeşil ve açık alanların büyüklük ve konum verilerine ulaşılabilmektedir. (Atmaca ve ark., 2023). Ayrıca afet risk haritaları kullanılarak toplanma alanlarının tehlikeli bölgelerden uzaklığı değerlendirilebilmektedir (Akar ve ark., 2024).

Uzaktan Algılama verilerinden üretilebilecek bir diğer önemli kriter ise alanın eğim bilgisidir. UA verilerinden üretilen Sayısal Yükseklik Modelleri (SYM) sayesinde düz/zayıf eğimli bölgeler kolaylıkla tespit edilebilmektedir (Gökgöz ve ark., 2020).

Toplanma Alanlarının Belirlenmesinde Cbs'nin Rolü

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), mekânsal verilerin toplanması, depolanması, işlenmesi, analizi ve görselleştirilmesi için kullanılan sistemler bütünüdür. Afet ve acil durum yönetiminde CBS, uygun toplanma alanlarının belirlenmesinde kritik bir rol üstlenmektedir (Goodchild, 2007).

Toplanma alanı seçimi; güvenlik, erişilebilirlik, altyapı imkanları, büyüklük ve risklerden uzaklık gibi çok boyutlu kriterlere bağlıdır. CBS, bu kriterlerin birlikte değerlendirilmesine ve aynı zamanda uygunluk analizlerinin yapılmasına olanak sağlar (Yomralıoğlu, 2000).

CBS ile toplanma alanları için sağlık tesisleri, okul, park, yol gibi kritik alanlara yakınlık analizi yapılabilmektedir (Atmaca,2023). Ayrıca sel, deprem, heyelan gibi risk haritaları entegre edilerek toplanma alanları güvenlik açısından değerlendirilebilmektedir (Esmaelian ve ark., 2015).

CBS, toplanma alanlarının belirlenmesi sürecinde veri bütünlüğü ve analiz imkânı sağlayan karar vericilere rehberlik eden bir teknolojidir. Afet öncesi en uygun toplanma yerlerinin belirlenmesi, afet sonrası güvenli ve hızlı toplanma süreçlerinin planlanabilmesi için CBS tabanlı analizlerin yapılması kritik bir öneme sahiptir.

Toplanma Alanlarının Belirlenmesinde UA ve CBS Entegrasyonu

Uzaktan algılama ile açık alanlar haritalanmakta, riskli bölgelerden uzak güvenli alanlar tespit edilmekte ve CBS tabanlı karar destek süreçlerine nesnel veri sunulabilmektedir. Uzaktan algılama verileri CBS ortamına aktarıldığında, çok kriterli karar verme (AHP, TOPSIS vb.) yöntemleriyle birlikte kullanılarak uygunluk haritaları oluşturulabilmektedir. Böylelikle hangi alanların toplanma alanı olmaya en uygun alan olduğu tespit edilebilmektedir (Atmaca, 2023; Esmaelian ve ark., 2015).

Dolayısıyla UA ve CBS entegrasyonu, doğru yerde, doğru büyüklükte ve güvenli toplanma alanlarının belirlenmesi için en etkin yöntemlerden biri haline gelmiştir.

Yapılan Çalışmalar

Palazca ve Partiğöç tarafından 2018 yılında yapılan çalışmada ise, Denizli'nin Pamukkale İlçesi'nde yer alan 5 mahallede bulunan yeşil alanlar ve açık alanların afet sonrasında toplanma alanı olarak kullanabilme potansiyeli araştırılmıştır. CBS tekniği olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kullanılarak toplanma alanı potansiyeli taşıyan alanlar kapasite, konum, arazi kullanım durumu, büyüklük gibi nitelikler açısından değerlendirilmiştir. Çıkan sonuçlar çerçevesinde afet risklerinin azaltılması ve afet yönetimi ile ilgili kentsel politikalar tartışılmıştır.

Hoscan ve Çetinyokuş tarafından 2021 yılında yapılan çalışmada, büyük endüstriyel kazalarda çalışanların acil durumlar meydana geldiğinde olumsuz etkilenmemeleri için uygun mesafede olması gereken acil toplanma noktalarının belirlenmesi için bir CBS yöntemi olan çok kriterli karar verme tekniği AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca sanayi kuruluşlarında meydana gelebilecek olası kaza senaryoları için ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) yazılımı kullanılarak bir model geliştirilmiştir.

Luo ve ark. tarafından 2022 yılında yapılan çalışmada, Wuhan şehrinde bulunan 28 acil durum sığınağının uygunluğunu araştırmak amacıyla Analitik Hiyerarşi Sürecini kullanan mekânsal analiz yöntemlerine başvurulmuştur. Yapılan analiz sonucunda Wuhan'daki acil durum sığınaklarının genel durumlarının iyi olduğu ancak erişilebilirlik açısından iyileştirmelerin gerektiğine dikkat çekilmiştir.

Erdin ve ark. tarafından 2023 yılında yapılan çalışmada afet sonrası veya acil durumlarda ihtiyaç duyulan toplanma alanlarının belirlenmesine yönelik Türkiye'nin tüm şehirlerinde kullanılabilir kriter seti ve dört aşamadan oluşan bir yöntem önerilmiştir. CBS temelli geliştirilen yöntemde, eleme (riskli bölgelerden arındırma), uygunluk derecesi belirleme, kapasite analizi ve değerlendirmesi, son olarak karar verme olmak üzere dört aşamaya yer verilmiştir. Çalışma sonucunda, yeterli ve güncel altyapı verisinin önemine vurgu yaparak, her şehir için farklı mekânsal ve fiziksel yapılanmalar söz konusu olsa da belirlenen kriterler ve uygulanan yöntemin tüm şehirler için uygulanabilir ve genellenebilir olduğu savunulmuştur.

Atmaca ve ark. tarafından 2023 yılında yapılan çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemi'nde sıklıkla kullanılan çok kriterli karar verme tekniklerinden (TOPSİS, AHP, BORDA ve COPRAS) faydalanılarak, Ankara'nın Gölbaşı ilçesi için toplanma alanlarının seçimi ve uygunluk analizi yapılmak istenmiştir. Farklı çok kriterli karar verme teknikleri aynı sonucu verse de bu tekniklerin kendi içinde avantaj ve dezavantajları irdelenmiştir.

Lomer ve ark. tarafından 2023 yılında yapılan çalışma, bir depremden sonra afet yönetimi planlamacılarının acil durum barınakları için en uygun yerleri seçmelerine yardımcı olmak amacıyla geliştirilmiştir. 18 kriter kullanılan çalışmada her bir kriterin ağırlığını belirlemek için LGDM (Linguistic Geopraphic Decision Making) modeli kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca CBS ve LGDM ile elde edilen karar destek sisteminin afete dayanıklık konusunda daha bilinçli karar vermeye katkı sunabileceği vurgulanmıştır.

Wigati ve ark., tarafından 2023 yılında yapılan çalışmada, Merapi Yanardağı patlaması için uygun geçici barınma alanlarının belirlenmesi amacıyla CBS tabanlı model geliştirilmesi amaçlanmıştır. Potansiyel barınma alanlarının, coğrafi bilgi sistemi (CBS), çok kriterli karar verme (analitik hiyerarşi süreci (AHP), bulanık mantık ve ağırlıklı doğrusal kombinasyon (WLC)) kullanılarak belirlenmesi hedeflenmiştir ve yanardağın patlama gücündeki artış sebebiyle barınma alanları 10,15 ve 20 km'lik yarıçap içinde üç kez tasarlanmıştır.

Zhonghui ve ark. tarafından 2024 yılında yapılan çalışmada, uygun barınma alanlarının belirlenmesinde, sel riski ve erişilebilirlik analizlerinin birlikte ele alınmasının önemi üzerinde durulmuştur. Çalışmada ayrıca ilin mekânsal olarak heterojenliği göz önünde bulundurularak uygun barınakların nasıl seçileceği önerilmiştir.

Akar ve ark. tarafından 2024 yılında yapılan çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak, Erzincan ili sınırları içinde bulunan mevcut toplanma alanlarının kapasite ve uygunluk analizi yapılmıştır. Afet yönetiminde önemli rol alan toplanma alanlarının yeterlilikleri seçilen kriterlere (sağlık tesislerine yakınlık, erişilebilirlik, büyüklük vb.) göre değerlendirilmiştir. Yapılan analiz ile mevcut olan toplanma alanlarının kente homojen dağılmadığı ve mevcut nüfus için yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmada ayrıca mevcut toplanma alanlarına ek 67 yeni acil durum toplanma alanı ihtiyacı olduğu belirtilmiştir.

Yıldırım ve Şişman tarafından 2025 yılında yapılan çalışmada, sürdürülebilir afet yönetimi için önemli rol oynayan toplanma alanlarının seçiminde en uygun yerlerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Acil toplanma alanlarının yer seçimi birçok kriterden etkilendiğinden, uygun toplanma yerleri kriter bazında araştırılmış ve ikili karşılaştırma yaparak çalışma alanı olan Atakum mahallesinde 41 adet toplanma alanı tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca, uygun toplanma yerleri TOPSİS yöntemi ile sıralanmıştır. CBS kullanılarak mekânsal analiz yapılan çalışmanın, afet yönetimi yetkililerine ve şehir plancılara karar desteği sağlayacağı savunulmuştur.

Ersayın tarafından 2025 yılında yapılan çalışmada ise, birinci derece deprem kuşağında yer alan Tokat ili çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışma için yedi farklı kriter (dereler, faylar, yükseklik, litoloji eğim, binalar, yollar) kullanılmış ve değerlendirilmiştir. Kriterleri karşılaştırmak ve değerlendirmeyi yapmak için çok kriterli bir karar verme yöntemi olan en iyi-en kötü yöntemi (BWM), CBS ile entegre olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan yöntemlerin mekansal uygunluk değerlendirmeleri için başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Han ve ark. tarafından 2025 yılında yapılan çalışmada ise, CBS'nin afet yönetimindeki rolünü araştırmak ve risk değerlendirmesi, tahliye planlaması, gerçek zamanlı izleme ve afet sonrası kurtarma alanlarındaki uygulamaları vurgulamak istenmiştir. Çalışmada ayrıca CBS'nin uzaktan algılama, Yapı Bilgi Modellemesi (BIM), yapay zekâ (AI) ve makine öğrenimi gibi gelişmiş teknolojilerle entegrasyonu ile daha doğru tahminler, daha hızlı karar verme imkânı sağlayacağı, afet direncini ve yönetimini artırmada giderek daha kritik bir rol oynayacağı savunulmuştur.

Sonuç

Uygun toplanma alanlarının önceden belirlenmesinde, Uzaktan algılama (UA) ile elde edilen hava fotoğrafları ve uydu görüntüsü verileri kullanılarak parklar, boş araziler, riskli bölgeler analiz edilebilirken, yükseklik ve eğim gibi kriterlere hızlı bir şekilde ulaşılabilmektedir. Öte yandan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile toplanma alanlarının seçiminde güvenlik, büyüklük, altyapıya yakınlık, erişilebilirlik, sağlık merkezlerine uzaklık ve tehlike bölgelerinden uzaklık gibi kriterler ağırlıklandırılarak en uygun alanlar analiz edilebilmektedir.

Türkiye'de ve dünyada yapılan çalışmalar göstermektedir ki UA ve CBS tekniklerinin entegrasyonu, toplanma alanlarını belirlemede güçlü araçlar sunmaktadır. Özellikle çok kriterli karar verme (MCDM) yöntemleri (BWM, AHP, TOPSIS), ağırlıklandırma ile CBS analizi, afet sonrası planlama yapmak için vazgeçilmez duruma gelmiştir.

Kaynaklar

AFAD (2020). Afet ve Acil Durum Toplanma Alanları Bilgilendirmesi. Ankara: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı.

Akar, A., Akar, Ö., & Konakoğlu, B. (2024). Analysis of emergency assembly points for post-earthquake disaster management: a case study of Erzincan, Türkiye. Natural Hazards, 120(13), 11791-11824.

Atmaca, E., Aktaş, E., & Öztürk, H. N. (2023). Evaluated post-disaster and emergency assembly areas using multi-criteria decision-making techniques: A case study of Turkey. Sustainability, 15(10), 8350.

Bakhshi Lomer, A. R., Rezaeian, M., Rezaei, H., Lorestani, A., Mijani, N., Mahdad, M., ... & Arsanjani, J. J. (2023). Optimizing emergency shelter selection in earthquakes using a risk-driven large group decision-making support system. Sustainability, 15(5), 4019.

Erdin, H. E., Çelik, H. Z., Aydın, M. B. S., & Partigöç, N. S. (2023). Afet ve acil durumlarda sosyal altyapı alanlarının toplanma alanı olarak belirlenme kriterleri ve yöntemi. Türk Deprem Araştırma Dergisi, 5(1), 1-21.

Ersayin, K. (2025). Post-disaster temporary shelter site location determination with BWM and GIS: a case study of Tokat, Turkey. Sustainable and Resilient Infrastructure, 10(3), 252-266.

Esmaelian, M., Tavana, M., Santos Arteaga, F. J., & Mohammadi, S. (2015). A multicriteria spatial decision support system for solving emergency service station location problems. International Journal of Geographical Information Science, 29(7), 1187-1213.

Goodchild, M. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. GeoJournal, 69(4), 211–221.

Gökgöz, B. İ., İlerisoy, Z. Y., & Soyluk, A. (2020). Acil durum toplanma alanlarının AHP yöntemi ile değerlendirilmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (19), 935-945.

Han, Y., Liu, J., Luo, A., Wang, Y., & Bao, S. (2025). Fine-Tuning LLM-Assisted Chinese Disaster Geospatial Intelligence Extraction and Case Studies. ISPRS International Journal of Geo-Information, 14(2).

Hoscan, O., & Cetinyokus, S. (2021). Determination of emergency assembly point for industrial accidents with AHP analysis. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 69, 104386.

Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2015). Remote sensing and image interpretation. John Wiley & Sons.

Luo, T., Li, B., Zhou, J., & Meng, Q. (2022, August). Comprehensive Evaluation of Emergency Shelters in Wuhan City Based on GIS. In *2022 29th International Conference on Geoinformatics* (pp. 1-6). IEEE.

Palazca, A., & Partigöç, N. S. (2018)Coğrafi Bilgi Sistemleri (Cbs) Ve Analitik Hiyerarşi Süreci (Ahs) Kullanılarak Afet Sonrası Potansiyel Toplanma Alanlarının Yer Seçimi: Denizli Kenti Örneği.

Yildirim, R. E., & Sisman, A. (2025). Spatial Decision Support for Determining Suitable Emergency Assembly Places Using GIS and MCDM Techniques. Sustainability, 17(5), 2144.

Yomralıoğlu, T. (2005). Coğrafi bilgi sistemleri: Temel kavramlar ve uygulamalar. Karadeniz Teknik Üniversitesi.

Zhonghui, J., Zheng, H., & Jiaxuan, Z. (2024). Integrated approach for flood shelter site selection and emergency response accessibility analysis at the provincial scale: a case study in Henan, China. Journal of Water and Climate Change, 15(10), 5291-5308.

Wigati, S. S., Sopha, B. M., Asih, A. M. S., & Sutanta, H. (2023). Geographic information system based suitable temporary shelter location for Mount Merapi Eruption. Sustainability, 15(3), 2073.

AKILLI ŞEHİRLERİN KURULMASINDA UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TEKNİKLERİNİN KULLANIM OLANAKLARI

Öğr. Gör. Fatma Şenay DEMİREL YEŞİLMEŞE
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Muradiye Meslek Yüksek Okulu, Harita ve Kadastro Programı, Van, Türkiye
ORCİD ID: 0000-0002-5390-384X

ÖZET
Akıllı şehirler, hızlı kentleşme, artan nüfus baskısı, vatandaş beklentileri, sürdürülebilirlik hedefleri ve daha güvenli, daha erişilebilir ve daha akıllı hizmet arayışının bir sonucu olarak ortaya çıkan bir kentsel modeldir. Bu modeller, yaşam kalitesini, ekonomik kalkınmayı ve çevresel sürdürülebilirliği iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Uzaktan algılama (UA), uydu görüntüleri aracılığıyla arazi örtüsü, yeşil alan oranı, bina yoğunluğu, trafik yoğunluğu ve elektrik hatları dahil olmak üzere akıllı şehirlerin kurulması için veri sağlar. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ise elde edilen verileri arazi kullanımı, imar planları ve altyapı haritalarıyla birleştirerek akıllı kentsel büyüme stratejileri oluşturur, tahliye ve toplanma alanlarını belirler, trafik yoğunluğuna uygun güzergahları belirler, hava kalitesi haritalarını ve gürültü haritalarını oluşturur. Bu çalışma, UA ve CBS tekniklerinin akıllı şehirlerin kurulmasındaki potansiyel kullanımlarını ve katkılarını araştırmaktadır. Yapılan incelemede akıllı şehirlerin kurulmasında büyük öneme sahip olan kentsel planlama, arazi kullanımı, ulaşım ve trafik yönetimi, altyapı yönetimi, afet yönetimi, enerji yönetimi, çevre izleme ve sürdürülebilirlik gibi kriterlerin belirlenmesinde UA ve CBS tekniklerinin sıklıkla kullanıldığı görülmüştür.
Anahtar Kelimeler: Akıllı Şehir, Coğrafi Bilgi Sistemi, Uzaktan Algılama.

OPPORTUNITIES OF USING REMOTE SENSING AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS TECHNIQUES IN THE ESTABLISHMENT OF SMART CITIES

ABSTRACT
Smart cities are an urban model that has emerged as a result of rapid urbanization, increasing population pressure, citizen expectations, sustainability goals, and the search for safer, more accessible, and smarter services. These models strive to improve quality of life, economic development, and environmental sustainability. Remote sensing (RS) provides data for the establishment of smart cities through satellite imagery, including land cover, green space ratio, building density, traffic density, and power lines. Geographic Information Systems (GIS), on the other hand, integrates the acquired data with land use, zoning plans, and infrastructure maps to create smart urban growth strategies, identify evacuation areas and assembly areas, determine routes suitable for traffic density, determine air quality maps, and determine noise maps. This study explores the potential uses and contributions of RS and GIS techniques in the establishment of smart cities. In the examination, it was seen that UA and GIS techniques are frequently used in determining the criteria that are of great importance for the establishment of smart cities, such as urban planning, land use, transportation and traffic management, infrastructure management, disaster management, energy management, environmental monitoring and sustainability.
Keywords: Geographic Information Systems, Smart City, Remote Sensing.

Giriş
Artan nüfus, çevresel baskı, güvenlik arayışı, enerji ve atık yönetimi gerekliliği, ulaşımda meydana gelen yoğunluğa bağlı oluşan sıkışıklık ve zaman kayıpları, altyapı yönetim ihtiyacı gibi birçok faktör akıllı şehir kavramının oluşmasına zemin hazırlamaktadır. Akıllı şehirlerin kurulması ile kaynaklar daha verimli kullanılabilmekte, afet ya da kriz anında daha hızlı acil müdahaleler yapılabilmektedir. Akıllı şehir sistemlerinin kurulmasında yüksek çözünürlüklü mekânsal veri ile güncel bilgi sağlama için Uzaktan algılama (UA) teknikleri kullanılırken, elde edilen veriler ile analizlerin yapılması, verilerin entegrasyonu ve altyapı planlamaları için Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, Akıllı şehirlerin kurulmasında UA ve CBS tekniklerinin kullanım olanakları ve sunduğu katkılar araştırılmıştır.

Akıllı Şehir

Akıllı şehir, teknoloji, kurumlar ve insanlar kavramlarını bir araya getiren, dijital zekâ ile fiziksel altyapıyı bütünleştiren, çevresel sürdürülebilirliği, yaşam kalitesini ve ekonomik verimliliği artırmayı amaçlayan bir sistemdir (Nam ve Pardo, 2011).

Artan dünya nüfusu ile altyapı, ulaşım ve kaynak yönetimi üzerinde oluşan baskı (TÜİK,2022), sürdürülebilirlik hedefleri ile kaynakların daha verimli kullanılması için oluşan arayışlar (OECD,2020), kamu hizmetlerinin erişilebilir hale gelmesi ve yaşam kalitesini arttırma hedefleri, afet öncesi risk haritaları oluşturma ve afet sonrası hızlı müdahale planlamalarının oluşturulması (Erdoğan, 2022) gibi birçok neden akıllı şehir sistemlerinin kurulmasına zemin hazırlamaktadır.

Akıllı Şehirlerde Uzaktan Algılamanın Rolü ve Önemi

Uzaktan algılama (UA), insansız hava araçları (İHA), uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları ile şehirler için güncel veriler sağlamaktadır. Bu veriler ile arazi kullanımı, nüfus yoğunluğu, yeşil alan dağılımı ve kentsel büyüme gibi önemli bilgilerin elde edilmesi mümkün olmaktadır (Taubenböck ve ark., 2011).

Uzaktan Algılama, sel, deprem, yangın ve heyelan gibi afetlerden önce risk haritalarının hazırlanması, afet sonrasında ise hasar tespiti için kullanılırken (Joyce ve ark., 2009), sağladığı yüksek çözünürlüklü uydu verileri sayesinde, yol ağları, demiryolları gibi ulaşım altyapılarının tespit edilmesinde de kullanılmaktadır (Zhang ve ark., 2018). UA ayrıca su kaynaklarının durumu, hava kirliliği ve yeşil alanların tespiti ile çevresel izleme ve sürdürülebilirlik hedefleri için önemli veri girdisi sağlamaktadır (Weng,2012).

Akıllı Şehirlerde Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)'nin Rolü ve Önemi

Doğru, güncel ve güvenilir mekânsal veri, akıllı şehirlerin temelini oluşturmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), bu verilerin toplanması, işlenmesi, analiz edilmesi, depolanması ve görselleştirmesini mümkün kılarak akıllı şehirlerin bilgi omurgasını oluşturur (Goodchild, 2007).CBS, kentsel büyümenin izlenmesi, imar planlaması ve arazi kullanım kararlarının alınmasında karar vericilere önemli bilgiler sunar (Yiğitcanlar ve ark., 2018).

Yapılan Çalışmalar

Gezici tarafından 2012 yılında yapılan çalışmada, 1985–2011 yılları arasında Konya'da UA verileri ile arazi örtüsü kullanımındaki değişimler CBS ortamında analiz edilmiştir. Yapılan analiz ile kentsel yayılmanın doğal alanlar üzerindeki etkisi ortaya konmuş; akıllı şehir vizyonunda sürdürülebilir arazi yönetimi için bilimsel temel sağlanmıştır.

Güney tarafından 2016 yılında yapılan çalışmada, CityGML tabanlı 3B şehir modellerinin akıllı şehir vizyonunda kullanımı ele alınmıştır ve CBS'nin sadece mekânsal veri depolama ve görselleştirme değil, aynı zamanda sensör verileriyle entegrasyon ve gerçek zamanlı karar desteği sağlaması gerektiği vurgulanmıştır. Çalışmada ayrıca 3B şehir modellerinin, akıllı şehirlerde altyapı yönetimi, enerji planlama ve kentsel tasarım süreçlerinde karar vericilere destek sunduğu gösterilmiştir.

Bhattacharya ve Painho tarafından 2017 yılında yapılan çalışmada, CBS ile sensör web entegrasyonunu birleştiren "SMACiSYS" sistemi geliştirilmiştir. Bu sistemin, akıllı şehirlerde mekânsal veri ile sensör verilerini gerçek zamanlı izlemeye olanak sağlayacağı savunulmuştur.

Altunkaynak tarafından 2018 yılında yapılan çalışmada ise, 1990, 2002 ve 2016 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri analiz edilerek Ankara'nın kentsel yayılım dinamikleri CBS ile ortaya konulmuştur. Bu sayede şehirleşmenin ne yönde ve ne kadar büyüdüğü belirlenerek, akıllı şehir planlamasında altyapı yatırımlarının doğru yönlendirilmesine katkı sunulmuştur.

Banerjee ve ark., tarafından 2020 yılında yapılan çalışmada, CBS'nin akıllı şehir planlamasında sunduğu avantajlar (ulaşım, arazi kullanımı, altyapı yönetimi) araştırılmıştır. Araştırma sonucunda CBS'nin kentsel senaryo analizi ve kaynak optimizasyonu için en uygun araçlardan biri olduğu savunulmuştur.

Şenyurdusev & Doğru tarafından 2021 yılında yapılan çalışmada, OpenStreetMap, SRTM yükseklik verileri ve uydu görüntüleri kullanılarak fotorealistik 3B kent modelleri üretilmiştir. Bu modellerin akıllı şehirlerde dijital ikiz altyapısı için kullanılabileceği gösterilmiştir. Böylelikle, kentlerin daha gerçekçi görselleştirilmesiyle birlikte altyapı yatırımları, trafik düzenlemeleri ve afet yönetimi gibi birçok alanlarda etkin karar desteği sağlanabileceği ortaya konulmuştur.

Şişman ve ark., tarafından 2021 yılında yapılan çalışmada ise, CBS tabanlı yer seçim modeli geliştirilerek ve elektrikli araç şarj istasyonları için en uygun lokasyonlar belirlenerek, akıllı şehirlerde sürdürülebilir ulaşım sistemleri ve karbon salınımının azaltılması için CBS'nin güçlü bir karar destek aracı olduğu vurgulanmıştır.

Sharma tarafından 2021 yılında yapılan çalışmada, CBS, GPS ve UA teknolojilerinin akıllı şehir altyapısındaki rolü altyapı yönetimi, enerji verimliliği, afet planlama ve ulaşım gibi konular açısından incelenmiştir. İnceleme sonucunda CBS'nin akıllı şehirlerde veri temelli yönetişimin merkezi olduğu kanısına varılmıştır.

Sun ve Xiong tarafından 2023 yılında yapılan çalışmada, uzaktan algılama verilerinin sürdürülebilir kentsel planlama sürecinde kullanımı ele alınmıştır. Özellikle kentsel büyüme, doğal alan kayıpları, su ve hava kalitesi üzerindeki etkiler ile iklim değişikliğine bağlı çevresel riskler UA verileri ile incelenmiştir. Bu veriler CBS tabanlı modellerle bütünleştirilerek çevresel sürdürülebilirlik açısından analiz edilmiştir. Çalışma bu yönüyle, akıllı şehirlerin yalnız dijital dönüşüm değil, aynı zamanda çevre koruma ve sürdürülebilir kalkınma ilkelerini de temel alması gerektiğini vurgulamaktadır.

Abdullah ve ark., tarafından 2024 yılında yapılan çalışmada ise, Uzaktan algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) entegrasyonu kullanılarak Irak'ın Rashid Camp bölgesinde, arazi kullanım analizi, altyapı uygunluk değerlendirmesi, nüfus yoğunluğu haritalaması ve ulaşım ağlarının mekânsal entegrasyonu yapılmıştır. Çalışmada, UA ve CBS entegrasyonunun sadece gelişmiş ülkelerde değil, veri eksikliği ve hızlı kentleşme sorunları yaşayan tüm bölgelerde akıllı şehir projelerine önemli katkılar sağlayabileceği savunulmuştur.

Sonuç

Akıllı şehirler, artan nüfus ile artan kentleşmeye bağlı oluşan sorunlarla mücadele ve sürdürülebilir bir kent modeli için zorunlu hale gelmiştir. Gerek yaşam kalitesinin artırılması gerekse kaynakların daha verimli yönetilebilmesi için akıllı şehir çözümleri günümüzün önemli ihtiyaçlarından biri haline gelmiştir.

Uzaktan algılama, akıllı şehir çözümlerinin geliştirilmesinde temel veri kaynağı rolüne sahipken, CBS ile entegrasyonu sayesinde, kentsel planlama, afet risklerinin azaltılması, çevre ve güvenlik yönetimi gibi birçok konuda karar destek sistemlerinin gelişimine katkı sunar.

Yapılan literatür taraması, CBS ve UA tekniklerinin akıllı şehirlerde, kentsel büyümenin izlenmesi, gelecek senaryolarının tahmin edilmesi, 3 boyutlu modellerin ve dijital ikizlerin oluşturulması, sürdürülebilir çevre yönetim kararlarının alınması, altyapı ve kriz yönetimi, afet öncesi ve sonrası için planlama çalışmalarının yapılması gibi önemli roller üstlendiğini ortaya koymaktadır.

Kaynaklar

Abdullah, S., Tout, H., & Make, A. (2024). Smart City Planning for Rashid Camp, Iraq: Integrating Remote Sensing and GIS for Master Planning.

Altunkaynak, İ. (2018). Ankara kenti ve yakın çevresinin zamansal değişiminin uzaktan algılama ve CBS kullanılarak incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi)

Banerjee, S., Chakraborty, C., & Das, D. (2020). An approach towards GIS application in smart city urban planning. In Internet of Things and Secure Smart Environments (pp. 71-110). Chapman and Hall/CRC.

Bhattacharya, D., & Painho, M. (2017). SMACiSYS: Smart City Spatial Intelligence System. ISPRS Annals, IV-4/W3, 21–28.

Erdoğan, M. (2022). Akıllı şehirlerde uzaktan algılama ve CBS entegrasyonunun afet yönetimine katkıları. Türkiye Coğrafya Dergisi, 79(2), 45–62.

Gezici, A. (2012). Uzaktan Algılama ve CBS Entegrasyonu ile Arazi Örtüsü/Kullanımı Değişiminin Analizi; Konya İli Örneği (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, Konya).

Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. GeoJournal, 69(4), 211-221.

Guney, C. (2016). Rethinking GIS towards the vision of smart cities through CityGML. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 42, 121-129.

Joyce, K. E., Belliss, S. E., Samsonov, S. V., McNeill, S. J., & Glassey, P. J. (2009). A review of the status of satellite remote sensing and image processing techniques for mapping natural hazards and disasters. Progress in physical geography, 33(2), 183-207.

Nam, T., & Pardo, T. A. (2011, June). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In Proceedings of the 12th annual international digital government research conference: digital government innovation in challenging times (pp. 282-291).

OECD. (2020). Smart cities and inclusive growth.

Sharma, T. (2021). A review paper on role of GIS in development of smart cities. Journal of Remote Sensing & GIS.

Sun, Y., & Xiong, L. (2023). Remote Sensing for Sustainable Urban Planning: Monitoring Urban Expansion and Environmental Change.

Şenyurdusev, G., & Doğru, A. Ö. (2021). Akıllı şehir uygulamaları için prosedürel 3B kent modeli oluşturulması ve fotorealistik 3B görselleştirme. Türk Uzaktan Algılama ve CBS Dergisi, 2(2), 67-75.

Şişman, S., Ergul, I., & Aydinoglu, A. C. (2021). Designing GIS-based site selection model for urban investment planning in smart cities with the case of electric vehicle charging stations. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 46, 515-522.

Taubenböck, H., Esch, T., Wurm, M., Roth, A., & Dech, S. (2010). Object-based feature extraction using high spatial resolution satellite data of urban areas. Journal of Spatial Science, 55(1), 117-132.

TÜİK. (2022). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları. Türkiye İstatistik Kurumu.

Yigitcanlar, T., Han, H., Kamruzzaman, M., Ioppolo, G., & Sabatini-Marques, J. (2019). The making of smart cities: Are Songdo, Masdar, Amsterdam, San Francisco and Brisbane the best we could build?. Land use policy, 88, 104187.

Zhang, P., Ke, Y., Zhang, Z., Wang, M., Li, P., & Zhang, S. (2018). Urban land use and land cover classification using novel deep learning models based on high spatial resolution satellite imagery. Sensors, 18(11), 3717.

Weng, Q. (2012). Remote sensing of impervious surfaces in the urban areas: Requirements, methods, and trends. Remote sensing of Environment, 117, 34-49.

VALORISATION OF NATURAL WASTES: CEMENTITIOUS COMPOSITES REINFORCED WITH RICE HUSK

Asst. Prof. Dr. Mehmet Nuri KOLAK
Bingöl University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Construction, Bingöl, Turkey,
ORCID ID: 0000-0003-3533-3422

Asst. Prof. Dr. Hasan POLAT
Bingöl University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Architecture and Urban Planning, Bingöl, Turkey,
ORCID ID: 0000-0003-1521-0695

ABSTRACT
In this study, an experimental study was carried out to determine the potential of Rice Husk (RH) as a reinforcing material in cement mortars. During the preparation of cementitious composites, the water/cement ratio was fixed at 0.5 wt%. Five different cementitious composite groups were produced with RH and standard CEN sand replacement ratios of 0%, 2%, 4%, 6% and 8% by weight. Density, water absorption, porosity, ultrasonic pulse velocity (UPV) and compressive strength tests showed that the increase in RH content caused significant changes in the mechanical and physical properties of the composites. Among these changes, a decrease in density, UPV and compressive strength and an increase in water absorption and porosity were observed. Increasing the RH ratio gradually increased the water absorption and porosity values. The highest water absorption rate was measured in sample P8 with 10.51%.
On the other hand, the increase in the amount of RH caused a decrease in the density, UPV and compressive strength values of the composites. Compressive strength values were found to vary between 30.32 MPa and 40.54 MPa. The highest decrease compared to the control sample was observed in the sample coded P8 with 25.2%. However, despite these decreases, the compressive strength values were found to be within the acceptable range for structural applications. In conclusion, substitution of RH with standard CEN sand in low proportions (up to 8%) offers a significant potential for the production of environmentally friendly and sustainable composites where natural wastes are utilized.
Keywords: Natural wastes, Rice husk, Cementitious composites

DOĞAL ATIKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ: PİRİNÇ KABUĞU TAKVİYELİ ÇİMENTOLU KOMPOZİTLER

ÖZET
Bu çalışmada, Pirinç Kabuğu (PK) çimento harçlarında takviye malzemesi olarak kullanılma potansiyelini belirlemek amacıyla deneysel bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çimentolu kompozitler hazırlanırken su/çimento oranı ağırlıkça 0,5 olarak sabit tutulmuştur. PK ve standart CEN kumu ikame oranları ağırlıkça %0, %2, %4, %6 ve %8 olacak şekilde beş farklı çimentolu kompozit grubu üretilmiştir. Gerçekleştirilen yoğunluk, su emme, porozite, ultrasonik darbe hızı (UPV) ve basınç dayanımı testleri, PK oranındaki artışın kompozitlerin mekanik ve fiziksel özelliklerinde belirgin değişimlere yol açtığını göstermiştir. Bu değişimler arasında yoğunluk, UPV ve basınç dayanımında düşüş; su emme ve porozitede ise artış dikkat çekmiştir. PK oranının artması, su emme ve porozite değerlerini kademeli olarak artırmıştır. En yüksek su emme oranı, %10,51 ile P8 kodlu numunede ölçülmüştür.
Öte yandan, PK miktarındaki artış kompozitlerin yoğunluk, UPV ve basınç dayanımı değerlerinde azalmaya neden olmuştur. Basınç dayanımı değerlerinin 30,32 MPa ile 40,54 MPa arasında değiştiği tespit edilmiştir. Kontrol numunesine göre en fazla düşüş %25,2 ile P8 kodlu numunede gözlenmiştir. Ancak, bu düşüşlere rağmen basınç dayanımı değerlerinin yapısal uygulamalar için kabul edilebilir aralıkta olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, PK'nın düşük oranlarda (%8'e kadar) standart CEN kumu ile ikame edilmesi, doğal atıkların değerlendirildiği çevre dostu ve sürdürülebilir kompozitlerin üretimi açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Doğal atıklar, Pirinç Kabuğu, Çimentolu kompozitler

1. GİRİŞ

Doğal lif takviyeli kompozit malzemeler, çevresel sürdürülebilirlik, düşük maliyet ve yenilenebilirlik gibi avantajları nedeniyle son yıllarda büyük ilgi görmektedir [1]. Bu malzemeler, otomotiv, inşaat ve ambalaj endüstrileri gibi birçok alanda geleneksel sentetik kompozitlere alternatif olarak kullanılmaktadır. Doğal liflerden olan pirinç kabuğu, tarımsal atık olarak büyük miktarlarda üretilen ve çevresel sorunlara yol açabilen bir malzemedir. Ancak, yüksek silika içeriği ve mekanik özellikleri nedeniyle pirinç kabuğu, kompozit malzemelerde takviye elemanı olarak kullanım potansiyeline sahiptir [2].

Literatürde, doğal lif takviyeli kompozitlerin mekanik, termal ve fiziksel özellikleri üzerine birçok çalışma bulunmaktadır. İncelenen deneysel parametrelerden özellikle basınç dayanımı, malzemenin yapısal uygulamalarda kullanılabilirliği açısından kritik bir parametredir. PK takviyeli kompozitler üzerine yapılan çalışmalar, takviye oranının boyutunun mekanik özellikler üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermiştir [3]. Hu et al. [4] %5, %10 ve %15 oranlarında pirinç kabuğu külü (rice husk ash: RHA) takviyeli çimentolu kompozitlerde RHA içeriği arttıkça basınç dayanımlarının arttığını ifade etmiştir. Ayrıca, RHA içeriğindeki artışla birlikte sülfat direncinde de bir artış gözlemlendiği belirtilmiştir. Bheel et al. [5] RHA'nın betona katılmasıyla basınç dayanımını %6'ya kadar artırdığını bildirmiştir. Literatür incelendiğinde RH'nin kompozitlerde kül olarak kullanıldığı görülmektedir. RH'nin takviye malzeme olarak doğrudan kullanıldığı çalışmalara rastlanmamıştır. Bu yönü dikkate alınarak RH çimento esaslı kompozitlerde takviye elamanı olarak kullanılmıştır.

Bu çalışmanın özgünlüğü, PK gibi tarımsal atıklarla takviye edilmiş çimento esaslı kompozitlerin basınç dayanımı, UPV, su emme ve porozite gibi temel özelliklerini kapsamlı bir şekilde inceleyerek literatürdeki boşluğu doldurmayı hedeflemesidir. Ayrıca, bu tür tarımsal atıkların kompozit malzemelerde kullanımını teşvik ederek, çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamak ve endüstriyel uygulamalar için çevre dostu malzeme alternatifleri sunmak amaçlanmaktadır.

Çalışmada, %2, %4, %6 ve %8 oranlarında pirinç kabuğu katkısı ile üretilen numuneler üzerinde gerçekleştirilen deneysel analizler sonucunda, geliştirilen kompozitlerin mekanik ve fiziksel performansları değerlendirilmiş ve bu malzemelerin yapısal uygulamalardaki potansiyeli ortaya konmuştur.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Çalışmada bağlayıcı olarak CEM I 42,5 R tipi çimento kullanılırken, standart CEN kumu ve pirinç kabuğu agrega/lif olarak kullanılmıştır.

2.1.1. Çimento

Bu çalışmada kompozit numunelerin üretiminde bağlayıcı malzeme olarak TS EN 197-1 standardına uygun CEM I 42,5 R tipi Portland çimentosu tercih edilmiştir. Bu çimento türü, yüksek erken dayanım geliştirme kapasitesi ve yaygın kullanım alanı nedeniyle özellikle deneysel çalışmalar için uygun bir bağlayıcıdır. CEM I 42,5 R tipi çimento, katkısız ve yüksek saflıktaki klinker esaslı yapısı ile bilinir. Kullanılan çimentonun hem taze durumda işlenebilirlik hem de priz sonrası dayanım açısından tutarlı performans sergilediği yapılan ön testlerle doğrulanmıştır.

Tablo 1. CEM I 42.5 R tipi çimentoya ait özellikler [6]

Kimyasal bileşim (%)		**Çimentonun Fiziksel Özellikleri**	
SiO_2(%)	19,16	Özgül Ağırlık(g/cm^3)	3,13
Al_2O_3 (%)	4,87	Özgül Yüzey (cm^2/g)	4130
Fe_2O_3 (%)	3,76	İncelik (μ)	2,8
CaO (%)	63,03	Priz Başı (dk)	125
MgO (%)	1,65	Priz Sonu (dk)	210
SO_3 (%)	3,26	Hacim Sabitliği	1
K_2O (%)	0,58	Basınç Dayanımı (N/mm^2)	
Na_2O (%)	0,17	2 gün	28,1
CI (%)	0,0102	7 gün	40,4
Kızdırma Kaybı	3,43	28 gün	54,2
Çözünmeyen Kalıntı	0,61		

Çimentoya ait kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikler Tablo 1'de ayrıntılı olarak sunulmuştur. Bu özellikler, çimentonun karışım içerisindeki bağlayıcılık kapasitesini ve nihai kompozit performansını doğrudan etkilemektedir. Deneysel çalışmalarda kullanılan tüm çimento partileri, aynı üretim tarihine sahip olup homojen bir şekilde depolanarak numune üretiminde kullanılmıştır.

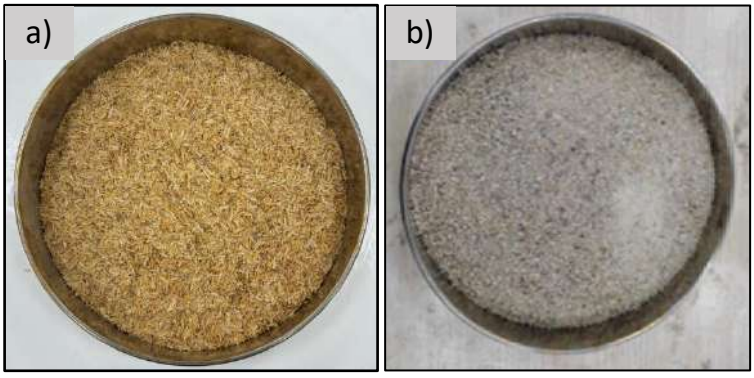
2.1.2. CEN kumu

Bu çalışmada mineral esaslı agrega olarak kullanılan malzemelerden biri, TS EN 196-1 [7] standardına uygun standart CEN kumudur. CEN kumu, çimento esaslı harç ve beton karışımlarında referans malzeme olarak kabul edilen, tane boyutu dağılımı ve kimyasal bileşimi kontrollü olan özel bir kuvars esaslı agregadır. Çalışmada kullanılan CEN kumu, 1350 ± 5 gramlık paketler hâlinde, önceden kurutulmuş ve homojenleştirilmiş şekilde temin edilmiştir. Bu özellikleri sayesinde deneysel çalışmalarda karışım tasarımlarının tekrarlana bilirliğini sağlamakta ve sonuçların karşılaştırıla bilirliğini artırmaktadır.

Tablo 2. Standart CEN kumu teknik özellikleri

Bileşen	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	P_2O_3	MgO
Ağırlıkça yüzde	99,280	0,200	0,120	0,002	0,394	0,004

Kullanılan CEN kumunun kimyasal bileşimi büyük oranda silikadan (SiO_2) oluşmakta olup, saflık derecesi oldukça yüksektir. Tablo 2'de sunulan verilere göre, CEN kumunun yaklaşık %99,28'i SiO_2'den oluşmakta, bunu %0,39 oranında P_2O_3 ve düşük oranlarda Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO ve MgO gibi oksit bileşenleri izlemektedir. Bu yüksek silika içeriği, CEN kumunu inert ve kararlı bir mineral faz hâline getirerek, katkı malzemesi etkilerini daha net değerlendirmeye imkân tanır. CEN kumunun teknik özellikleri Tablo 2'de ve görseli Şekil 1b'de sunulmuştur.



Şekil 1. a) Pirinç kabuğu b) standart CEN kumu

2.1.3. Pirinç Kabuğu

PK, çeltik üretiminin yaklaşık %20–22'si oranında ortaya çıkan bir tarımsal atıktır ve dünya genelinde yıllık üretimi 150 milyon tonu aşmaktadır [8]. Yüksek silika içeriği ve zor parçalanan yapısı nedeniyle doğrudan doğaya bırakıldığında uzun süre çözünmeden kalmakta, toprağı ve havayı kirletmektedir. Açıkta yakılması, CO_2, CH_4, NO_x gibi sera gazlarının yanı sıra PM2.5 gibi zararlı parçacıkların da açığa çıkmasına neden olarak çevre ve insan sağlığı açısından ciddi riskler oluşturmaktadır [9].

Bu çevresel sorunların önüne geçebilmek amacıyla, PK'nin yapı ve enerji sektörlerinde yeniden değerlendirilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle düşük yoğunluğu ve ısı iletkenliğinin düşük olması sayesinde PK, kompozit üretiminde takviye elemanı olarak kullanılmakta ve ısı yalıtım malzemesi olarak öne çıkmaktadır [10], [11]. Bunun yanında biyokütle yakıtı olarak doğrudan enerji üretiminde kullanılabilmekte; işlenerek hayvan yemi katkısı ya da altlık malzemesi olarak da değerlendirilebilmektedir. Pirinç kabuğunun sahip olduğu yapısal ve fiziksel özellikler, onun kompozit malzeme üretiminde kullanımını çevresel sürdürülebilirlik açısından avantajlı kılmakta ve ekonomik değer kazanımına olanak tanımaktadır. Çalışmada kullanılan PK görseli Şekil 1a'da verilmiştir.

2.2. Metot

Bu çalışmada bağlayıcı olarak CEM I 42,5 R tipi portland çimentosu kullanılmıştır. Yapılan ön denemeler sonucunda karışımların uygun işlenebilirliğe sahip olabilmesi amacıyla s/ç oranı 0,50 olarak belirlenmiştir. Kontrol karışımında ince agrega ile bağlayıcı arasındaki kütle oranı 7/9 olarak düzenlenmiştir. Pirinç kabuğu katkısı ise standart CEN kumunun kütlesel olarak %2, %4, %6 ve %8'i oranında kum yerine ikame edilerek gerçekleştirilmiştir. Karışım oranları Tablo 3'te özetlenmiş, üretilen kompozit numuneler Şekil 2'de sunulmuştur.

Şekil 2. Üretilen çimentolu kompozit numuneler

Tablo 3. Kompozit numunelerin karışım grupları

Karışım Kodu	Su (g)	Çimento (g)	Standart CEN Kumu (g)	PK (g)	PK İkame Oranı (%)
P0	450	900	700	0	0
P2	450	900	686	14	2
P4	450	900	672	28	4
P6	450	900	658	42	6
P8	450	900	644	56	8

Her bir karışımdan altışar adet 5x5x5 cm^3 boyutlarında küp numune üretilmiştir. Hazırlanan çimento harcı belirlenen oranlarda karıştırılıp kalıplara dökülmüş, ardından 23 ± 2 °C ve %50 ± 5 bağıl nem içeren laboratuvar ortamında 24 saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda numuneler kalıplardan çıkarılarak 28 gün süreyle su dolu kür banyosunda tutulmuştur.

Kürleme süresi tamamlandıktan sonra numuneler üzerinde basınç dayanımı gibi mekanik özellikleri ve yoğunluk gibi fiziksel özellikleri belirlemek amacıyla çeşitli testler gerçekleştirilmiştir.

2.3. Deneysel Prosedür

2.3.1. Yoğunluk, Su Emme ve Porozite

Kompozit numunelere ait etüv kurusu yoğunluk, su emme ve porozite özellikleri, TS EN 12390-7 [12] ve ASTM C642 [13] standartları esas alınarak belirlenmiştir. Ölçümler, yüksek hassasiyetli Arşimet prensibine dayalı bir teraziden yararlanılarak yapılmıştır.Deney öncesinde tüm numunelere 105 ± 5 °C sıcaklıkta etüvde sabit kütleye ulaşıncaya kadar kurutulmuştur. Etüv kurusu kütle ölçümü (M_0) tamamlandıktan sonra, numuneler 24 saat boyunca saf su içerisinde bekletilerek suya doygun hâle getirilmiştir. Su emme işlemi sonrasında yüzey suyu alınıp doygun yüzey kuru (M_2) ve tamamen suya batırılmış (M_1) kütle ölçümleri yapılmıştır. Su emme oranı (%), toplam porozite (%) ve etüv kurusu yoğunluk (kg/m^3) değerleri sırasıyla Denklem (1)-(3) ile hesaplanmıştır.

$$\frac{M_2-M_0}{M_0} * 100 \quad (1)$$

$$\frac{M_2-M_0}{M_2-M_1} * 100 \quad (2)$$

$$\frac{M_0}{M_2-M_1} \quad (3)$$

Deneyde her karışım grubundan üçer adet numune test edilerek elde edilen değerlerin aritmetik ortalamaları dikkate alınmıştır.

2.3.2. Basınç Dayanımı

Deneysel çalışmalar TS EN 12390-3 [14] standardına uygun olarak yürütülmüştür. Her bir karışım grubundan üretilen 5x5x5 cm³ boyutlarındaki numuneler, 28 günlük kür süresinin ardından basınç dayanımı testine tabi tutulmuştur. Testlerde, sabit yükleme hızına sahip, tam otomatik bir basınç test cihazı kullanılmıştır. Numuneler, düzgün yük aktarımı sağlanabilmesi için çelik plaka yüzeyler arasında konumlandırılmış ve kırılma anına kadar yükleme uygulanmıştır. Her karışım grubundan en az üç numune test edilmiş ve elde edilen basınç dayanımı değerlerinin ortalaması alınarak kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, hem kontrol grubuna kıyasla pirinç kabuğu katkısının etkisini ortaya koymak hem de numunelerin yapısal performans potansiyelini analiz etmek amacıyla karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

2.3.3. Ultrasonik Darbe Hızı

Deneysel çalışmalar ASTM C597 [15] standardına uygun şekilde gerçekleştirilmiştir. Testlerde, 54 kHz rezonans frekansına sahip doğrusal temaslı ultrasonik prob cihazı kullanılmıştır. Ölçümler, her bir numunenin iki zıt yüzeyine yerleştirilen problar aracılığıyla yapılmış, geçiş süresi mikro saniye (s) cinsinden kaydedilmiştir. Ölçüm öncesinde prob ile numune yüzeyi arasındaki temasın etkin şekilde sağlanabilmesi için ultrason jeli uygulanmıştır. UPV değeri (V), Denklem (4) yardımıyla hesaplanmıştır:

$$V = \frac{L}{T} \quad (4)$$

Burada;

V: Ultrasonik darbe hızı (m/s), L: Numune boyu (m), T: Ultrasonik darbenin geçiş süresi (s)

Her karışım grubuna ait 5x5x5 cm^3 ölçülerinde üç farklı numune test edilmiş ve elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınmıştır.

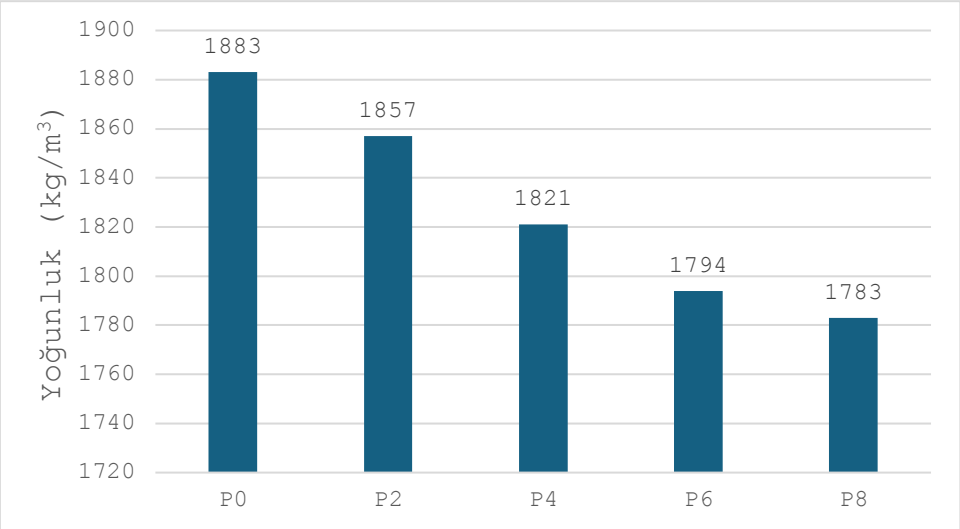
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Literatürde yapılan önceki araştırmalar incelendiğinde, PK çimentolu sistemlerde doğrudan katkı malzemesi olarak kullanımına yönelik çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Mevcut çalışmalarda genellikle pirinç kabuğunun yakılmasıyla elde edilen RHA kullanılmış ve bu külün puzolanik özelliklerinden yararlanılarak çimentonun kısmen ikame edildiği karışımlar üzerinde durulmuştur. Ancak PK'nin fiziksel formda, mineral agrega yerine doğrudan ikame edilerek kullanıldığı çalışmalara rastlanmamaktadır. Bu durum, mevcut çalışmanın literatürdeki boşluğu doldurma potansiyelini ortaya koymaktadır.

Bu kapsamda, bu çalışmada standart CEN kumu ile pirinç kabuğu arasında kütlece ikame yapılmış ve PK katkısının çimentolu kompozitlerin bazı temel fiziksel özellikleri, UPV ve basınç dayanımı üzerindeki etkisi sistematik olarak değerlendirilmiştir.

3.1. Yoğunluk, Su Emme ve Porozite Deney Sonuçları

Kompozit numunelere ait yoğunluk değerleri Şekil 3'te sunulmuştur. Agrega olarak yalnızca CEN kumu içeren kontrol numunesinde (P0) yoğunluk 1883 kg/m³ olarak ölçülmüştür. PK katkı oranı arttıkça yoğunluk değerlerinde düzenli bir azalma eğilimi gözlemlenmiştir.



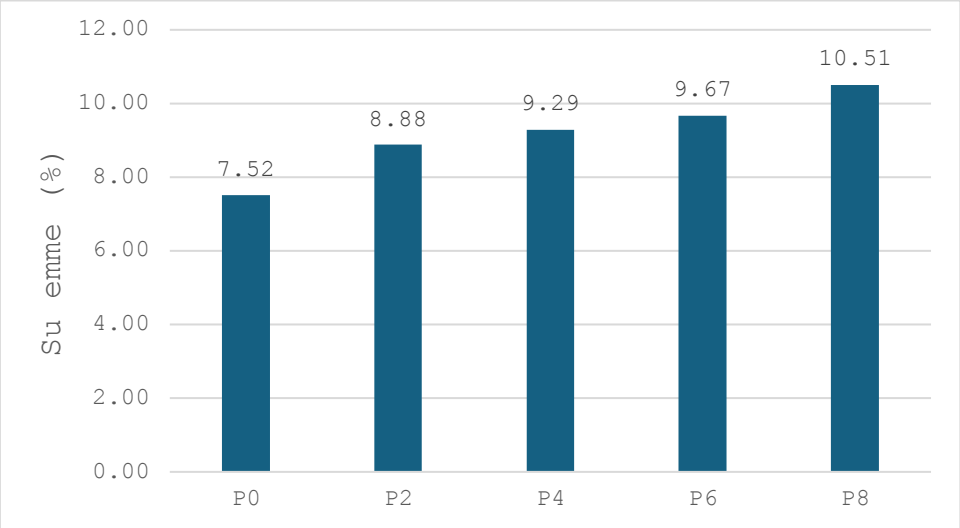
Şekil 3. Yoğunluk Deneyi Sonuçları

Özellikle %2 ila %8 aralığında gerçekleştirilen CEN kumu-PK ikamelerinde, yoğunluk değerleri kademeli olarak azalmış ve %8 PK içeren P8 numunesinde en düşük değer olan 1783 kg/m³'e ulaşılmıştır. Bu da %5,31 oranında bir yoğunluk kaybına karşılık gelmektedir. Bu azalma, pirinç kabuğunun lifli ve düşük özgül ağırlıklı yapısının, mineral agrega yerine kullanıldığında karışımın genel yoğunluğunu düşürme eğiliminde olduğunu ortaya koymaktadır.

Yoğunluk azalması, yapısal uygulamalarda malzemenin kendi ağırlığını düşürerek taşıyıcı sistem üzerindeki yükü azaltma potansiyeli açısından olumlu bir etki olarak değerlendirilebilir. Ancak bu durum, beraberinde gelen porozite ve su emme artışıyla birlikte mekanik performansın da dikkatle değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bu nedenle PK'nın belirli oranlarda agrega ikamesi olarak kullanılması, özellikle hafif yapı elemanları, yalıtım amaçlı paneller veya ikincil yapı bileşenlerinde çevresel ve ekonomik açıdan sürdürülebilir bir alternatif oluşturabilir.

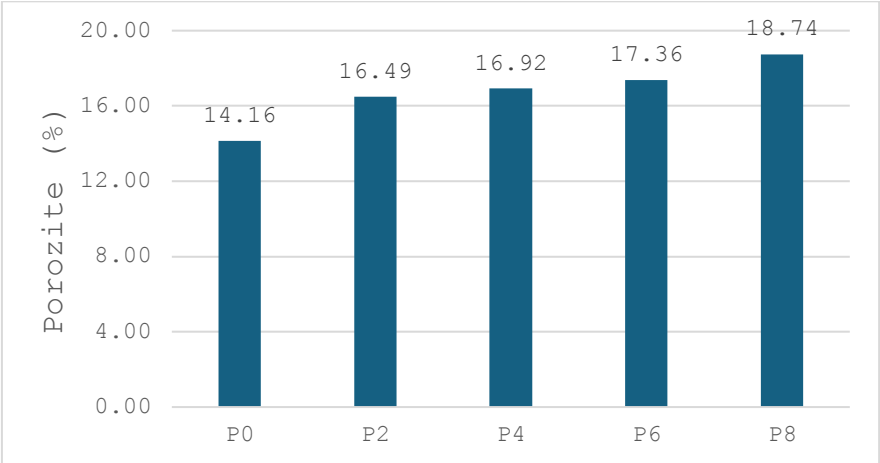
Bu çalışmada üretilen çimentolu kompozit numunelerin su emme davranışı, PK katkı oranlarının artışıyla birlikte değerlendirilmiş olup, elde edilen sonuçlar Şekil 4'te sunulmuştur. Deneysel bulgular, PK-CEN ikamesi ile hazırlanan kompozitlerde, PK oranındaki artışa paralel olarak su emme oranlarında belirgin bir artış meydana geldiğini göstermektedir. Bu durum, özellikle PK'nın lifli, organik yapısı ve yüksek gözenekliliği ile açıklanabilir. PK'nın agregaya göre daha fazla yüzey alanına sahip olması, su tutma kapasitesinin artmasına neden olmuş, bu da kompozit malzemenin genel su emme karakteristiğini doğrudan etkilemiştir.

Kontrol numunesinde yalnızca CEN kumu kullanılmış olup, bu numuneye ait su emme oranı %7,52 olarak ölçülmüştür. PK katkısının %2, %4, %6 ve %8 seviyelerinde uygulanmasıyla birlikte, su emme oranlarında sırasıyla %8,88, %9,29, %9,67 ve %10,51 değerlerine ulaşılmıştır. Bu artış, %8 PK ikamesinde kontrol numunesine kıyasla yaklaşık %40 oranında daha yüksek bir su emilimi anlamına gelmektedir.



Şekil 4. Su Emme Deneyi Sonuçları

Yüksek su emme oranı, kompozit malzemelerin dayanıklılığı açısından bazı sınırlamalar doğurabilir. Suya maruz kalan gözenekli yapı, zamanla fiziksel ve kimyasal bozunmalara, donma-çözülme döngülerinde mikro çatlaklara ve nihayetinde dayanım kayıplarına yol açabilir. Bu nedenle PK'nın agrega ikamesi olarak kullanılması durumunda, katkı oranlarının optimum düzeyde tutulması büyük önem taşımaktadır. Ancak buna rağmen düşük oranlardaki katkıların, belirli uygulamalar için kabul edilebilir düzeyde olduğu ve kompozit özelliklerine kontrollü şekilde etki ettiği söylenebilir.
Dolayısıyla, PK ikamesi ile elde edilen su emme performansı, çevresel ve ekonomik faydaların yanında, özellikle nemli ortamda kullanılacak yapı elemanları açısından dikkatle değerlendirilmelidir. Sonuç olarak, PK'nın sürdürülebilir bir doğal malzeme olarak çimentolu kompozitlerde kullanılabilirliği su emme performansı açısından belirli sınırlar içinde mümkündür; bu bağlamda katkı oranlarının uygulama koşullarına göre optimize edilmesi önerilmektedir.
Kompozit numunelerin porozite özellikleri Şekil 5'te sunulmuştur. Kontrol numunesi (P0) porozite oranı %14,16 olarak belirlenmiştir. PK katkısı %2, %4, %6 ve %8 seviyelerinde CEN kumu yerine ikame edildiğinde, porozite oranları sırasıyla %16,49, %16,92, %17,36 ve %18,74 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, en yüksek katkı oranı olan %8 PK ikamesinde, porozitenin kontrol numunesine göre yaklaşık %32 oranında arttığını göstermektedir. Bu artış, PK'nın doğal yapısında bulunan lifli, gözenekli ve düşük yoğunluklu özelliklerinden kaynaklanmakta olup, kompozit içindeki boşluk hacmini artırma eğilimindedir.



Şekil 5. Porozite Deneyi Sonuçları

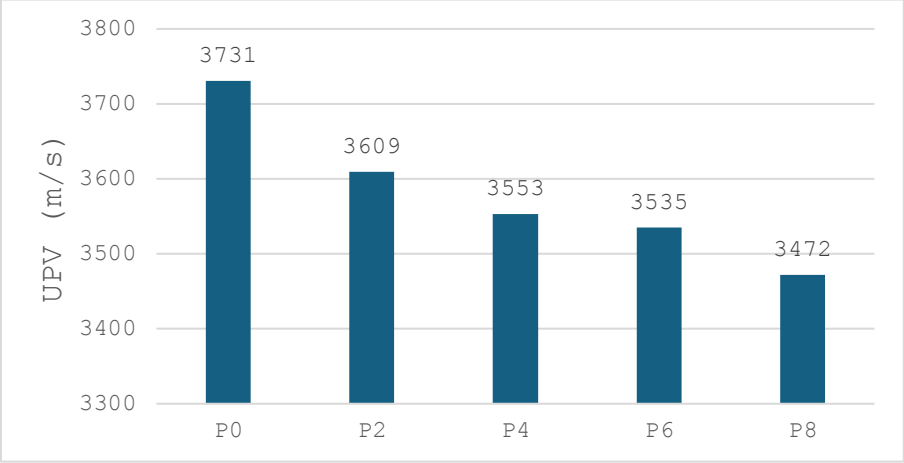
Porozite artışı, kompozitlerin mekanik ve fiziksel dayanım özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilecek bir faktördür. Yüksek porozite, özellikle su emme ve donma-çözülme dayanımı gibi özellikleri doğrudan etkileyerek, malzemenin servis ömrünü kısaltabilir. Bununla birlikte, belirli uygulamalarda hafiflik ve ısı yalıtımı gibi avantajlar sağlayabilecek yönleri de bulunmaktadır. Bu nedenle, porozite artışının malzemenin kullanım amacı doğrultusunda avantaj ya da dezavantaj oluşturup oluşturmadığı dikkatle değerlendirilmelidir.

Çalışma kapsamında elde edilen bulgular, PK katkısının poroziteyi artırıcı etkisini açıkça ortaya koymakta olup, katkı oranının belirlenmesinde bu etkinin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Düşük ve kontrollü PK oranları, çevresel ve ekonomik faydalar gözetilerek, optimum performans kriterlerini karşılayan çimentolu kompozitlerin geliştirilmesine olanak tanıyabilir.

Elde edilen deneysel bulgular, PK'nın düşük yoğunluğa ve yüksek su emme kapasitesine sahip olması nedeniyle, katkı oranı arttıkça kompozit karışımın gözenekli yapısının belirgin şekilde arttığını göstermektedir. Ancak bu artışın, özellikle düşük katkı oranlarında sınırlı düzeyde kaldığı ve belirli uygulama sınırları dâhilinde kabul edilebilir nitelikte olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, PK'nın agrega olarak ikame edilmesinin hem fiziksel özellikler hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından dengeli bir çözüm sunabileceğine işaret etmektedir.

3.2. Ultrasonik Darbe Hızı Deneyi Sonuçları

Üretilen kompozit karışım gruplarının UPV deney sonuçları Şekil 6'da verilmiştir. Kontrol numunesinde (P0) ölçülen UPV değeri 3731 m/s olup, bu değer, malzemenin iç yapısının daha sıkı ve homojen olduğunu göstermektedir. PK ikame oranının %2'den %8'e kadar artırılmasıyla birlikte UPV değerlerinde kademeli bir düşüş gözlemlenmiştir. En düşük UPV değeri 3472 m/s ile %8 oranında PK içeren P8 numunesinde kaydedilmiştir. Bu azalma, PK'nın düşük yoğunluklu, lifsi ve gözenekli yapısından kaynaklanan içsel boşluk miktarındaki artış ile doğrudan ilişkilidir. UPV değerlerindeki bu düşüş, PK'nın çimentolu matris içinde daha az ses iletkenliği sağlayan bir yapı oluşturduğunu göstermektedir.



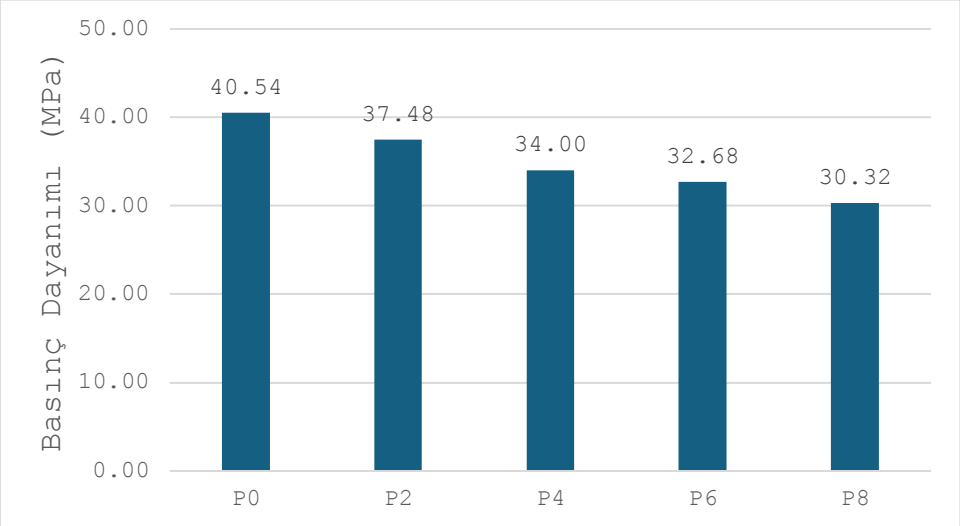
Şekil 6. UPV Deneyi Sonuçları

Özellikle ses dalgalarının yayılımını etkileyen mikrogözenekler ve malzeme içi heterojenlik, UPV değerlerini düşürmektedir. Bu durum aynı zamanda kompozitin mekanik dayanımının ve kompaktlığının da olumsuz etkilenebileceğine işaret etmektedir. Bununla birlikte, elde edilen UPV değerleri 3400 m/s seviyesinin altına düşmemiştir; bu da üretilen kompozitlerin genel olarak yapısal kullanım açısından kabul edilebilir sınırlar içinde kaldığını göstermektedir.

3.2. Basınç Dayanımı Deneyi Sonuçları

PK gibi tarımsal atıkların çimentolu kompozitlerde doğal agrega yerine kullanılması, sürdürülebilir inşaat malzemelerinin geliştirilmesine yönelik önemli bir adımdır. Bu bağlamda yapılan literatür çalışmaları, PK ilavesinin basınç dayanımı üzerinde önemli etkileri olduğunu ortaya koymuştur. Örneğin, Amantino ve ark. [16], %5–10 oranında PK ilavesiyle 15–19 MPa, Akinwumi ve ark. [17] ise %12,5–50 arasında değişen oranlarla 8,8–18,5 MPa aralığında basınç dayanımı elde etmişlerdir. Buna karşın Sisman ve ark. [18] %5–30 PK ikame oranlarında 17,6–37,5 MPa gibi daha yüksek değerlere ulaşarak uygun karışım ve su/çimento oranının performansı iyileştirebileceğini göstermiştir. Bu durum, tarımsal atıkların doğru oranlarda ve uygun bağlayıcılarla işlenerek yapısal uygulamalar için kabul edilebilir dayanım değerlerine ulaşabileceğini ortaya koymaktadır.

Kompozit karışım gruplarının 28 günlük basınç dayanımı sonuçları Şekil 7'de sunulmuştur. Kontrol numunelerinde yalnızca standart CEN kumu kullanılmış olup, bu numunede 28 günlük basınç dayanımı 40,54 MPa olarak ölçülmüştür. Standard grupta referans değer olarak kabul edilen bu sonuç, PK katkısının etkisinin karşılaştırılmasında temel alınmıştır. PK ikame oranlarının artmasıyla birlikte basınç dayanımı değerlerinde kademeli bir düşüş gözlenmiştir. %2, %4, %6 ve %8 PK içeren karışım gruplarında sırasıyla 37,48 MPa, 34,00 MPa, 32,68 MPa ve 30,32 MPa değerleri elde edilmiştir. Bu değerler, en yüksek katkı seviyesi olan %8'lik PK ikamesinde yaklaşık olarak %25 oranında bir dayanım kaybını göstermektedir.



Şekil 7. Basınç Dayanımı Deneyi Sonuçları

Daha yüksek ikame oranlarında ise basınç dayanımındaki düşüş daha dramatik hale gelmektedir. Örneğin, Winarno [19] %100 oranında PK kullanımında sadece 1,1–1,9 MPa basınç dayanımı elde ettiğini bildirmiştir. Chabi ve arkadaşlarının [20] çalışmasında da %100 PK kullanımıyla 1,93–15,63 MPa arasında bir dayanım aralığı gözlenmiştir. Bu bulgular, PK'nın düşük yoğunluklu bir malzeme olması nedeniyle betonun gözenekliliğini artırarak dayanımı düşürdüğünü, ancak uygun oran ve işleme teknikleriyle bu etkinin azaltılabileceğini göstermektedir.

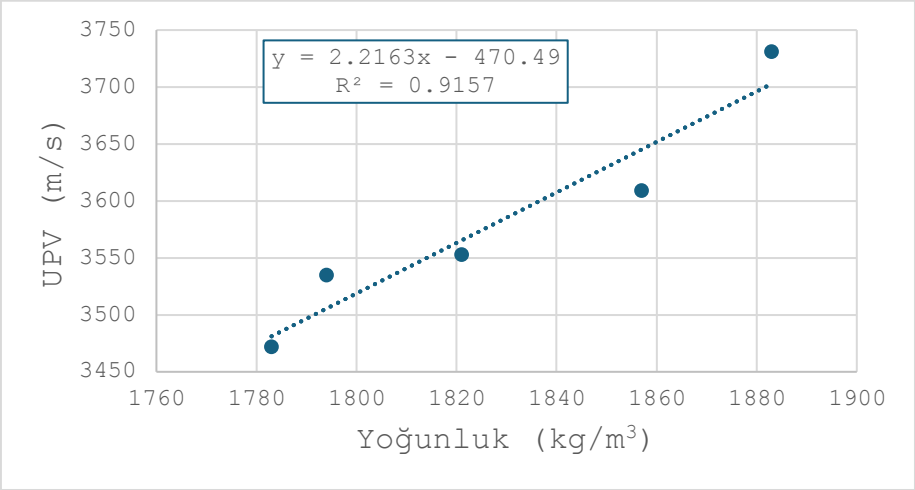
Bununla birlikte, PK katkısının kontrollü oranlarda kullanılması, yapısal uygulamalarda kabul edilebilir dayanım düzeylerini sağlayabilir. Özellikle hafif yapı elemanları, ısı-yalıtım panelleri ya da ikincil yapı bileşenleri gibi düşük yük taşıma gereksinimi olan alanlarda, çevresel ve ekonomik avantajlar göz önünde bulundurularak %2–4 düzeyinde PK katkısı önerilebilir.

3.3. İstatistiki Analiz

3.3.1. Yoğunluk - UPV ilişkisi

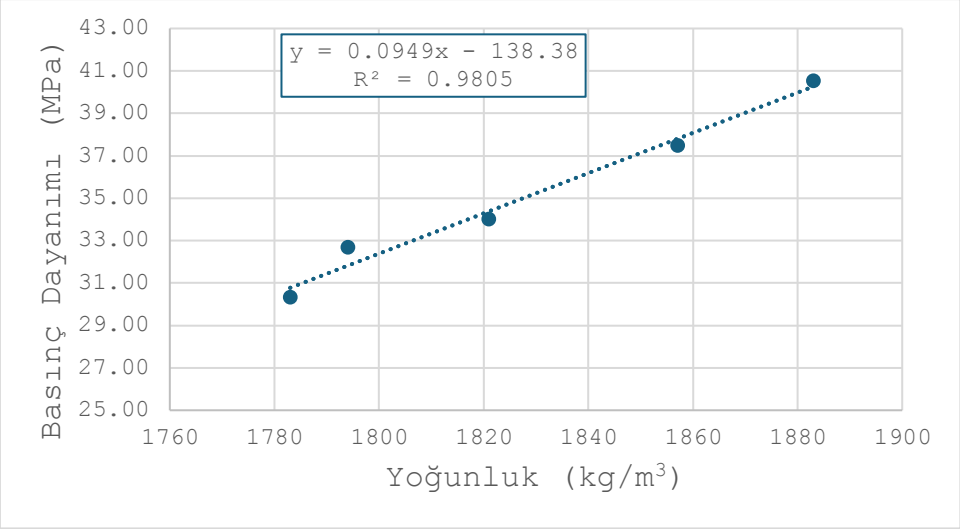
Yoğunluğun UPV ile ilişkisi Şekil 8'de sunulmuştur. Yoğunluk arttıkça UPV değerlerinde artış gözlemlenmektedir. Bu durum, kompozitlerin daha yoğun ve homojen yapıda olduğunda ses

dalgalarının daha hızlı iletilebildiğini göstermektedir. Gözeneklilik ve mikroyapısal boşluklar arttıkça yoğunluk azaldığı için, UPV değerleri de düşmektedir.



Şekil 8. Yoğunluk-UPV İlişkisi

3.3.2. Yoğunluk - Basınç Dayanımı ilişkisi

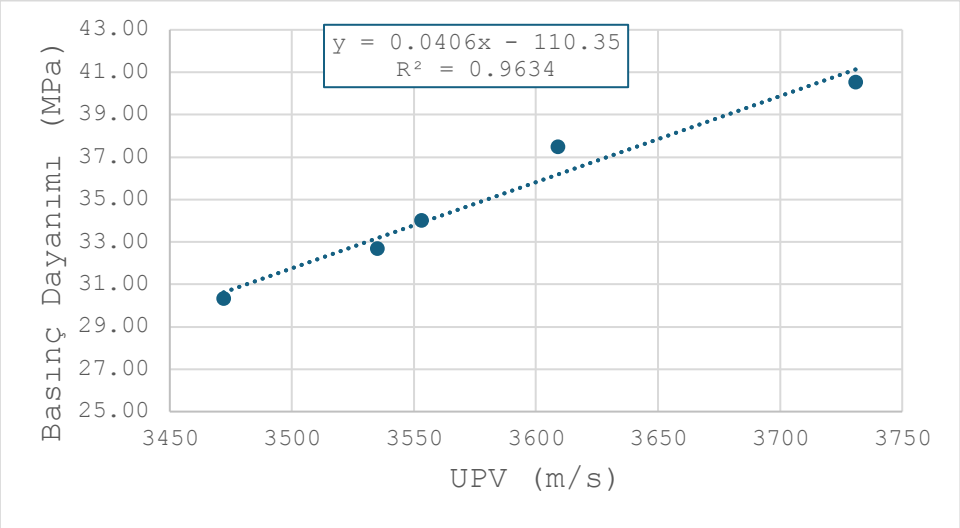


Şekil 9. Yoğunluk-Basınç Dayanımı İlişkisi

Yoğunlukla basınç dayanımı arasında pozitif bir korelasyon gözlenmektedir (Şekil 9). Daha yoğun kompozit yapılar daha düşük poroziteye sahip olduklarından yük taşıma kapasiteleri artmakta, bu da dayanımı yükseltmektedir. PK oranının artışıyla birlikte kompozitlerin gevrekleşmesi ve gözenekliliğin artması dayanım kaybına neden olmuştur.

3.3.3. UPV - Basınç Dayanımı ilişkisi

Kompozit numunelerin UPV-basınç dayanımı ilişkisi Şekil 10'da sunulmuştur. Elde edilen korelasyon, UPV değerlerinin kompozit iç yapısını ve dayanımını güvenilir şekilde yansıttığını göstermektedir (R^2=0,9634). Bu sonuçlar, UPV testlerinin çimentolu kompozitlerde tahribatsız bir değerlendirme aracı olarak kullanılabileceğini desteklemektedir.



Şekil 8. UPV-Basınç Dayanımı İlişkisi

PK ikamesi oranı arttıkça hem mikroyapısal boşluklar hem de yoğunlukta düşüş yaşanması, UPV değerlerinde ve basınç dayanımında azalmalara neden olmuştur. Bu bağlamda, düşük UPV değerleri daha düşük kompaktlık ve daha fazla poroziteyle ilişkilidir ve sonuç olarak bu durum mekanik dayanımın da düşmesine neden olmaktadır. Bu doğrultuda, çalışma kapsamında üretilen kompozitlerin mekanik davranışları ile UPV değerleri arasında güçlü ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, PK'nın çimentolu kompozitlerde agrega yerine belirli oranlarda ikame edilmesinin fiziksel, mekanik ve mikroyapısal özellikler üzerindeki etkileri sistematik olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen deneysel bulgular, PK katkısının malzemenin yoğunluğunu azalttığını, buna paralel olarak porozite ve su emme oranlarını artırdığını ortaya koymuştur. Özellikle %2 ila %8 aralığında uygulanan PK katkılarında, yoğunlukta %5,3'e kadar azalma, su emme oranında ise %40'a varan artışlar gözlenmiştir. Porozite oranları da katkı oranına bağlı olarak yaklaşık %32 oranında yükselmiştir. Bu durum, PK'nın lifli ve düşük yoğunluklu yapısının kompozitlerin içyapısında daha fazla boşluk oluşumuna neden olduğunu göstermektedir.

UPV ölçümleri, artan PK katkısının ultrasonik dalga hızlarını düşürdüğünü, bunun da malzeme içerisinde oluşan mikro gözeneklilik ve yapısal düzensizliklerle ilişkili olduğunu göstermiştir. En yüksek katkı oranında UPV değeri 3472 m/s seviyesine kadar düşmesine rağmen, bu değerler yapısal bütünlük açısından kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalmıştır. Basınç dayanımı açısından ise PK katkısının artışıyla birlikte değerlerde kademeli bir düşüş görülmüş; %8 katkı oranında referans numuneye göre yaklaşık %25'lik bir dayanım kaybı kaydedilmiştir. Ancak %2–4 katkı oranlarında elde edilen basınç dayanımı değerleri (37,48–34,00 MPa) birçok ikincil yapı elemanı için yeterli düzeydedir. İstatistiksel analizler, yoğunluk ile UPV ve basınç dayanımı arasında pozitif korelasyonlar bulunduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca UPV ile basınç dayanımı arasında yüksek düzeyde doğrusal ilişki (R^2 = 0,9634) tespit edilmiş ve UPV'nin tahribatsız bir değerlendirme aracı olarak güvenilirliğini desteklemiştir.

Öneriler:

- Yüksek porozite ve su emme oranları nedeniyle, PK katkılı kompozitlerin nemli ortamlarda kullanılmadan önce yüzey koruyucu kaplamalarla desteklenmesi önerilmektedir.
- Gelecek çalışmalarda, PK yüzeyinin alkali veya silan bazlı işlemlerle modifiye edilerek bağlayıcı ile aderansının artırılması ve böylece mekanik dayanımın iyileştirilmesi araştırılmalıdır.
- Ayrıca, farklı bağlayıcı sistemler (ör. geopolymer, magnezyum fosfat bağlayıcılar) ile PK'nın uyumu ve uzun vadeli dayanıklılık performansının da kapsamlı şekilde incelenmesi önerilir.

KAYNAKLAR

[15] ASTM C597-16, "Standard Test Method for Pulse Velocity through Concrete.," American Society for Testing Materials, Philadelphia., 2016.

A. Silva, F. Gaspar, and A. Bakatovich, "Composite Materials of Rice Husk and Reed Fibers for Thermal Insulation Plates Using Sodium Silicate as a Binder," *Sustainability*, vol. 15, no. 14, p. 11273, Jul. 2023, doi: 10.3390/su151411273.

ASTM C642-21, "Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete," 2021.

C. B. Sisman, E. Gezer, and I. Kocaman, "Effects of organic waste (rice husk) on the concrete properties for farm buildings," *Bulg. J. Agric. Sci.*, vol. 17, no. 1, pp. 40–48, 2011.

E. Chabi, V. Doko, S. P. Hounkpè, and E. C. Adjovi, "Study of cement composites on addition of rice husk," *Case Stud. Constr. Mater.*, vol. 12, p. e00345, Jun. 2020, doi: 10.1016/j.cscm.2020.e00345.

G. M. Amantino, N. P. Hasparyk, F. Tiecher, and R. D. Toledo Filho, "Assessment of bio-aggregate concretes' properties with rice residue," *J. Build. Eng.*, vol. 52, p. 104348, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.jobe.2022.104348.

G. Siqueira, J. Bras, and A. Dufresne, "Cellulosic Bionanocomposites: A Review of Preparation, Properties and Applications," *Polymers (Basel).*, vol. 2, no. 4, pp. 728–765, Dec. 2010, doi: 10.3390/polym2040728.

H. Polat and C. Özel, "Investigation of ferrochrome slag utilization in wet mix shotcrete: Mechanical strength and radiation shielding performance," *Radiat. Phys. Chem.*, vol. 223, p. 111963, Oct. 2024, doi: 10.1016/j.radphyschem.2024.111963.

I. I. Akinwumi, P. O. Awoyera, O. M. Olofinnade, A. A. Busari, and M. Okotie, "Rice husk as a concrete constituent: Workability, water absorption and strength of the concrete," 2016.

J. Chun and J. H. Lee, "Recent Progress on the Development of Engineered Silica Particles Derived from Rice Husk," *Sustainability*, vol. 12, no. 24, p. 10683, Dec. 2020, doi: 10.3390/su122410683.

L. Hu, Z. He, and S. Zhang, "Sustainable use of rice husk ash in cement-based materials: Environmental evaluation and performance improvement," *J. Clean. Prod.*, vol. 264, p. 121744, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.121744.

M. A. Suhot, M. Z. Hassan, S. A. Aziz, and M. Y. Md Daud, "Recent Progress of Rice Husk Reinforced Polymer Composites: A Review," *Polymers (Basel).*, vol. 13, no. 15, p. 2391, Jul. 2021, doi: 10.3390/polym13152391.

M. Kordi, N. Farrokhi, M. I. Pech-Canul, and A. Ahmadikhah, "Rice Husk at a Glance: From Agro-Industrial to Modern Applications," *Rice Sci.*, vol. 31, no. 1, pp. 14–32, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.rsci.2023.08.005.

N. Bheel, S. L. Meghwar, S. Sohu, A. R. Khoso, A. Kumar, and Z. H. Shaikh, "Experimental Study on Recycled Concrete Aggregates with Rice Husk Ash as Partial Cement Replacement," *Civ. Eng. J.*, vol. 4, no. 10, p. 2305, Oct. 2018, doi: 10.28991/cej-03091160.

N. POONIA, N. M ROSE, S. YADAV, and S. RUKHAYA, "EFFECT OF MATRIX REINFORCEMENT RATIO ON RICE STRAW REINFORCED COMPOSITE," *Pollut. Res.*, vol. 43, no. 3–4, pp. 223–226, 2024, doi: 10.53550/PR.2024.v43i03-04.006.

O. Faruk, A. K. Bledzki, H.-P. Fink, and M. Sain, "Progress Report on Natural Fiber Reinforced Composites," *Macromol. Mater. Eng.*, vol. 299, no. 1, pp. 9–26, Jan. 2014, doi: 10.1002/mame.201300008.

S. Winarno, "Comparative Strength and Cost of Rice Husk Concrete Block," *MATEC Web Conf.*, vol. 280, p. 04002, May 2019, doi: 10.1051/matecconf/201928004002.

TS EN 12390-3, "Testing hardened concrete - Part 3: Compressive strength of test specimens," Turkish Standards Institution, Ankara, 2019.

TS EN 12390-7, "Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 7: Sertleşmiş betonun yoğunluğunun tayini," Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 2019.

TS EN 196-1, "Çimento deney metotları - Bölüm 1: Dayanım tayini," Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2016.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

YALIN YÖNETİMİN İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİNDE UYGULANABİLİRLİĞİ

Hüsnü Can MURAT
Malatya Turgut Ozal University, Postgraduate Education Institute, Business Department, Malatya, Turkey, ORCİD: ID/0009-0001-6758-3867

Assoc. Prof. Dr. Meral ÇALIŞ DUMAN
Malatya Turgut Ozal University, Faculty of Social and Human Sciences, International Business Management, Malatya, Turkey
ORCİD: ID/ 0000-0002-8283-5188

ÖZET
Bu çalışmanın amacı yalın yönetim düşüncesinin insan kaynakları yönetimi açısından uygulanabilirliğini ortaya koymaktır. Yalın yönetim düşüncesinin temelinde israfı azaltmak, verimliliği arttırmak ve katma değer yaratan süreçler ortaya çıkarmak bulunur. Bu amaç ilk önce üretim fonksiyonu ile ilgili gibi görünse de işletmenin tüm alt fonksiyonları için uygulanabilirdir. Bu kapsamda insan kaynakları yönetimi birimi içinde yalın yönetim düşüncesinin nasıl bir fayda sağlayabileceği sorusu bu araştırmanın çıkış noktasıdır. İnsan kaynakları yönetimi işletmenin en değerli kaynağı olan insan kaynağının işe seçilmesi, yetiştirilmesi, eğitimi, maaş ve yan hakları, terfi ve kariyer süreçleri ve sendikal süreçleri ile ilgilenmektedir. Nitekim insan işletmeler için en önemli maliyet kalemlerinden birisidir. Bu durum işletmelerin zarar elde etmeye başladıklarında ilk önce insan kaynağının azaltılması gerektiğini düşündürmektedir. Bunun yerine ilk başta doğru ve uygun sayıda insan kaynağının seçilmesi, yetiştirilmesi, kariyer süreçleri gibi süreçleri yalın yönetim ile mümkün olabilir. Yalın insan kaynakları adını verebileceğimiz bu anlayış, işletmelerin sürdürülebilir bir başarı elde etmesinde, insan kaynağının gerçek potansiyelinin ortaya konmasında ve insan kaynağının işletmeler için asıl rekabet avantajı olduğunun görülmesinde önemli bir rol oynamaktadır.
Bu açıklamalara bağlı olarak bu araştırmanın yöntemi sistematik literatür taramasıdır. Bu yöntem ilgili konuda daha önce literatürde yapılan çalışmaların sentezlenerek anlamlı çıkarımlar elde edilmesini sağlamaktadır. Buna göre yalın yönetimin insan kaynakları yönetiminde nasıl kullanılabileceği, insan kaynakları fonksiyonlarının yalın yönetime göre nasıl bir rol üstleneceği çalışma içerisinde incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre insan kaynakları yalın dönüşüm sürecinde sadece destekleyici değil, yön verici bir aktördür. İnsan kaynakları yönetimi ile yalın yönetim arasında çift yönlü ve tamamlayıcı bir ilişki vardır. İnsan kaynaklarının stratejik yönetimi, yalın uygulamaların kurumsallaşması için güçlü bir temel oluştururken; yalın yönetim de insan kaynakları yönetimi süreçlerinin sadeleşmesine, daha verimli hale gelmesine ve insan odaklı bir organizasyon kültürünün oluşmasına katkıda bulunmaktadır. Bu karşılıklı etkileşim, işletmelerin hem rekabet avantajı elde etmesini hem de uzun vadede sürdürülebilir bir başarı sağlamasını mümkün kılmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Yalın Yönetim, Toplam Kalite Yönetimi, İnsan Kaynakları Yönetimi

APPLICABILITY OF LEAN MANAGEMENT IN HUMAN RESOURCES MANAGEMENT

ABSTRACT
The aim of this study is to demonstrate the applicability of lean management to human resources management. The foundation of lean management lies in reducing waste, increasing efficiency, and creating value-added processes. While this goal may initially appear to be related to the production function, it can be applied to all sub-functions of a business. In this context, the starting point of this research is the question of how lean management can benefit the human resources department. Human resources management is concerned with the selection, training, education, salaries and fringe benefits, promotion and career processes, and unionization of the company's most valuable resource: its human resources. Indeed, people are one of the most significant costs for businesses.

This suggests that when businesses begin to incur losses, they should first reduce their human resources. Instead, processes such as selecting, training, and career development of the right and appropriate number of human resources can be achieved through lean management. This approach, which we may call lean human resources, plays a crucial role in achieving sustainable success for businesses, unlocking the true potential of their human resources, and recognizing that human resources are their primary competitive advantage.
Based on these explanations, the methodology of this research is a systematic literature review. This method enables the synthesis of previous studies on the relevant topic and the derivation of meaningful inferences. Accordingly, the study examines how lean management can be used in human resources management and the role that human resources functions will play in relation to lean management. The findings indicate that human resources are not only a supportive but also a guiding actor in the lean transformation process. There is a two-way and complementary relationship between human resources management and lean management. While the strategic management of human resources provides a strong foundation for the institutionalization of lean practices, lean management contributes to the simplification and increased efficiency of human resources management processes and the establishment of a people-centered organizational culture. This interplay enables businesses to both achieve competitive advantage and achieve sustainable long-term success.
Keywords: Lean Management, Total Quality Management, Human Resources Management

Giriş

İnsan kaynakları yönetimi, işletmelerin yönetim anlayışlarında ki değişimin sonucunda, yönetimin kararlarına etki eden ve yönetim yapısında önemli rol oynayan bir fonksiyon haline gelmiştir. Çünkü işletmeler yönetim süreçleri konusunda geçmişe kıyasla daha geniş açıdan bakarak çalışanların özelliklerini daha fazla önemsemeye başlamıştır. İnsan kaynakları yönetiminin zaman içerisinde etkilerinin genişlediğini ve çalışanların lehine yönelik gelişim gösterdiği söylenebilir.
Geçmiş yıllardan itibaren literatürde yer alan ve geniş kitleler üzerinde pozitif etki bırakan yalın yönetim uygulamaları, insan kaynakları yönetimini destekleyen bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Yalın yönetim, işletmelerin yönetim anlayışlarını mümkün olduğunca sadeleştirmek sureti ile bu sadeleştirmeden işletmelerin hem finansal hem de işgücü yapısına tasarruf sağlamayı planlayan bir yaklaşımdır. Bu açıdan farklı metotlara sahip olan insan kaynakları ve yalın yönetimi dolaylı olarak aynı amacı hedeflemektedir. Çalışanların çıkarlarını korumaya yönelik gelişen bu yönetim anlayışı sürecin olumlu sonuçlanması için tüm pozitif uygulamaları kullanmaktadır. Bu açıdan her iki yaklaşım birbirlerini tamamlayan yönetim anlayışlarına sahiptir.

1. Yalın Yönetim Kavramı

İnsanlık var olduğu süreçten günümüze kadar üretim, değişim ve gelişim devam etmiştir. Gelişimin en önemli unsuru bu süreçte teknoloji olmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle üretiminde değişmesini mümkün kılmıştır. Bu gelişimle, üretim yöntemleri ve üretim çeşitliliği gelişmiştir. Yalınlık kavramı, üretilen mal ve hizmetlerde gerekli olmayan malzemelerin çıkartılmasıyla, malzemelerden ve zamandan elde edilen kazanımların ortaya çıkmasıyla yapılan sadeleştirmelerdir. Yalın kavramı, yapılan sadeleşmeler ile birlikte, israfın önlenmesine bu da az ve sade kavramlarıyla ilişkilendirilebilmektedir. Yalın kavramı düşüncesi ile hareket edilen üretim süreçlerinde stokların azalmasıyla birlikte, ayıplı ürünlerde azalma ve ürün çeşitliliğinin artması bu da ürünleri temin eden tüketicilerde memnuniyetlerin artmasına vesile olmaktadır (Womack & Jones, 2006).
Yalın yönetim sistemi, ilk olarak Toyota firmasında kullanılmıştır ve Toyota Üretim Sistemi olarak da adlandırılmıştır. Yalın yönetim sistemi, hammadde kullanımının azaltılması, üretimdeki masrafların azaltılması ve ürünlerde kalitenin artmasına neden olmaktadır. Yalın yönetim, öncelikle ürün gelişimine katkı sağlamakla birlikte verimlilik ve kalite süreçleriyle etkileşim içinde olarak sürekli gelişen bir dönüşüm süreci olarak ifade edilebilmektedir. Bu süreçlerle, üretimde maliyetlerin azaltılması, israfın engellenmesi ve gereksiz süreçlerin çıkarttırılması amaçlanmaktadır (Nefes, 2019: 15). Yine yalın yönetim kurumların mevcut durumunu verimli kullanarak, gereksiz zamandan ve gereksiz maliyetten kurtulmayı amaçlayarak, tüketici taleplerine uygun olarak üretimi gerçekleştirme sürecidir.

Yalın yönetim kavramının başlıca hedefi, üretimde hız kazanmak ve üretimi israflarından arındırmak, ürünlerdeki kaliteyi artırmakla birlikte, üretimdeki masraf ve stokları azaltmakla birlikte, ürün teslim süresini en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Bu şekilde verimlilik ön plana çıkartılarak, seri üretimden faydalanılmaktadır (Kağnıcıoğlu, 2012: 28). Yalın yönetimde; kalite, maliyet ve hammadde kullanımı kavramları önemli bir yer tutmaktadır. Bu kavramlar kurumların günümüzde diğer kurumlarla rekabet etmesinde önemli bir yere sahiptir. Yalın yönetimle birlikte artan verimlilikle, kurumların hayatlarını devam ettirmesinde, yaşam sürelerini uzatmada büyük önem arz etmektedir (Kavrakoğlu, 1998).

2. İnsan Kaynakları Yönetimi

Yaşadığımız toplumda insana verilen kıymetin artması ile birlikte, onun eğitimi ve gelişimi de büyük önem arz etmektedir, bu önem işletmelerde insan kaynakları yönetimi içerisinde ele alınmaktadır (Görmüş, 2009: 60). Çalışanların işletmelerin başarısında kritik bir öneme sahip olduğu artık yadsınamaz bir gerçektir. Bu açıdan insan kaynağının seçilmesi, işe yerleştirilmesi, oryantasyonu, eğitimi, kariyeri, maaş ve özlük hakları, terfisi ve işten ayrılması ve sendikal ilişkilerine kadar tüm süreçleri insan kaynaklarının fonksiyonları içerisindedir (Yüksel, 1998).

Günümüzde küreselleşmenin etkisiyle kurumlar arasındaki rekabetin giderek yoğunlaşması, müşteri taleplerinin çeşitlenmesi ve beklentilerin sürekli artış göstermesi, ekonomik yapının hızlı bir biçimde değişmesine ve dönüşmesine zemin hazırlamaktadır. Bu durum, işletmeleri yalnızca mevcut pazar koşullarına uyum sağlamaya değil, aynı zamanda değişen çevresel faktörlere karşı proaktif stratejiler geliştirmeye de zorunlu kılmaktadır. Dolayısıyla kurumlar, rekabet avantajı elde edebilmek ve sürdürülebilir bir büyüme sağlayabilmek için ürün ve hizmetlerini sürekli yenileme, süreçlerini rasyonelleştirme, maliyetlerini minimize etme, kalite standartlarını uluslararası normlara uyumlu hale getirme ve en önemli sermaye unsuru olan insan kaynağının verimliliğini artırma yönünde kapsamlı çabalar içine girmektedir (Büyükuslu, 1998: 95).

3. İnsan Kaynakları Yönetimi İle Yalın Yönetim İlişkisi

İnsan kaynakları yönetimi, insan kaynakları dalını yalnızca bir departman olarak değil yenilikçi bakış açısıyla, diğer yapılarla uyumlu bir şekilde ilerlemesini sağlamaktadır. Bu durum insan kaynakları yönetimini sürekli yenilikçi uygulamalara iterek daha nitelikli sonuçlar ortaya çıkarmasına fırsat tanımaktadır (Argon & Eren, 2004: 70). Kurumsal gelişim içerisinde nitelikli faaliyetler gerçekleştirmek isteyen işletmeler yönetimde yalın yönetim ve insan kaynakları yönetimine yer vermektedir. Çalışan özelliklerinin ön planda olduğu insan kaynakları yönetimi ile çalışanlara değer veren yalın yönetimi birbirlerine paraleldir (Ayçin & Özveri, 2016: 328).

Bu açıdan bakıldığında çalışan bireylerin nitelikli faaliyet göstermesi için fiziksel ve zihinsel açıdan çalışma koşullarının oluşturulması yalın yönetim uygulamasının bir yaklaşımıdır. Insan kaynakları yönetimi ise nitelikli faaliyetler gerçekleşirken çalışanların performanslarını ve psikolojk durumlarını iyileştirmeye yönelik bir anlayışa sahiptir. Görüldüğü gibi bu iki yönetim anlayışı birbirlerini tamamlamaktadır (Aydın, 2015: 30). Yalın yönetim anlayışı, kurumsal yapı içerisindeki tüm unsurların, özellikle de çalışanların gelişimi ile yakından ilgilenmektedir. İşin gelişmesi ve ticari faaliyet başarılarının artması çalışanların gelişimine bağlıdır. İşletmeler çalışanların gelişimi için eğitimlerle desteklemelidir. Çalışanların eğitime tabi tutulması yalın yönetiminin ve insan kaynakları yönetiminin ortak konusudur. (Erol, 2012: 20).

İnsan kaynakları yönetimi ve yalın yönetiminin ortak konularından biri de çalışanların birlik olarak hareket etmenin işletmeye sağladığı faydalardır. Yalın yönetim yaklaşımına göre çalışanların birlikte hareket etmesi sonucunda nitelikli iş hacmi ortaya çıkmaktadır. Aynı zamanda çalışanların ortak amaçlara yönelmesini sağlamaktadır. Aynı şekilde insan kaynakları yönetiminde de çalışanlar birbirlerinden uzak olarak değerlendirilmemektedir. Çalışanlar farklı departmanlarda olmalarına karşın birbirlerine motivasyon sağlayarak çalışma enerjilerini arttırmaktadır (Okur, 1997). Bütün bunlar neticisinde insan kaynakları yönetimi ve yalın yönetimin birbirlerini tamamlayan uyumlu iki unsur olarak nitelendirebilir. Yalın yönetimin insan kaynakları fonksiyonları üzerinde uygulanabilirliğini daha ayrıntılı incelemek konunun anlaşılabilirliğini arttıracaktır.

3.1. Personel Seçme ve Yerleştirme

Yalın yaklaşım, işe alım sürecinde değer yaratmayan tüm adımların ortadan kaldırılmasını hedefler. Örneğin uzun süren onay süreçleri, tekrar eden mülakatlar ya da gereksiz evrak talepleri hem zaman hem kaynak israfına neden olur. Süreç yalınlaştırıldığında, öncelikle bir değer akış haritası oluşturularak başvurudan işe yerleştirmeye kadar tüm adımlar görselleştirilir. Bu harita üzerinden darboğazlar ve beklemeler analiz edilir. Ayrıca adayların deneyimini iyileştirmek için süreçler dijitalleştirilir, örneğin video mülakatlar veya otomatik ön eleme sistemleri uygulanabilir. Aday veri tabanı oluşturularak benzer pozisyonlar için yeniden ilan verme ihtiyacı azaltılabilir (Barutçugil, 2004).

3.2. İş Analizleri

İş analizleri, yalın yaklaşımda sadece bir pozisyonun görevlerinin listelendiği bir doküman değildir. Aynı zamanda organizasyonun hangi faaliyetleri neden yaptığını, bu faaliyetlerin nasıl değer yarattığını anlamasını sağlayan kritik bir süreçtir. Yerinde gözlem yöntemiyle işin gerçek yapılış şekli gözlemlenir; çalışanlarla birebir görüşmeler yapılarak işin doğası anlaşılır. Bu analizler sonucunda hem gereksiz işler hem de eksik tanımlamalar ortaya çıkar. Bu analizler ayrıca standart iş tanımlarının oluşturulmasına katkı sağlar, böylece performans, eğitim ve kariyer planlaması süreçleri daha etkili hale gelir (Ünal, 2002).

3.3. Görev Tanımları

Yalın yönetimde görev tanımları, çalışanların ne iş yaptığını açıkça anlamasını sağlamak ve süreçteki rollerini netleştirmek için kullanılır. Karmaşık ve uzun tanımlar yerine, değer üreten görevler sade ve doğrudan ifade edilir. Görev tanımları, iş analizlerinden elde edilen verilere dayanarak oluşturulur ve yetkinlik bazlı olarak yapılandırılır. Ayrıca bu tanımların dijital platformlarda saklanması ve düzenli olarak güncellenmesi, organizasyonel şeffaflığı artırır. Görev çakışmalarını veya boşlukları belirlemek de yalın düşüncenin önemli kazanımlarındandır (Budak, 2016).

3.4. Organizasyon Şeması

Yalın yönetimin özünde aşırı hiyerarşiye karşı durmak vardır. Bu bağlamda organizasyon şemaları da sadeleştirilmelidir. Çok katmanlı ve karmaşık yapılar bilgi akışını yavaşlatır, karar alma süreçlerini uzatır ve sorumlulukların belirsizleşmesine yol açar. Yalın bir şemada görevler net tanımlanmış, iletişim çizgileri açık ve yatay yapılar desteklenmiştir. Ayrıca, proje bazlı geçici takımların kurulması yalın yaklaşımın esnekliğini destekler. Bu tür yapılar hem hızlı karar alma hem de yenilik üretme açısından avantaj sağlar (Kaymaz, 2009: 83).

3.5. İşe Alım Prosedürü

İşe alım prosedürleri, yalın yönetimle birlikte tek tip hale getirilmiş, sadeleştirilmiş ve hızlı yürütülebilir süreçler haline gelir. Her yeni işe alımda sıfırdan süreç başlatmak yerine, önceden belirlenmiş adımlar içeren standart bir prosedür sayesinde zaman tasarrufu sağlanır. Örneğin ilan metinlerinin ön şablonlarla oluşturulması, mülakat sorularının standartlaştırılması ve karar alma matrisleriyle işe uygunluk derecesinin ölçülmesi gibi uygulamalar yalınlaşmanın örneklerindendir. Ayrıca prosedürlerin görselleştirilmesi (akış diyagramları ile) sürecin herkes tarafından anlaşılır olmasını sağlar (Tunçer, 2012: 210).

3.6. Oryantasyon Programı

Oryantasyon programları genellikle sabit ve her pozisyona aynı şekilde uygulanır. Ancak yalın bakış açısıyla bu yaklaşım sorgulanır: Her yeni çalışanın ihtiyaçları farklıdır, bu nedenle modüler ve ihtiyaca özel oryantasyon programları tasarlanmalıdır. Bazı çalışanlar için temel oryantasyon yeterliyken, bazıları daha teknik veya operasyonel içeriklere ihtiyaç duyabilir.

Programlar dijital içeriklerle desteklenerek zaman ve maliyet avantajı sağlanabilir. Ayrıca, yeni çalışanın deneyimi oryantasyon süreci sonunda ölçülür ve alınan geri bildirimlerle içerikler sürekli iyileştirilir (Sabuncuoğlu, 2012: 30).

3.7. Performans Yönetimi Sistemi

Yalın performans yönetimi, yılda bir kez yapılan değerlendirme toplantılarından ziyade sürekli ve geri bildirime dayalı bir yönetim sistemini benimser. Çalışanlar için belirlenen hedefler ilkelere uygun, ölçülebilir ve doğrudan süreç çıktılarına bağlanmalıdır. Örneğin üretim hattında çalışan biri için "günlük üretim hedefi" yerine "hata oranı" veya "zamanında teslim oranı" gibi metrikler kullanılabilir. Sürekli gelişim prensibine göre, yöneticiler sadece değerlendirme değil aynı zamanda gelişim koçluğu da yapmalıdır. Stratejik hizalama gibi araçlarla bireysel hedefler, şirket hedefleriyle doğrudan ilişkilendirilir (Fındıkçı, 2006).

3.8. Eğitim ve Gelişim Prosedürü

Yalın yaklaşım, her çalışana aynı eğitimleri vermeyi verimsiz bulur. Eğitim ihtiyaç analizleriyle hangi bireyin hangi becerilere ihtiyaç duyduğu belirlenmeli ve eğitim planlaması buna göre yapılmalıdır. Ayrıca eğitimlerin sonuçları ölçülmeli, davranışsal ya da performansa etkisi gözlemlenmelidir. Eğitimin sonuç vermediği tespit edilirse ya içerik ya da yöntem değiştirilmelidir. Gereksiz tekrarların ve kaynak kullanımının önüne geçmek için iç eğitmen uygulamaları, mikro öğrenme teknikleri ve dijital platformlar önerilir. Böylece çalışanlar öğrenme sürecine aktif olarak katılır ve içerik "çekme sistemi" ile ihtiyaç anında sağlanabilir (Çetin & Özcan, 2013: 4).

3.9. İşten Ayrılma Prosedürü

Yalın işten ayrılma süreci, çalışan ve işveren açısından verimli, hızlı ve bilgi sağlayıcı bir deneyim olmalıdır. Sürecin başından sonuna kadar tüm adımlar net şekilde tanımlanmalı ve çalışanın hem teknik hem duygusal olarak sağlıklı bir şekilde ayrılması sağlanmalıdır. Evrak işlerinin dijitalleştirilmesi, zimmet süreçlerinin online olarak takip edilmesi sürecin hızını artırır. Ayrılan çalışandan alınan geri bildirimler analiz edilerek sistematik bir iyileştirme sürecine dahil edilir. Böylece işten ayrılmalar organizasyonel gelişimin bir parçası haline gelir (Şimşek & Öge, 2014: 89).

Sonuç

Günümüz rekabetçi iş dünyasında kurumların sürdürülebilir başarısı, yalnızca teknolojik yatırımlarla değil, aynı zamanda insan kaynaklarının etkin ve verimli bir şekilde yönetilmesiyle mümkündür. Bu bağlamda, insan kaynakları yönetimi ile yalın yönetim arasındaki ilişki stratejik bir önem arz etmektedir. Her iki yönetim yaklaşımı da farklı alanlara odaklansa da, nihai amaçları işletme performansını artırmak ve değer üretmektir.

Yalın yönetimin temel felsefesi; israfların ortadan kaldırılması, sürekli iyileştirme, süreçlerin sadeleştirilmesi ve müşteri odaklılık gibi unsurlara dayanır. Bu süreçte, çalışanların katkısı ve katılımı kritik bir role sahiptir. Dolayısıyla, insan kaynağını sadece üretim girdisi olarak gören geleneksel bakış açısı yerine, çalışanları sürecin merkezine koyan ve gelişimlerini destekleyen bir insan kaynakları yönetimi anlayışı, yalın yönetim felsefesinin işletmede benimsenmesi ve başarılı bir şekilde uygulanması için temel teşkil eder.

Yalın yönetimin organizasyona entegre edilmesinde insan kaynakları yönetiminin başlıca işlevleri olan işe alım, eğitim, performans değerlendirme, kariyer planlama, ödüllendirme ve çalışan bağlılığı gibi uygulamalar doğrudan etkili olmaktadır. Yalın düşünce yapısının çalışanlar arasında yaygınlaştırılması, bu sistemin bir alışkanlık haline gelmesi ve sürekli iyileştirme kültürünün yerleşmesi, ancak stratejik bir insan kaynakları yönetimi politikası ile mümkün olabilir. Özellikle çalışanların eğitimi ve yetkilendirilmesi, yalın yönetimin sürdürülebilirliği açısından kritik önemdedir. Süreçleri iyileştirmek ve sorunları yerinde çözmekle sorumlu olan ekip üyeleri, yetkinlik açısından donanımlı olmalıdır. Bu da insan kaynakları yönetimi stratejik planlama düzeyinde yer almasını ve yalın uygulamalara yönelik özel yetkinliklerin geliştirilmesini gerekli kılar.

Sonuç olarak, insan kaynakları yönetimi ile yalın yönetim arasında çift yönlü ve tamamlayıcı bir ilişki vardır. İnsan kaynaklarının stratejik yönetimi, yalın uygulamaların kurumsallaşması için güçlü bir temel oluştururken; yalın yönetim de insan kaynakları yönetimi süreçlerinin sadeleşmesine, daha verimli hale gelmesine ve insan odaklı bir organizasyon kültürünün oluşmasına katkıda bulunur.

Bu karşılıklı etkileşim, işletmelerin hem rekabet avantajı elde etmesini hem de uzun vadede sürdürülebilir bir başarı sağlamasını mümkün kılmaktadır.

KAYNAKÇA

Argon, T., & Eren, A. (2004). İnsan Kaynakları Yönetimi. Ankara: Nobel Yayıncılık.

Ayçin, E., & Özveri, O. (2016). Yalın Üretim Uygulamalarında İsrafın Azaltılması İle Performans Ölçütleri Arasındaki İlişkilerin Ve Etkileşimin Dematel Yöntemiyle Analizi. Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 4(35).

Aydın, N. (2015). Yalın Düşünce Sisteminin Üretime Sağladığı Katkılar. Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi, 40: 23-37.

Barutçugil, İ. (2004). Stratejik İnsan Kaynakları Yönetimi (1 b.). İstanbul: Kariyer Yayınları.

Budak, G. (2016). Yetkinliğe Dayalı İnsan Kaynakları Yönetimi (3 b.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.

Büyükuslu, A. (1998). Globalizasyon Boyutunda İnsan Kaynakları Yönetimi. İstanbul: Der Yayınları.

Çetin, C., & Dinç Özcan, E. (2013). İnsan kaynakları yönetimi. İstanbul: Beta Yayınları.

Erol, S. (2012). Yalın Yaklaşım ve Yalın Üretim. Kalkınmada Anahtar Verimlilik Dergisi, 24(278): 20.

Fındıkçı, İ. (2006). İnsan Kaynakları Yönetimi (6 b.). İstanbul: Alfa Yayınları.

Görmüş, A. Ş. (2009). Entelektüel Sermaye ve İnsan Kaynaklarının Artan Önemi. Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 11(1), 57-75.

Kağnıcıoğlu, H. (2012). Üretim Yönetimi. Eskişehir; Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Kavrakoğlu, İ. (1998). Değişim ve Yaratıcılık. Kalder Yayınları.

Kaymaz, K. (2009). Performans Değerleme ve Çalışan Verimliliği (Performansta Geribildirim) (1 b.). Bursa: Dora Yayınları.

Nefes, K. F. (2019). Mevcut Üretim Sürecinin Yalın Üretim Teknikleri ile Yeniden Yapılandırılması ve Bir Uygulama (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Okur, A. (1997). Yalın Üretim. İstanbul: Söz Yayıncılık,

Sabuncuoğlu, Z. (2012). İnsan Kaynakları Yönetimi. İstanbul: Beta Basım Yayım.

Şimşek, Ş., & Öge, S. (2014). İnsan Kaynakları Yönetimi (6 b.). Konya: Eğitim Yayınevi.

Tunçer, P. (2012). Değişen İnsan Kaynakları Yönetimi Anlayışında Kariyer Yönetimi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 31(1), 203-233.

Ünal, A. (2002). İşletmelerde İnsan Kaynaklarının Önemi, İnsan Kaynakları İşlevleri Ve İnsan Kaynakları Yönetimi Sisteminde Ücretlendirme. Kamu İş Dergisi, 7(1), 1- 19.

Womack, P.J. & Jones,T.D. (2006). Yalın Çözümler, İstanbul POAŞ Gen. Müdürlüğü çev. Saadet Özkal, İstanbul.

Yüksel, Ö. (1998). İnsan Kaynakları Yönetimi. Ankara: Gazi Kitabevi.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

FİNANSAL RAPORLAMA STANDARTLARI ÇERÇEVESİNDE KRİPTO PARALARIN MUHASEBELEŞTİRİLMESİ

Assoc. Prof. Dr. Gülhan SUADİYE
Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, Hatay, Turkey
ORCID ID: 0000-0003-2619-2146

ÖZET
Şifrelenmiş dijital değer birimleri olan kripto paralar, merkezi otoritelerden bağımsız olarak çalışan ve güvenli işlemlere olanak tanıyan yenilikçi finansal araçlardır. Blockchain destekli bu dijital varlıklar, geleneksel finansal sistemlere alternatif olarak ortaya çıkmış ve son yıllarda hızla yaygınlaşarak küresel ekonomide yeni bir varlık sınıfının oluşmasına yol açmıştır. Kripto paraların merkezi olmayan yapısı, hızlı ve güvenli çalışma biçimleriyle birleşince, aracılara olan ihtiyacı önemli ölçüde azaltmış ve sınır ötesi işlemleri kolaylaştırmıştır. Ancak, bu yenilikçi ve cazip özellikler, muhasebe sistemi açısından önemli zorlukları da beraberinde getirmektedir. Öncelikle geleneksel finansal araçlardan farklı olarak kripto paraların merkezi bir otorite tarafından denetlenememesi, muhasebe süreçlerinde belirsizliklere yol açmaktadır. İkinci olarak, yüksek oynaklıkları, değerleme süreçlerini karmaşıklaştırmakta ve finansal tablolarda önemli dalgalanmalara neden olmaktadır. Üçüncü olarak, yatırım araçları, ödeme araçları veya hizmet token'ları gibi çeşitli kullanım amaçları, çeşitli muhasebe yaklaşımları gerektirmekte ve bu da standardizasyonu zorlaştırmaktadır. Bu durum, kripto varlıkların şirket bilançolarında doğru bir şekilde raporlanmasını zorlaştırmakta ve finansal raporların güvenilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu çalışmanın amacı kripto para birimlerinin mevcut muhasebe standartları kapsamında nasıl ele alınması gerektiğini incelemek ve uygun muhasebeleştirme önerileri sunmaktır.
Anahtar kelimeler: Kripto para, Blockchain, Finansal muhasebe, UFRS

ACCOUNTING FOR CRYPTOCURRENCIES UNDER FINANCIAL REPORTING STANDARDS

ABSTRACT
Cryptocurrencies, which are encrypted digital units of value, are innovative financial instruments that operate independently of central authorities and enable secure transaction. These block chain powered digital assets have emerged as alternative to traditional financial systems, and their rapidly growing in use in recent years, has led to the creation of a new asset class in the global economy. The decentralized nature of cryptocurrencies, combined with their fast, and secure operation has significantly reduced the need for intermediaries while facilitating cross-border transactions. However, these innovative and attractive features also present significant challenges for accounting systems. First, unlike traditional financial instruments, the absence of central oversight lead to uncertainties in accounting processes. Second, their high volatility complicates valuation procedures and causes significant fluctuations in financial statements. Third, their diverse using purposes cases, such as investment instruments, payment instruments, or utility tokens, require varied accounting approaches, making standardization difficult. This situation creates challenges for appropriate disclosure of crypto assets on balance sheets, compromising the reliability of financial reports. This study aims to examine how cryptocurrencies should be treated within existing accounting standards and propose appropriate recognition.
Keywords: Cryptocurrency, Blockchain, Financial Accounting, IFRS

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THEORETICAL CONTRIBUTIONS OF LEADERSHIP STYLES TO THE DEVELOPMENT OF AN INNOVATİVE ORGANIZATIONAL CULTURE

Lec. Dr. Emirhan YETİŞ
Fırat University, Kovancılar Vocational School, Elazığ, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-9507-8358

ABSTRACT
This study aims to examine the theoretical contributions of leadership styles to the formation of an innovative organizational culture. Contemporary organizations, driven by digitalization, artificial intelligence integration, and rapidly changing market dynamics, require innovative cultures to sustain competitiveness. In this context, leadership emerges not only as a tool of strategic direction but also as a critical factor in shaping organizational culture. The study adopts a comprehensive literature review method, analyzing research published after 2015 in databases such as Web of Science and Scopus. The analysis reveals that leadership styles including transformational, authentic, ethical, servant, and digital leadership contribute to the development of innovative organizational cultures. In particular, transformational and digital leadership strengthen the innovative climate, while ethical and servant leadership exert indirect effects through employee engagement and trust-building. The findings indicate that different leadership styles assume complementary roles in fostering an innovative organizational culture. The theoretical contribution of this study lies in demonstrating that leadership styles are not only relevant to individual performance or motivation but also serve as critical variables in institutionalizing innovation-oriented culture at the organizational level. In conclusion, considering leadership styles in processes of building an innovative culture is essential for organizations aiming to achieve sustainable competitive advantage. Accordingly, this study provides a conceptual foundation for future empirical research and offers practical insights for managers in aligning leadership approaches with organizational innovativeness.
Keywords: Leadership Styles, Innovative Organizational Culture, Transformational Leadership, Digital Leadership.

LİDERLİK TARZLARININ YENİLİKÇİ ÖRGÜT KÜLTÜRÜ OLUŞTURMADA TEORİK KATKILARI

ÖZET
Bu çalışma, liderlik tarzlarının yenilikçi örgüt kültürü oluşturmada kuramsal katkılarını incelemeyi amaçlamaktadır. Günümüz örgütleri, dijitalleşme, yapay zekâ entegrasyonu ve hızla değişen piyasa koşulları nedeniyle yenilikçi kültürlere ihtiyaç duymaktadır. Bu bağlamda liderlik, yalnızca stratejik yönlendirme değil aynı zamanda örgütsel kültürün şekillendirilmesinde de belirleyici bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Araştırmada yöntem olarak kapsamlı bir literatür taraması benimsenmiş, Web of Science, Scopus ve Google Scholar veri tabanlarında 2015 sonrası yayınlanan çalışmalar incelenmiştir. Analizlerde dönüşümcü, otantik, etik, hizmetkâr ve dijital liderlik gibi liderlik tarzlarının örgütlerde yenilikçi kültürün gelişimine katkı sağladığı; özellikle dönüşümcü ve dijital liderliğin yenilikçi iklimi güçlendirdiği, etik ve hizmetkâr liderliğin ise çalışan katılımı ve güven ortamı üzerinden dolaylı etkiler yarattığı belirlenmiştir. Bulgular, farklı liderlik tarzlarının yenilikçi örgüt kültürü oluşumunda tamamlayıcı roller üstlendiğini göstermektedir. Çalışmanın teorik katkısı, liderlik tarzlarının yalnızca bireysel performans veya motivasyon bağlamında değil, aynı zamanda örgüt düzeyinde yenilikçi kültürün kurumsallaşmasında kritik bir değişken olduğunu ortaya koymasıdır. Sonuç olarak, örgütlerin yenilikçi kültür oluşturma süreçlerinde liderlik tarzlarını dikkate almaları, sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmeleri açısından önem arz etmektedir. Bu bağlamda çalışma, ileride yapılacak ampirik araştırmalara kavramsal bir temel sunmakta ve yöneticilere liderlik tarzlarını örgütsel yenilikçilikle ilişkilendirme konusunda yol göstermektedir.
Keywords: Liderlik tarzları, yenilikçi örgüt kültürü, dönüşümcü liderlik, dijital liderlik, kuramsal katkı.

Giriş

Günümüz örgütleri, yoğun rekabet ortamı, dijitalleşme süreçleri, sürdürülebilirlik baskıları ve çalışan beklentilerindeki dönüşüm nedeniyle stratejik yönetim anlayışlarını yeniden tanımlamak zorunda kalmaktadır. Bu koşullar altında, yenilikçi örgüt kültürü, yalnızca çevresel belirsizliklere uyum sağlamak için değil, aynı zamanda sürdürülebilir rekabet avantajı yaratmak için de kritik bir unsur haline gelmiştir (Shanker vd., 2017; Martín-Rojas vd., 2019). Yenilikçi bir kültür, ürün ve süreç yeniliklerinin ötesinde, çalışanların problem çözme becerilerini, iş birliği kapasitelerini ve kolektif değer yaratma süreçlerini de teşvik etmektedir.

Bu bağlamda, liderlik tarzları yenilikçi örgüt kültürünün inşasında temel belirleyicilerden biri olarak öne çıkmaktadır. Dönüşümcü, etik, otantik ve dijital liderlik yaklaşımları, farklı mekanizmalar aracılığıyla örgütlerde yenilikçi bir iklimin gelişmesine katkı sunmaktadır. Örneğin dönüşümcü liderler vizyoner söylemleri ve ilham verici davranışlarıyla çalışanları yenilik süreçlerine dâhil ederken (Hoch vd., 2018), etik liderler güven ve adalet ortamını tesis ederek örgütsel öğrenmeyi desteklemektedir (Brown & Treviño, 2006). Otantik liderlik, çalışanların örgütsel değerlerle uyumunu ve içsel motivasyonlarını güçlendirirken (Walumbwa vd., 2008), dijital liderlik ise teknolojik adaptasyonun yanı sıra dijital yetkinliklerin kültüre entegre edilmesinde kritik rol oynamaktadır (Zeike vd., 2019).

Bununla birlikte, mevcut literatür bazı teorik boşluklara işaret etmektedir. İlk olarak, çalışmalar çoğunlukla dönüşümcü liderlik ile yenilik arasındaki ilişkiye odaklanmış, diğer liderlik tarzlarının yenilikçi örgüt kültürüne katkıları görece sınırlı biçimde incelenmiştir (Zuraik & Kelly, 2019). İkinci olarak, liderlik tarzları genellikle bireysel yenilikçi davranış ya da performans düzeyinde ele alınmış; örgüt kültürü bağlamında bütüncül kuramsal modeller nadiren geliştirilmiştir. Üçüncü olarak ise, dijitalleşme ve sürdürülebilirlik gibi çağdaş megatrendler ekseninde liderlik tarzlarının yenilikçi örgüt kültürü ile kesişimi yeterince sistematik olarak araştırılmamıştır. Bu eksikliklerden hareketle, bu çalışmanın amacı liderlik tarzlarının yalnızca çalışan motivasyonu ve performansı üzerindeki etkilerini değil, aynı zamanda yenilikçi örgüt kültürünün inşasındaki teorik katkılarını incelemektir. Bu doğrultuda, çalışma hem liderlik teorileri hem de örgüt kültürü literatürü arasındaki etkileşimleri kapsamlı bir şekilde analiz ederek, örgütlerin yenilik kapasitesini artıracak kültürel dönüşüm stratejilerine dair kuramsal bir çerçeve geliştirmeyi hedeflemektedir.

Kuramsal Çerçeve

Yenilikçi örgüt kültürü; risk almayı, denemeyi/öğrenmeyi, açıklığı ve iş birliğini norm hâline getiren, çalışanların yaratıcı katkısını ödüllendiren değer-inanç-pratik örüntüleridir. Son on yıldaki meta-analitik ve kapsamlı derlemeler, örgüt kültürünün performansla ilişkili olduğunu ve liderliğin bu kültürün oluşumunda kurucu bir rol oynadığını göstermektedir. Bu açıdan "kültür–iklim–davranış" zincirinde liderliğin norm belirleyen, anlam çerçevesi kuran ve psikolojik güvenliği şekillendiren işlevleri kritik önemdedir. (Hartnell vd., 2019; Shanker vd., 2017; Hughes vd., 2018).

Kavramsal çerçeve, inovasyonu teşvik etmede liderlik tarzı ile kurum kültürü arasında dinamik bir etkileşim olduğunu ileri sürmektedir. Dönüşümcü liderler, yenilikçi bir kültürü şu şekilde harekete geçirir ve sürdürür:

- Yenilikçi davranış ve tutumları modellemek
- İşbirliğini ve bilgi alışverişini teşvik etmek
- Statükoya meydan okumak ve risk almayı desteklemek
- Çalışanların yaratıcılığını besleyen güçlendirici bir ortam yaratmak (Eisenbeiss vd., 2008; Jung vd., 2003).

Liderlik ve yenilik çıktıları ilişkisine dair alanın en kapsamlı derlemeleri, liderliğin hem yaratıcılık/yenilik üzerindeki doğrudan etkilerini hem de iklim, güven ve yetkilendirme gibi aracılar üzerinden dolaylı etkilerini ayrıntılı biçimde ortaya koymaktadır. Özellikle, farklı liderlik tarzlarının (dönüşümcü, hizmetkâr, otantik, etik, yetkilendirici vb.) yaratıcı/yenilikçi davranışla pozitif ilişkileri; ölçme tasarımlarının ve aracı-değişkenlerin niteliğine duyarlı bir şekilde, tekrarlı biçimde doğrulanmıştır. (Lee vd., 2020; Hughes vd., 2018).

Dönüşümcü liderlik, ortak vizyon, esinlendirme ve entelektüel uyarım yoluyla yenilik yönelimli iklimin kurulmasına katkı verir. Dönüşümcü liderler, örgütsel inovasyonu geliştirmede olumlu bir etkiye sahiptir. Bu dönüşümcü liderler, çalışanları kendi çıkarlarının ötesine taşıyarak, örgütsel vizyonu kararlılıkla takip etme motivasyonuna ulaştırır. Bu etki, liderin entelektüel uyarımı, duygusal çekiciliği ve ilhamı sayesinde elde edilir ve inovasyon hedefleri canlı, ilgi çekici ve hatta somut hale gelir (Gardner vd., 2005). CEO düzeyinde dönüşümcü liderlik, örgütün "keşif/araştırma" ve "sömürü/kullanım" faaliyetleri için elverişli bir yenilik iklimi yaratarak çalışanların yenilikçi davranışlarını destekler; bu süreçlerde iklim aracılık eder. (Zuraik ve Kelly, 2019; Lee ve ark., 2020).

Hizmetkar liderlik, kuruluşları hizmet mükemmelliğine götüren motor olarak yaygın bir şekilde kabul edilmektedir. Hizmetkâr liderlik, çalışan odaklılık, alçakgönüllülük ve gelişimi önceleme ilkeleriyle psikolojik güvenliği ve öğrenme iklimini güçlendirir; bu da özellikle hizmet sektörlerinde yenilikçi hizmet davranışlarını artırır. Son dönem kanıtlar, hizmetkâr liderliğin müşteri yönelimi ve rol tasarımı gibi mekanizmalar üzerinden yenilikçi performansı yükselttiğini, yaş gibi sınır koşullarında etkilerin farklılaştığını göstermektedir. (Eva vd., 2019; Li., 2021).

Etik liderlik, "kişisel eylemler ve kişilerarası ilişkiler yoluyla normatif olarak uygun davranışların sergilenmesi ve bu tür davranışların takipçilere teşvik edilmesi" olarak tanımlanır (Brown vd., 2005). Etik liderlik, adalet, dürüstlük ve örnek olma yoluyla normatif bir çerçeve kurar; güven, psikolojik güvenlik ve etkileşimsel adalet hissi üzerinden yenilikçi davranışı besleyen iklimsel koşulları üretir. Meta-analiz bulguları etik liderliğin çok sayıda olumlu çıktıyla ilişkili olduğunu; yeni çalışmalar ise psikolojik güvenlik ve işe angajman gibi mekanizmalarla çalışanların yenilikçi davranışlarını artırdığını göstermektedir (Bedi vd., 2016; Liu vd., 2023; Javed vd., 2020).

Otantik liderlik, "şeffaf ve etik lider davranışına odaklanan ve destekçilerinin çabalarını kabul ederken etkili ve verimli kararlar almak için gerekli bilgilerin açık bir şekilde paylaşılmasını teşvik eden liderlik tarzı" olarak tanımlanmaktadır (Niu vd., 2018). Otantik liderlik, yüksek öz-farkındalık, değer tutarlılığı ve ilişkisellik ile tanımlanır; bilişsel/duygusal güvenin güçlenmesi aracılığıyla yenilikçi iş davranışını destekler. Son yıllardaki çalışmalar, otantik liderliğin yenilikçi davranış üzerindeki etkisinde bilişsel ve duygusal güvenin kısmi aracılık yaptığını göstermektedir. (Bai vd., 2022).

Paylaşılan liderlik, tüm paydaşların yetkinliklerine ve sorumluluk duygusuna dayalı gönüllü işbirliği ve etkileşim yoluyla içselleştirilen modern bir liderlik yaklaşımı olarak tanımlanır. Paylaşılan liderlikte önemli olan, bireylerin resmi pozisyonları veya rolleri değil, konuya ilişkin bilgi ve yetkinlikleridir (Bakir, 2013). Paylaşılan liderlik, etki ve yönlendirmenin ekip içinde dağıtıldığı yatay liderlik örüntülerini ifade eder. Bu örüntüler, bilgi paylaşımı ve psikolojik güvenlik iklimini güçlendirerek ekip yaratıcılığını artırır; yakın dönem çalışmalarda zincir aracı etkilerle yaratıcı çıktıları yükselttiği gösterilmiştir. (Sun vd., 2023).

Dijital liderlik, "bireylerin, grupların ve/veya kuruluşların tavırlarını, tutumlarını, duygularını, düşüncelerini ve davranışlarını etkilemek için ileri bilgi teknolojisinin aracılık ettiği bir sosyal dönüşüm sürecidir (Avolio vd., 2000). Dijital liderlik, dijital vizyonu kurma, veri/analitik yetenekleri örgütsel süreçlere yerleştirme ve insan-teknoloji etkileşimini yönetme kapasitesiyle, dijital girişimcilik yönelimi ve dijital örgüt kültürü üzerinden keşifçi yeniliği teşvik eder. Son dönem ampirik kanıtlar, dijital liderliğin keşifçi yenilik üzerindeki etkisinde dijital kültür ve dijital girişimcilik yöneliminin aracı; büyük veri analitiği yetkinliklerinin ise güçlendirici rol oynadığını göstermektedir. (Wang vd., 2022; Cortellazzo vd., 2019; Zeike vd., 2019).

Kuramsal olarak bu liderlik tarzları, sosyal öğrenme, sosyal mübadele ve bilgi-işleme perspektifleriyle açıklanabilir: liderler örnek davranışlarla norm sinyali verir, adil ve destekleyici ilişkiler karşılıklılık ve güven üretir, vizyon ve veri-temelli iletişim ortak anlam dünyası ve bilişsel çerçeve sağlar (Hughes vd., 2018; Shanker vd., 2017; Hartnell vd., 2019). Ayrıca, liderlik tarzlarının birbirinden bağımsız değil tamamlayıcı olduğuna ilişkin bulgular da artmaktadır. Meta-analitik karşılaştırmalar; etik, otantik ve hizmetkâr liderliğin dönüşümcü liderliğin ötesinde ek açıklayıcılık sağlayabildiğini; bağlama duyarlı "kombinasyonların" yenilikçi kültür oluşumunda daha etkili olabileceğini göstermektedir. (Hoch vd., 2018; Lee vd., 2020).

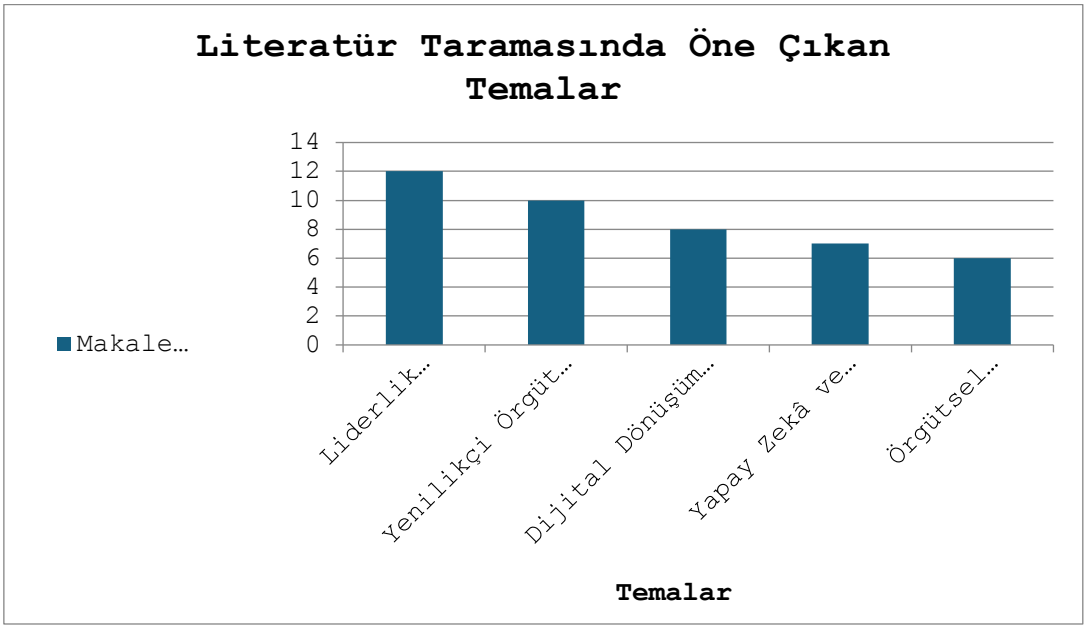
Yöntem

Bu çalışmada literatür taraması yöntemi tercih edilmiş olup, araştırmaya dâhil edilen yayınlar Web of Science ve Scopus veri tabanlarında 2015–2025 yılları arasında yayımlanmış araştırmalardır. Arama kriterleri, "leadership styles", "innovative organizational culture" ve bunların kombinasyonları olarak belirlenmiştir. Bu sayede alanın güncel ve geçerli durumu temsili şekilde analiz edilmiştir. İlk olarak literatürde yer alan geniş kapsamlı sistematik incelemeler ve meta-analizler belirlenmiştir. Örneğin, dönüştürücü liderliğin firma performansı üzerindeki etkisini sistematik olarak inceleyen bir meta-analiz çalışması dikkat çekmiştir (Agazu vd., 2025). Aynı şekilde, dijital liderliğin dijital kültür aracılığıyla yeniliğe katkısına odaklanan sistematik bir literatür incelemesi de bulunmaktadır (López-Figueroa vd., 2025). Taramada elde edilen çalışmalar; (1) liderlik tarzlarının yenilikçi davranışlara etkisi, (2) dijital liderlik ve dijital kültür ilişkisi, (3) liderlik etkileşimlerinin kültürel inovasyona katkısı gibi tematik başlıklar altında gruplanmıştır. Örneğin, çeşitli liderlik tarzlarının yeniliğe etkisini karşılaştıran bir çalışmada demokratik ve dönüşümcü liderliğin olumlu ilişki gösterdiği; otokratik ve görev-odaklı yaklaşımların ise olumsuz sonuçlar doğurabildiği bildirilmiştir (Costa, 2023).

Tüm çalışmalar literatür tarama sürecinin sonucunda incelendi; ancak, örneklem olarak yalnızca İngilizce yayınlar tercih edilmiş ve bu durum kültürel bağlamlarda sınırlılığa yol açabilir. Ayrıca, bazı liderlik tarzları inovasyon bağlamında daha az sayıda çalışmaya konu olmuştur. Analiz aşamasında çalışmalardaki kavramlar, kullanılan yöntemler ve bulgular detaylı biçimde karşılaştırılmıştır. Analizler sonucunda liderlik tarzlarının yenilikçi kültüre etkisi konusunda güçlü ampirik bulgular elde edilmesine karşın; özellikle hizmetkâr liderlik, etik liderlik ve dağıtılmış liderlik alanlarında daha fazla kavramsal ve ampirik incelemeye ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir (Costa, 2023; López-Figueroa vd., 2025). Sistematik literatür taraması yöntemi; liderlik tarzları ile yenilikçi örgüt kültürü arasındaki kuramsal ilişkileri ortaya koymak için sağlam bir temel oluşturmuştur. Elde edilen bulgular, ileriye dönük ampirik araştırmaların hem kavramsal modeller inşa etmesi hem de farklı liderlik tarzlarının kültürel bağlamda etkilerini irdelemeye odaklanması yönünde yol göstermektedir.

Bulgular ve Tartışma

Grafik 1.'de yer alan veriler, literatürde öne çıkan temaların (liderlik tarzları, yenilikçi örgüt kültürü, dijital dönüşüm ve liderlik, yapay zekâ ve yönetim, örgütsel davranış) makale sayılarına göre dağılımını göstermektedir.



Şekil 1. Literatür taramasında öne çıkan temalar

Bu çalışmanın temel bulgusu, farklı liderlik tarzlarının yenilikçi örgüt kültürünü özgün mekanizmalar yoluyla beslediğidir. Son on yılın birikimi, liderliğin yaratıcılık ve inovasyon üzerindeki etkisinin sistematik kanıtlarla desteklendiğini ve etkilerin yalnızca bireysel davranışlarla sınırlı kalmayıp iklim ve kültür süreçleri üzerinden kurumsallaştığını göstermektedir. Özellikle kapsamlı bir meta-analiz ve eleştirel derleme, liderliğin yaratıcılık/innovasyon çıktılarında hatırı sayılır varyansı açıkladığını ortaya koymaktadır.

Tablo 1. Literatür taramasında öne çıkan çalışmalar

Temalar	**Çalışmalar**
Liderlik Tarzları	Coun vd., 2021; Hughes vd., 2018; Jada vd., 2019; Lee vd., 2020; Liu vd., 2019; Qi vd., 2019; Sun vd., 2023; Usman vd., 2022; Wu & Li, 2023; Ye vd., 2019; Zhou & Wu, 2018; Zuraik & Kelly, 2019)
Yenilikçi Örgüt Kültürü	Bayramov, 2022; Bogale, 2024; Cao vd., 2025; Mogaji & Dimingu, 2024; Neumann vd., 2024; Orero-Blat vd., 2024; Park, 2015; Ryu, 2022; Wiese vd., 2024; Zhang, 2023
Dijital Dönüşüm ve Liderlik	AlNuaimi vd., 2022; Cortellazzo vd., 2019; Li, 2020; Ly, 2023; McCarthy vd., 2024; Porfírio vd., 2021; Wang vd., 2022; Zeike vd., 2019
Yapay Zekâ ve Yönetim	Glikson & Woolley, 2020; Jarrahi, 2018; Makarius vd., 2020; Raisch & Krakowski, 2021; Shrestha vd., 2021; von Krogh, 2018; Weber vd., 2023
Örgütsel Davranış	Amabile & Pratt, 2016; Frazier vd., 2017; Hartnell vd., 2019; Newman vd., 2017; Parker vd., 2019; Zhang & Parker, 2019

Tablo 1'de literatür taramasında öne çıkan çalışmalar beş ana tema altında sınıflandırılmıştır: liderlik tarzları, yenilikçi örgüt kültürü, dijital dönüşüm ve liderlik, yapay zekâ ve yönetim ile örgütsel davranış. Bu tematik sınıflama, araştırma alanındaki temel odak noktalarını bütüncül biçimde ortaya koyarken, hem kuramsal hem de ampirik katkıların sistematik biçimde gruplandırılmasına imkân tanımaktadır. Bu çerçevede, dönüşümcü, kapsayıcı ve paylaşılan liderlik gibi çağdaş yaklaşımlar, yenilikçi iklimin oluşumunda kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle dönüşümcü liderlik, vizyon ve ilham yoluyla örgütlerde "keşif–sömürü" dengesini desteklerken, inovasyon iklimi aracılığıyla çalışanların yaratıcı davranışlarını güçlendirmektedir (Zuraik & Kelly, 2019; Hughes vd., 2018). Benzer biçimde, paylaşılan liderlik takım düzeyinde psikolojik güvenlik ve sosyal etkileşimi artırarak kolektif yaratıcılığı desteklemekte, bu etkinin takım dayanıklılığı ve etkileşim kalitesi aracılığıyla pekiştiği bulgulanmaktadır (Sun et al., 2023). Kapsayıcı liderlik ise farklı bakış açılarını meşrulaştırarak ses verme kanallarını açmakta, ancak bu ilişkinin performans baskısı gibi bağlamsal faktörlerle güçlendiği de gösterilmiştir (Ye vd., 2019; Qi vd., 2019). Dolayısıyla liderlik tarzlarının inovatif davranış üzerindeki etkileri, yalnızca bireysel algılara değil, örgütsel bağlamın sınır koşullarına da duyarlıdır.

Öte yandan, etik ve otantik liderlik tarzlarının güven, öz-yeterlik ve işe angajman gibi psikolojik kaynakları harekete geçirerek yenilikçi iş davranışını güçlendirdiği görülmektedir (Zhou & Wu, 2018; Jada vd., 2019). Dijitalleşme bağlamında ise liderlerin dijital yetkinlikleri, stratejik yönelimleri ve örgütsel kültürü şekillendirme kapasiteleri, sürdürülebilir bir inovasyon iklimi için belirleyici olmaktadır (Li, 2020; AlNuaimi vd., 2022). Bu bağlamda, literatür üç ortak mekanizmaya işaret etmektedir: iklim/kültür, sosyal-bilişsel kaynaklar ve stratejik yönelimler. Meta-analitik kanıtlar, örgüt kültürü ile liderlik tarzlarının etkileşim halinde inovatif davranış ve performansı açıkladığını göstermektedir (Lee vd., 2020; Hartnell vd., 2019). Böylece, farklı liderlik tarzlarının bağlamsal ve çok düzeyli modeller çerçevesinde birlikte değerlendirilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, farklı liderlik tarzlarının yenilikçi örgüt kültürünün oluşumuna olan teorik katkıları kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. Bulgular, dönüşümcü, kapsayıcı, hizmetkâr, etik, otantik, paylaşılan ve dijital liderlik yaklaşımlarının, farklı mekanizmalar üzerinden yenilikçi kültürün gelişimini desteklediğini ortaya koymaktadır. Özellikle dönüşümcü ve dijital liderlik, vizyoner yönelim ve dijital yetkinlikler aracılığıyla örgütlerde inovasyon iklimini güçlendirmektedir (Zuraik & Kelly, 2019; Wang vd., 2022). Kapsayıcı ve otantik liderlik ise çalışanların sesini duyurmasına, güven inşasına ve psikolojik güvenliğe dayalı bir iklim oluşturarak yenilikçi davranışların gelişmesine katkı sağlamaktadır (Ye vd., 2019; Bai vd., 2022). Bu bulgular, liderliğin yalnızca bireysel motivasyon ve performansı artıran bir unsur olmadığını, aynı zamanda örgütsel düzeyde kültürel dönüşümün temel yapıtaşı olduğunu göstermektedir. Kültür ve iklim aracılıklarının öne çıktığı bu süreç, örgütlerin stratejik yönelimleri ve çevresel dinamikleriyle etkileşim içinde ortaya çıkmaktadır (Hartnell vd., 2019; Frazier vd., 2017). Ayrıca, paylaşılan liderlik ve hizmetkâr liderlik gibi daha az çalışılmış tarzların da yenilikçi kültür açısından potansiyel katkıları bulunmakta, bu durum gelecekteki araştırmalar için önemli bir boşluğa işaret etmektedir (Sun vd., 2023; Li vd., 2021).

Bu çalışmanın kuramsal katkısı, liderlik tarzlarının yenilikçi örgüt kültürü üzerindeki etkilerini çok düzeyli bir çerçevede ele almasıdır. Mevcut literatür, liderliğin inovasyona etkilerini çoğunlukla bireysel veya takım düzeyinde incelemiştir. Ulaşılan bulgular, liderlik tarzlarının aynı zamanda örgüt kültürünü biçimlendiren ve bu kültür üzerinden inovasyon performansını etkileyen kritik değişkenler olduğunu göstermektedir (Lee vd., 2020; Hughes vd., 2018). Bu nedenle ileride yapılacak teorik çalışmalarda, liderlik–kültür–inovasyon ilişkisi sistem yaklaşımıyla ele alınmalı ve farklı liderlik tarzlarının birbirleriyle etkileşimleri test edilmelidir. Uygulama açısından, örgütlerin liderlik gelişim programlarında yalnızca teknik becerilere değil, aynı zamanda psikolojik güvenlik, çalışan katılımı, dijital yetkinlikler ve etik değerler gibi kültürel yapıtaşlarını geliştirecek liderlik pratiklerine öncelik vermesi önerilmektedir. Örneğin dijital dönüşüm süreçlerinde, dijital liderlik ile dönüşümcü liderlik özelliklerinin birleşmesi, çalışanların yenilikçi davranışlarını artırmakta ve örgütün çevik adaptasyon kapasitesini güçlendirmektedir (Zeike vd., 2019; AlNuaimi vd., 2022).

Politika yapıcılar açısından, özellikle kamu kurumlarında inovasyonun teşviki için liderlik tarzlarının örgüt kültürüyle bütünleşmesine yönelik rehberler hazırlanmalıdır. Kapsayıcı liderlik pratiklerinin teşvik edilmesi, çalışanların katılımını artırarak yenilikçi hizmet sunumunun önünü açabilir (Ryu, 2022). Üniversiteler ve araştırma kurumları ise liderlik ve yenilik ilişkisini disiplinler arası araştırmalarla daha da derinleştirmelidir. Son olarak, bu çalışmanın sınırlılıkları arasında yalnızca İngilizce literatüre odaklanılması yer almaktadır. Gelecek araştırmalarda farklı kültürel bağlamlarda, özellikle gelişmekte olan ülkelerde liderlik tarzlarının inovatif kültür üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak incelenebilir. Ayrıca, yapay zekâ ve dijital teknolojilerin liderlik tarzlarını nasıl dönüştürdüğü ve bunun örgüt kültürüne yansımaları da önümüzdeki dönemde önemli bir araştırma alanı olacaktır.

Teşekkür ve Bilgi

Bu çalışma kamuya açık akademik kaynaklar kullanılarak bağımsız olarak yürütülmüştür ve herhangi bir çıkar çatışması veya dış fon desteği olmadığını beyan etmektedir.

KAYNAKLAR

AlNuaimi, B. K., Singh, S. K., Ren, S., Budhwar, P., & Vorobyev, D. (2022). Mastering digital transformation: The nexus between leadership, agility, and digital strategy. *Journal of Business Research*, *145*, 636-648. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.03.038

Avolio, B. J., Kahai, S., & Dodge, G. E. (2000). E-leadership: Implications for theory, research, and practice. *The leadership quarterly*, *11*(4), 615-668. https://doi.org/10.1016/S1048-9843(00)00062-X

Bai, Y., Wang, Z., Alam, M., Gul, F., & Wang, Y. (2022). The impact of authentic leadership on innovative work behavior: Mediating roles of proactive personality and employee engagement. *Frontiers in Psychology*, *13*, 879176. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.879176

Bakır, A. A. (2013). Öğretmenlerin paylaşılan liderlik ve örgütsel bağlılık algıları arasındaki ilişkinin analizi.

Bedi, A., Alpaslan, C. M., & Green, S. (2016). A meta-analytic review of ethical leadership outcomes and moderators. *Journal of Business Ethics*, *139*(3), 517-536.

Bedi, A., Alpaslan, C. M., & Green, S. (2016). A meta-analytic review of ethical leadership outcomes and moderators. Journal of Business Ethics, 139(3), 517-536. https://doi.org/10.1007/s10551-015-2625-1

Brown, M. E., & Treviño, L. K. (2006). Ethical leadership: A review and future directions. *The leadership quarterly*, *17*(6), 595-616. https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2006.10.004

Brown, M. E., Treviño, L. K., & Harrison, D. A. (2005). Ethical leadership: A social learning perspective for construct development and testing. *Organizational behavior and human decision processes*, *97*(2), 117-134. https://doi.org/10.1016/j.obhdp.2005.03.002

Cortellazzo, L., Bruni, E., & Zampieri, R. (2019). The role of leadership in a digitalized world: A review. *Frontiers in psychology*, *10*, 1938. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01938

Eva, N., Robin, M., Sendjaya, S., Van Dierendonck, D., & Liden, R. C. (2019). Servant leadership: A systematic review and call for future research. *The leadership quarterly*, *30*(1), 111-132. https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2018.07.004

Frazier, M. L., Fainshmidt, S., Klinger, R. L., Pezeshkan, A., & Vracheva, V. (2017). Psychological safety: A meta-analytic review and extension. *Personnel psychology*, *70*(1), 113-165. https://doi.org/10.1111/peps.12183

Gardner, W. L., Avolio, B. J., Luthans, F., May, D. R., & Walumbwa, F. (2005). "Can you see the real me?" A self-based model of authentic leader and follower development. *The leadership quarterly*, *16*(3), 343-372. https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2005.03.003

Hartnell, C. A., Ou, A. Y., Kinicki, A. J., Choi, D., & Karam, E. P. (2019). A meta-analytic test of organizational culture's association with elements of an organization's system and its relative predictive validity on organizational outcomes. *Journal of applied psychology*, *104*(6), 832. https://doi.org/10.1037/apl0000380

Hoch, J. E., Bommer, W. H., Dulebohn, J. H., & Wu, D. (2018). Do ethical, authentic, and servant leadership explain variance above and beyond transformational leadership? A meta-analysis. *Journal of management*, *44*(2), 501-529. https://doi.org/10.1177/0149206316665461

Hughes, D. J., Lee, A., Tian, A. W., Newman, A., & Legood, A. (2018). Leadership, creativity, and innovation: A critical review and practical recommendations. *The Leadership Quarterly, 29*(5), 549–569. https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2018.03.001

Jarrahi, M. H. (2018). Artificial intelligence and the future of work: Human–AI symbiosis in organizational decision making. *Business Horizons, 61*(4), 577–586. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.03.007

Javed, B., Khan, A. K., Arjoon, S., Mashkoor, M., & Haque, A. U. (2020). Openness to experience, ethical leadership, and innovative work behavior. *The Journal of creative behavior*, *54*(1), 211-223. https://doi.org/10.1002/jocb.360

Lee, A., Legood, A., Hughes, D., Tian, A. W., Newman, A., & Knight, C. (2020). Leadership, creativity and innovation: A meta-analytic review. *European Journal of Work and Organizational Psychology, 29*(1), 1–35. https://doi.org/10.1080/1359432X.2019.1661837

Li, F., Liu, B., Lin, W., Wei, X., & Xu, Z. (2021). How and when servant leadership promotes service innovation: A moderated mediation model. *Tourism Management*, *86*, 104358. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2021.104358

Liu, X., Huang, Y., Kim, J., & Na, S. (2023). How ethical leadership cultivates innovative work behaviors in employees? Psychological safety, work engagement and openness to experience. *Sustainability*, *15*(4), 3452. https://doi.org/10.3390/su15043452

Liu, X., Huang, Y., Kim, J., & Na, S. (2023). How ethical leadership cultivates innovative work behaviors in employees? Psychological safety, work engagement and openness to experience. *Sustainability*, *15*(4), 3452. https://doi.org/10.3390/su15043452

Martin-Rojas, R., Garrido-Moreno, A., & Garcia-Morales, V. J. (2020). Fostering Corporate Entrepreneurship with the use of social media tools. *Journal of Business Research*, *112*, 396-412. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.11.072

Niu, W., Yuan, Q., Qian, S., & Liu, Z. (2018). Authentic leadership and employee job behaviors: The mediating role of relational and organizational identification and the moderating role of LMX. *Current Psychology*, *37*(4), 982-994. https://doi.org/10.1007/s12144-018-9937-0

Raisch, S., & Krakowski, S. (2021). Artificial intelligence and management: The automation–augmentation paradox. *Academy of Management Review, 46*(1), 192–210. https://doi.org/10.5465/amr.2018.0072

Ryu, G. (2022). Why organizational culture matters for public sector innovation performance. *Journal of Chinese Governance, 7*(2), 210–230. https://doi.org/10.1080/23812346.2022.2044106

Shanker, R., Bhanugopan, R., Van der Heijden, B. I., & Farrell, M. (2017). Organizational climate for innovation and organizational performance: The mediating effect of innovative work behavior. *Journal of vocational behavior*, *100*, 67-77. https://doi.org/10.1016/j.jvb.2017.02.004

Sun, M., He, K., & Wen, T. (2023). The impact of shared leadership on team creativity in innovation teams-a chain mediating effect model. *Sustainability*, *15*(2), 1212. https://doi.org/10.3390/su15021212

Walumbwa, F. O., Avolio, B. J., Gardner, W. L., Wernsing, T. S., & Peterson, S. J. (2008). Authentic leadership: Development and validation of a theory-based measure. *Journal of management*, *34*(1), 89-126. https://doi.org/10.1177/0149206307308913

Wang, T., Lin, X., & Sheng, F. (2022). Digital leadership and exploratory innovation: From the dual perspectives of strategic orientation and organizational culture. *Frontiers in Psychology*, *13*, 902693. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.902693

Zeike, S., Bradbury, K., Lindert, L., & Pfaff, H. (2019). Digital leadership skills and associations with psychological well-being. *International journal of environmental research and public health*, *16*(14), 2628. https://doi.org/10.3390/ijerph16142628

Zeike, S., Bradbury, K., Lindert, L., & Pfaff, H. (2019). Digital leadership skills and associations with psychological well-being. *International journal of environmental research and public health*, *16*(14), 2628. https://doi.org/10.3390/ijerph16142628

Zuraik, A., & Kelly, L. (2019). The role of CEO transformational leadership and innovation climate in exploration and exploitation. *European journal of innovation management*, *22*(1), 84-104. https://doi.org/10.1108/EJIM-10-2017-0142

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

FROM DIGITAL LEADERSHIP TO AI-SUPPORTED LEADERSHIP: IN SEARCH OF A NEW PARADIGM IN MANAGEMENT AND ORGANIZATION LITERATURE

Lec. Dr. Emirhan YETİŞ
Fırat University, Kovancılar Vocational School, Elazığ, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-9507-8358

ABSTRACT
The process of digital transformation has led to profound shifts in the leadership literature, with the concept of digital leadership gaining significant prominence in academic discourse over the past decade. However, the rapid advancement of artificial intelligence (AI) technologies has reshaped leadership processes not only through digital tools but also via AI-supported decision-making mechanisms. This study aims to conceptually examine the emerging and still limitedly addressed notion of "AI-supported leadership" within the literature. The research first traces the historical development of digital leadership studies, and subsequently evaluates the theoretical integration of AI into leadership roles. Methodologically, a comprehensive literature review was conducted, focusing on articles published after 2015 in the Web of Science and Scopus databases. The findings reveal substantial paradigm differences between digital leadership and AI-based leadership. In particular, AI-supported leadership stands out in terms of strategic decision-making, data-driven vision development, and ethical dimensions of interaction with employees. In this regard, the study proposes a new research agenda in the field of management and organization and provides a theoretical foundation for future empirical inquiries. Ultimately, AI-supported leadership should be considered not merely as a technological adaptation but as a key driver of strategic transformation within organizations.
Keywords: Digital Leadership, AI-Supported Leadership, Management and Organization, Digital Transformation, Decision Support Systems.

DİJİTAL LİDERLİKTEN YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ LİDERLİĞE: YÖNETİM VE ORGANİZASYON LİTERATÜRÜNDE YENİ BİR PARADİGMA ARAYIŞI

ÖZET
Dijital dönüşüm süreci, liderlik literatüründe köklü değişimlere yol açmış ve özellikle dijital liderlik kavramı son on yılda akademik yazında önemli bir yer edinmiştir. Ancak yapay zekâ teknolojilerinin hızla gelişmesi, liderlik süreçlerinin yalnızca dijital araçlarla değil, aynı zamanda yapay zekâ destekli karar verme mekanizmaları ile yeniden şekillenmesine neden olmaktadır. Bu çalışma, literatürde henüz sınırlı biçimde ele alınan "yapay zekâ destekli liderlik" yaklaşımını kavramsal bir çerçevede tartışmayı amaçlamaktadır. Araştırmada, öncelikle dijital liderlik yazınının tarihsel gelişimi incelenmekte, ardından yapay zekânın liderlik rollerine entegrasyonu teorik olarak değerlendirilmektedir. Yöntem olarak kapsamlı bir literatür taraması benimsenmiş, Web of Science ve Scopus veri tabanlarında 2015 sonrası yayınlanan makaleler incelenmiştir. Bulgular, dijital liderlik ile yapay zekâ tabanlı liderlik arasında önemli paradigma farklılıkları bulunduğunu göstermektedir. Özellikle yapay zekâ destekli liderlik, stratejik karar alma, veri temelli vizyon geliştirme ve çalışanlarla etkileşimde etik boyutlarıyla öne çıkmaktadır. Bu bağlamda çalışma, yönetim ve organizasyon alanında yeni bir araştırma gündemi önermekte ve gelecekte yapılacak ampirik çalışmalara kuramsal bir temel sunmaktadır. Sonuç olarak yapay zekâ destekli liderlik, yalnızca teknolojik bir adaptasyon değil, aynı zamanda organizasyonlarda stratejik dönüşümün anahtarı olarak değerlendirilmelidir.
Keywords: Dijital Liderlik, Yapay Zekâ Destekli Liderlik, Yönetim ve Organizasyon, Dijital Dönüşüm, Karar Destek Sistemleri.

Giriş

Dijital dönüşümün hızlanması, sektörler genelinde kuruluşları derinden etkilemiş, sadece iş süreçlerini değil, liderlik uygulamalarını da yeniden şekillendirmiştir. Bu bağlamda, dijital liderlik, yönetim ve organizasyon çalışmalarında önemli bir paradigma olarak ortaya çıkmış ve liderlerin dijital teknolojileri entegre etme, inovasyonu teşvik etme ve rekabet avantajı yaratma becerilerini vurgulamıştır (El Sawy vd., 2016). Hiyerarşik kontrol ve otoriteyi vurgulayan geleneksel liderlik yaklaşımlarının aksine, dijital liderlik uyarlanabilirliği, çevikliği ve dijital kaynakların koordinasyonunu vurgulamaktadır (Larjovuori vd., 2018). Son on yılda, giderek artan sayıda literatür, çalkantılı ortamlarda yol almak, örgütsel öğrenmeyi mümkün kılmak ve çalışanlar arasında dijital zihniyetleri teşvik etmek için dijital liderliğin önemini vurgulamıştır (Kane vd., 2015). Bu gelişmelere rağmen, yapay zekâ (AI) teknolojilerinin yükselişi, liderlik çalışmalarına yeni bir karmaşıklık katmanı getirmiştir. yapay zekâ, teknik destek aracı olarak başlangıçtaki rolünün ötesine geçerek, artık karar alma süreçlerine, strateji oluşturmaya ve çalışan yönetimine giderek daha fazla entegre olmaktadır (McAfee & Brynjolfsson, 2017).). Son zamanlarda yapılan araştırmalar, yapay zekânın benimsenmesinde bir paradoks olduğunu ortaya koymaktadır: AI verimliliği artırıp liderlerin bilişsel yeteneklerini geliştirirken, aynı zamanda etik karar verme, şeffaflık ve insan-makine işbirliği ile ilgili zorlukları da artırmaktadır (Raisch & Krakowski, 2021). Bu gelişmeler, yapay zekâ çağında liderliğin mevcut dijital liderlik çerçeveleriyle tam olarak kavranamayacağını ve yeni kavramsal bakış açılarının ortaya çıkmasının gerekli olduğunu göstermektedir.

Liderlik çalışmalarında yapay zeka ile ilgili sınırlı ancak giderek artan literatür, yapay zekâ destekli sistemlerin yönetimsel biliş ve örgütsel dinamikleri şekillendirmede merkezi bir rol oynadığını göstermektedir (Von Krogh, 2018). Makine öğrenimi sistemlerinin otorite, karar rasyonalitesi ve iletişim akışlarını nasıl etkilediğini açıklamak için "algoritmik liderlik" ve "yapay zekâ odaklı liderlik" gibi kavramlar ortaya atılmıştır (Shrestha vd., 2019). Ancak, bu terimler genellikle parçalı kalmakta ve ana akım yönetim ve organizasyon teorilerine sistematik olarak entegre edilememektedir. Kavramsal netliğin eksikliği, önemli bir araştırma boşluğu yaratmaktadır: dijital liderlik kapsamlı bir şekilde teorileştirilmiş olsa da, yapay zekâ destekli liderlik hala yeni ortaya çıkan, yeterince gelişmemiş bir paradigmadır. Ayrıca, yapay zekâ destekli liderliğin etkileri teknolojik uygulamanın ötesine uzanmaktadır. Stratejik karar verme, veriye dayalı bir organizasyonel vizyonun geliştirilmesi ve çalışan etkileşimlerinin etik yönetimi, yapay zekâ destekli liderliğin dijital liderlikten temel olarak ayrıldığı boyutlardır. Liderler, algoritmik karar vermede hesap verebilirlik konularını ele almalı, adalet ve önyargı endişelerini gidermeli ve insanlar ile makineler arasındaki güveni korumalıdır (Dwivedi vd., 2021). Bu zorluklar, liderliği yalnızca dijital akıcılık meselesi olarak değil, daha geniş organizasyonel ekosistemlere gömülü bir sosyo-teknik yetenek olarak yeniden kavramlaştırma ihtiyacını vurgulamaktadır.

Bu bağlamda, bu çalışma, yönetim ve organizasyon literatüründe yeni bir paradigma kavramlaştırmak amacıyla, dijital liderlikten yapay zeka destekli liderliğe geçiş sürecini izlemeyi amaçlamaktadır. Web of Science ve Scopus gibi önde gelen veritabanlarında 2015 yılından bu yana yayınlanan akademik çalışmaları kapsamlı bir şekilde inceleyen bu araştırma, yapay zekanın liderlik süreçlerini nasıl dönüştürdüğünü eleştirel bir bakış açısıyla incelemekte ve dijital liderlik ile yapay zeka destekli liderlik arasındaki paradigma farklılıklarını ortaya koymaktadır. Çalışma, yapay zeka destekli liderlik için teorik bir temel sağlayarak ve gelecekteki ampirik araştırmalar için zemin hazırlayan kavramsal bir sentez sunarak bu alana katkı sağlamaktadır. Böylelikle, yapay zekâ çağında liderliği yeniden düşünme çağrılarına yanıt vermekte ve yapay zekâ destekli liderliği organizasyonel dönüşümün stratejik itici gücü olarak konumlandırmaktadır.

Yöntem

Bu çalışma, kavramsal bir inceleme olup, yöntem olarak kapsamlı bir literatür taramasına dayanmaktadır. Literatür taraması, yönetim ve organizasyon alanında dijital liderlik ve yapay zekâ destekli liderlik kavramlarının gelişimini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda, uluslararası alanda güvenilir veri tabanları olan Web of Science (WoS) ve Scopus üzerinde sistematik bir tarama gerçekleştirilmiştir.

Zaman aralığı, dönüşüm sonrası dijital liderlik araştırmaları dalgasını ve yapay zeka ile ilgili liderlik kavramlarının ortaya çıkışını yakalamak için 2015-2024 (dahil) olarak belirlenmiştir. Yalnızca hakemli dergi makaleleri dikkate alınmıştır; konferans bildirileri, editör yazıları, kitaplar, kitap bölümleri, uygulayıcı dergileri ve tezler hariç tutulmuştur.
Tarama sürecinde aşağıdaki anahtar kelimeler Boolean operatörleri (AND, OR) ile birleştirilerek literatürde kapsamlı bir sorgulama gerçekleştirilmiştir:

- ("digital leadership" OR "e-leadership" OR "technology-enabled leadership") AND (management OR organization*)
- ("artificial intelligence" OR AI OR "machine learning" OR algorithmic*) AND (leadership OR "top management" OR "manager* decision*")
- ("AI-supported leadership" OR "AI-augmented leadership" OR "AI-driven leadership" OR "algorithmic leadership" OR "algorithmic management")

Tarama sonucunda ilk aşamada 312 yayın belirlenmiştir. Başlık, özet ve anahtar kelimeler üzerinden yapılan ön eleme ile doğrudan konuyla ilişkili olmayan çalışmalar çıkarılmıştır. İkinci aşamada, metodolojik uygunluk ve konu ilgisi dikkate alınarak 47 makale detaylı incelemeye alınmıştır.

Şekil 1. Çalışmanın Literatür Taraması Akış Diyagramı

Şekil 1'de, çalışmada kullanılan sistematik derleme yöntemine ilişkin makale seçim süreci dört aşamada özetlenmektedir. İlk aşamada, WoS ve Scopus veri tabanlarında belirlenen anahtar kelimeler aracılığıyla toplam 312 makale taranmıştır. İkinci aşamada, başlık ve özet incelemesi sonucunda konu ile doğrudan ilişkili olmayan 188 makale elenmiş ve 124 çalışma değerlendirmeye alınmıştır. Üçüncü aşamada, yönetim ve organizasyon alanıyla doğrudan bağlantılı olan 68 makale uygunluk kriterlerini karşılamıştır. Son aşamada ise içerik analizi için metodolojik açıdan derinlemesine incelenmeye değer 47 makale nihai incelemeye dâhil edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Tarama sonucunda ortaya çıkan 47 çalışmanın sistematik incelemesi, dijital ve yapay zekâ destekli liderlik araştırmalarının gelişimini yansıtan altı tematik küme ortaya çıkarmıştır.

Tablo 1. Çalışmada İncelenen Temalar ve Kaynaklar

Temalar	Kaynaklar
Tema A: (E-)Liderlik ve Dijital Liderliğin Temelleri	Avolio vd., (2015); Kahai & Avolio (2021); Cortellazzo vd., (2019); Prasad vd., (2020); Larjovuori vd., (2018); Kane vd., (2020); Kane vd., (2018); Kane (2019); Sinar vd., (2018).
Tema B: Dijital Dönüşüm ve Stratejik/Dinamik Yetenekler	Vial (2021); Hanelt vd., (2021); Verhoef vd., (2021); Warner & Wäger (2019); Wang vd., (2016); Gregor & Klein (2018); Kahre vd., (2017); Leclercq-Vandelannoitte & Isaac (2015); Hinings vd., (2018); Margherita & Braccini (2022); Sebastian vd., (2017); Hansen & Sia (2015); Du vd., (2019); Kane vd., (2019); Li vd., (2021).
Tema C: Liderlikte Yapay Zeka / Algoritmik Karar Verme ve Yönetişim	Leung & Sy (2018); Sun & Medaglia (2019); Ribeiro vd., (2021); Abubakre vd., (2021).

Tema D: KOBİ'ler, Girişimcilik, Açık İnovasyon ve Platformlar	North vd., (2019); Li vd., (2021); Steininger (2019); Bogers vd., (2018); Trabucchi & Buganza (2019); Jonathan & Kuika Watat (2020); Ivančić vd., (2019); Bican & Brem (2020); George vd., (2021).
Tema E: Liderlik Sonuçları: İnovasyon, Kültür, Çeviklik ve Performans	Gong vd., (2021); Preko vd., (2021); Susanti & Hartono (2021); Susanti vd., (2022); Susanti vd., (2022); Zeike vd., (2019); Sousa & Rocha (2019).
Tema F: Bağlamsal Şoklar ve Sektörel Dönüşüm	George vd., (2020); Iivari vd., (2020); Taroun vd., (2021).

İlk küme (Tema A), dijital bağlamlarda liderliği anlamak için temel oluşturan kavramsal ve inceleme odaklı çalışmalardan oluşmaktadır. E-liderlik üzerine yapılan ilk katkılar (Avolio vd., 2014; Kahai & Avolio, 2021), dijital medyanın etki ve iletişim kanallarını nasıl yeniden şekillendirdiğini vurgulamıştır. Daha sonraki incelemeler (Cortellazzo vd., 2019; Prasad vd., 2020) dijital liderliğin ortaya çıkan tanımlarını, yetkinliklerini ve sınır koşullarını sentezlemiştir. Bu kümedeki çalışmalar, geleneksel liderlikten dijital aracılı modellere geçişi toplu olarak vurgulamakta ve başarı için çeviklik, vizyon ve insan merkezli stratejilerin gerekli olduğunu vurgulamaktadır (Larjovuori vd., 2018; Kane vd., 2018; Kane vd., 2020).

İkinci çalışma grubu (Tema B), dijital liderliği örgütsel dönüşüm ve yetenek geliştirme ile ilişkilendirir. Temel incelemeler (Vial, 2021; Hanelt vd., 2021; Verhoef vd., 2021), dijital dönüşümü hem teknolojik hem de sosyo-örgütsel bir fenomen olarak vurgular. Ampirik ve kavramsal çalışmalar, liderlerin sürekli yenilenmeyi yönlendirmek için dinamik yetenekleri nasıl harekete geçirdiklerini göstermektedir (Warner & Wäger, 2019; Wang vd., 2016). Yönetişim ve kurumsal değişim üzerine yapılan tamamlayıcı araştırmalar (Leclercq-Vandelannoitte & Isaac, 2015; Hinings vd., 2018), dijital dönüşüm sürdürmek için gerekli olan yapısal ve kültürel değişimleri inceleyerek bu perspektifi genişletmektedir. Vaka temelli araştırmalar (Sebastian vd., 2017; Hansen & Sia, 2015), köklü firmaların stratejik çeviklik elde etmek için eski kısıtlamaları nasıl aştıklarını daha ayrıntılı olarak göstermektedir.

Üçüncü çalışma grubu (Tema C), liderlik süreçlerine yapay zekanın dahil edilmesini incelemektedir. Kavramsal katkılar, yapay zekânın liderlerin bilişsel ve karar verme kapasitelerini artırırken geleneksel otorite yapılarını da sorguladığını savunmaktadır (Leung & Sy, 2018). Kamu sektörü bağlamındaki vaka çalışmaları, yapay zekânın benimsenmesinin hem fırsatlarını hem de yönetişim zorluklarını ortaya koymaktadır (Sun & Medaglia, 2019) . Daha geniş kapsamlı tartışmalar, veri yoğun ortamlarda gizlilik, şeffaflık ve etik ile ilgili riskleri vurgulamaktadır (Ribeiro-Navarrete vd., 2021). Son olarak, dağıtılmış perspektifler, dijital ve yapay zeka destekli sistemlerin kuruluşlarda işbirliğine dayalı liderlik uygulamalarını nasıl şekillendirdiğini göstermektedir (Abubakre vd., 2021). Toplu olarak, bu küme dijital liderlikten, yapay zekâ destekli farklı bir liderlik paradigmasına geçişi vurgulamaktadır.

Bir diğer çalışma grubunda (Tema D) ise çalışmaların önemli bir kısmı, dijital liderliği girişimcilik ve KOBİ bağlamında ele almaktadır. Araştırmalar, KOBİ liderlerinin büyüme ve dayanıklılığı artırmak için dijital yeteneklerden nasıl yararlandığını göstermektedir (North vd., 2019; Li vd., 2021). Dijital girişimcilik (Steininger, 2019) ve açık inovasyon (Bogers vd., 2018) ile ilgili incelemeler, liderlik, inovasyon ekosistemleri ve dijital platformlar arasındaki etkileşimi haritalandırarak bu konuyu daha da genişletmektedir (Trabucchi & Buganza, 2019). Afrika'dan ve diğer bölgelerden elde edilen vaka temelli kanıtlar, kaynak ve kurumsal kısıtlamalar altında dijital liderliğin nasıl ortaya çıktığına dair bağlamsal içgörüler sağlar (Jonathan & Kuika Watat, 2020; Ivančić vd., 2019).

Beşinci çalışma grubunda (Tema E) birkaç ampirik çalışma, dijital liderliği organizasyonel sonuçlarla açıkça ilişkilendirmektedir. Bulgular, dijital liderliğin dijital kültür aracılığıyla yaratıcılığı teşvik ettiğini (Gong vd., 2021), KOBİ'lerde performansı artırdığını (Preko vd., 2021) ve dinamik yetenekler aracılığıyla çevikliği artırdığını (Susanti & Hartono, 2021) göstermektedir. Diğer çalışmalar, dijital liderlik ile yenilikçi davranış (Susanti vd., 2022), firma performansı (Susanti vd., 2022) ve sağlık hizmetlerinde yönetimsel yetkinlikler (Zeike vd., 2019) arasındaki bağlantıları doğrulamaktadır. Deneysel kanıtlar da liderlik gelişiminde dijital araçların ve öğrenme ortamlarının değerine işaret etmektedir (Sousa & Rocha, 2019).

Son çslışma grubunda (Tema F) ise bir dizi çalışma, COVID-19 salgını gibi olağanüstü şokların dijital liderlik uygulamalarını nasıl hızlandırdığını vurgulamaktadır. Bulgular ve vaka analizleri, örgütsel ve eğitimsel bağlamlarda hızlı adaptasyonu doğrulamaktadır (George vd., 2020; Iivari vd., 2020). Proje düzeyindeki kanıtlar, liderliğin son derece belirsiz ortamlarda dijital dönüşümü nasıl yönlendirdiğini göstermektedir (Taroun vd., 2021). Bu küme, dijital ve yapay zekâ destekli liderliğin önemini artıran bağlamsal olasılıkları göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler

Bu inceleme, liderlik literatürünün bir dönüşüm geçirdiğini ortaya koymuştur. 47 çalışmanın sentezi, dijital liderlik kavramının son on yılda olgunlaştığını ve yetkinlikler, kültürel kolaylaştırıcılar ve performans sonuçları hakkında içgörüler sağladığını ortaya koymaktadır (Cortellazzo vd., 2019; Prasad vd., 2020; Gong vd., 2021) olgunlaşmış olsa da, yapay zekanın liderlik süreçlerine entegrasyonu henüz başlangıç aşamasındadır. Leung ve Sy (2018) gibi erken dönem katkıları, yapay zekânın karar verme yetkisini yeniden şekillendirdiğini ve liderlerin bilişsel sınırlarını genişlettiğini öne sürmektedir, ancak sistematik ampirik kanıtların hala yeterli düzeyde olmadı söylenebilir. Bu dengesizlik, kavramsal ve pratik olarak dijital liderlikten farklı olan yapay zekâ destekli liderlik kavramı etrafında liderlik araştırmalarının yeniden konumlandırılması gerektiğini vurgulamaktadır.

Dijital liderler değişime odaklıdır ve yeni çalışma modeline uyum sağlayabilirler (Benitez vd., 2022). Ayrıca, dijital liderlik, görevleri ve projeleri insanlar ve dijital teknolojiler arasında etkili bir şekilde dağıtabilir. Dijital liderlik, e-liderlikten türemiş olsa da, sadece teknoloji kullanımının ötesine geçer ve bir zihniyet ve davranış modelini temsil eder (Claassen vd., 2023). Ayrıca, dijital liderler sadece elektronik araçların kullanımını değil, karar vermeyi desteklemek için veri analitiği kullanmak gibi yeni ortaya çıkan dijital teknolojilerin anlaşılmasını ve uygulanmasını da içerir (Palmucci vd., 2025). Özetle, e-liderlik günlük yönetim ve iletişim için elektronik araçların kullanımına daha fazla odaklanırken, dijital liderlik stratejik organizasyonel dönüşüm ve inovasyonu teşvik etmek için dijital teknolojilerden yararlanmaya daha fazla önem verir.

Araştırmalar, dijital liderliğin çalışanların inovasyonunu (Erhan vd., 2022), iş performansını (Chatterjee vd., 2023) ve bilgi paylaşımını (Fatima ve Masood, 2023) artırabileceğini göstermiştir. Temalar genelinde elde edilen ampirik bulgular, dijital liderliğin yaratıcılık, inovasyon ve organizasyonel performansa olumlu katkı sağladığını göstermektedir (Preko vd., 2021; Susanti vd., 2022). Ancak, incelenen çalışmalar, bu tür sonuçların dijital kültür (Gong vd., 2021) ve örgütsel çeviklik (Susanti ve Hartono, 2021). Yapay zekâ destekli liderliğe doğru ilerlerken, bu mekanizmaların gelişmesi muhtemeldir ve liderlerin sadece dijital kültürü teşvik etmekle kalmayıp, algoritmik sistemlere güven oluşturmaları ve yapay zekâ destekli karar verme süreçlerinde adalet, şeffaflık ve hesap verebilirliği sağlamaları gerekecektir.

Bu analize dayanarak, yapay zekâ destekli liderlik alanında üç temel yönelim öne çıkmaktadır. İlk olarak, yönetim, bilgi sistemleri ve yapay zekâ etiği alanlarının entegrasyonu aracılığıyla sağlam teorik modeller geliştirilmelidir; otomasyon-artırma paradoksuna ilişkin çalışmalar liderlerin insan yargısı ile makine zekâsını dengeleme biçimlerini kavramsallaştırmada önemli bir zemin sunmaktadır (Raisch & Krakowski, 2021). İkinci olarak, çok düzeyli ve sektörler arası ampirik araştırmalar, yapay zekânın hem kamu (Sun & Medaglia, 2019) hem de özel (Abubakre vd., 2021) kuruluşlardaki liderlik davranışlarına etkilerini ortaya koymalıdır. Üçüncü olarak, çalışan güveni, veri gizliliği ve algoritmik önyargı gibi konulara odaklanarak etik ve sosyal sonuçlar daha kapsamlı biçimde incelenmelidir. Bu bağlamda, liderlerin yapay zekâyı yalnızca verimlilik aracı olarak değil, stratejik karar alma ve kurumsal yönetişimi dönüştüren bir unsur olarak görmeleri kritik önemdedir. Dolayısıyla, eğitim programları yöneticilere dijital okuryazarlık, etik muhakeme ve insan–yapay zekâ işbirliği konularında yetkinlik kazandırmalı; politika yapıcılar ise sorumlu yapay zekâ kullanımını destekleyen çerçeveler geliştirmelidir. Özetle, yapay zekâ destekli liderlik teknolojik bir uyumdan öte, yönetim ve organizasyon alanında paradigmatik bir değişimi temsil etmektedir.

Teşekkür ve Bilgi

Bu çalışma kamuya açık akademik kaynaklar kullanılarak bağımsız olarak yürütülmüştür ve herhangi bir çıkar çatışması veya dış fon desteği olmadığını beyan etmektedir.

KAYNAKÇA

Avolio, B. J., Sosik, J. J., Kahai, S. S., & Baker, B. (2014). *E-leadership: Re-examining transformations in leadership source and transmission. The Leadership Quarterly, 25*(1), 105-131. https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2013.10.001

Benitez, J., Arenas, A., Castillo, A., & Esteves, J. (2022). Impact of digital leadership capability on innovation performance: The role of platform digitization capability. *Information & Management*, *59*(2), 103590. https://doi.org/10.1016/j.im.2022.103590.

Bogers, M., Chesbrough, H., & Moedas, C. (2018). Open innovation: Research, practices, and policies. *California management review*, *60*(2), 5-16. https://doi.org/10.1177/0008125617745086

Brunner, T. J., Schuster, T., & Lehmann, C. (2023). Leadership's long arm: The positive influence of digital leadership on managing technology-driven change over a strengthened service innovation capacity. *Frontiers in Psychology*, *14*, 988808. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.988808

Claassen, K., Rodil Dos Anjos, D., Kettschau, J. P., Wrede, S. J. S., & Broding, H. C. (2023). DigiFuehr 2.0: Novel insights for digital leadership. *Journal of Occupational Health*, *65*(1), e12383. https://doi.org/10.1002/1348-9585.12383.

Cortellazzo, L., Bruni, E., & Zampieri, R. (2019). The role of leadership in a digitalized world: A review. *Frontiers in psychology*, *10*, 1938. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01938

Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Baabdullah, A. M., Ribeiro-Navarrete, S., Giannakis, M., Al-Debei, M. M., ... & Wamba, S. F. (2022). Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International journal of information management*, *66*, 102542. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542

El Sawy, O. A., Kræmmergaard, P., Amsinck, H., & Vinther, A. L. (2020). How LEGO built the foundations and enterprise capabilities for digital leadership. In *Strategic information management* (pp. 174-201). Routledge.

Fatima, T., & Masood, A. (2024). Impact of digital leadership on open innovation: a moderating serial mediation model. *Journal of Knowledge Management*, *28*(1), 161-180. https://doi.org/10.1108/jkm-11-2022-0872.

Gong, X., Zhang, J., Liu, X., & Yang, H. (2021). Digital leadership and employee creativity: The role of digital culture. *SAGE Open, 11*(3), 21582440211047527. https://doi.org/10.1177/21582440211047527

Hanelt, A., Bohnsack, R., Marz, D., & Antunes Marante, C. (2021). A systematic review of the literature on digital transformation: Insights and implications for strategy and organizational change. *Journal of management studies*, *58*(5), 1159-1197. https://doi.org/10.1111/joms.12639

Hansen, R., & Sia, S. K. (2015). Hummel's digital transformation toward omnichannel retailing: key lessons learned. *MIS Quarterly Executive*, *14*(2).

Hinings, B., Gegenhuber, T., & Greenwood, R. (2018). Digital innovation and transformation: An institutional perspective. Information and organization, 28(1), 52-61. https://doi.org/10.1016/j.infoandorg.2018.02.004

Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D., & Buckley, N. (2015). Strategy, not technology, drives digital transformation. *MIT Sloan management review*.

Larjovuori, R. L., Bordi, L., & Heikkilä-Tammi, K. (2018). Leadership in the digital business transformation. In *Proceedings of the 22nd international academic mindtrek conference* (pp. 212-221).

Lin, Q. (2025). Digital leadership: a systematic literature review and future research agenda. *European Journal of Innovation Management*, *28*(6), 2469-2488. https://doi.org/10.1108/EJIM-07-2023-0522

McAfee, A., & Brynjolfsson, E. (2017). *Machine, platform, crowd: Harnessing our digital future*. WW Norton & Company.

Palmucci, D. N., Giovando, G., & Vincurova, Z. (2025). The post-Covid era: digital leadership, organizational performance and employee motivation. *Management Decision*, *63*(7), 2452-2485. https://doi.org/10.1108/md-04-2024-0865.

Raisch, S., & Krakowski, S. (2021). Artificial intelligence and management: The automation–augmentation paradox. *Academy of management review*, *46*(1), 192-210. https://doi.org/10.5465/amr.2018.0072

Ribeiro-Navarrete, S., Saura, J. R., & Palacios-Marqués, D. (2021). Towards a new era of mass data collection: Assessing privacy and ethical issues in the digital society. *Government Information Quarterly, 38*(1), 101520. https://doi.org/10.1016/j.giq.2020.101520

Sebastian, I. M., Ross, J. W., Beath, C., Mocker, M., Moloney, K. G., & Fonstad, N. O. (2020). How big old companies navigate digital transformation. In *Strategic information management* (pp. 133-150). Routledge.

Shrestha, Y. R., Ben-Menahem, S. M., & Von Krogh, G. (2019). Organizational decision-making structures in the age of artificial intelligence. *California management review*, *61*(4), 66-83. https://doi.org/10.1177/0008125619862257

Tigre, F. B., Henriques, P. L., & Curado, C. (2025). The digital leadership emerging construct: a multi-method approach. *Management Review Quarterly***,** ***75***(1), 789-836. https://doi.org/10.1007/s11301-023-00395-9

Trabucchi, D., & Buganza, T. (2020). Fostering digital platform innovation: From two to multi-sided platforms. *Creativity and Innovation Management*, *29*(2), 345-358. https://doi.org/10.1111/caim.12320

usanti, D., Handayani, P. W., & Azzahro, F. (2022). The effect of digital leadership on firm performance: The mediating role of digital transformation. *Procedia Computer Science, 197*, 285–293. https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.140

Ushaka Adie, B., Tate, M., & Valentine, E. (2024). Digital leadership in the public sector: a scoping review and outlook. *International Review of Public Administration*, *29*(1), 42-58. https://doi.org/10.1080/12294659.2024.2323847

Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Qi, J., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research, 122*, 889–901. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022

Vial, G. (2021). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *Managing digital transformation*, 13-66.

Von Krogh, G. (2018). Artificial intelligence in organizations: New opportunities for phenomenon-based theorizing. *Academy of Management Discoveries*, *4*(4), 404-409. https://doi.org/10.5465/amd.2018.0084

Warner, K. S. R., & Wäger, M. (2019). Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. *Long Range Planning, 52*(3), 326–349. https://doi.org/10.1016/j.lrp.2018.12.001

Yang, Y., Shamim, S., De Massis, A., & Gao, D. (2025). Defensive routines as coping mechanisms against technostress: roles of digital leadership and employee goal orientation. *Technological Forecasting and Social Change*, *216*, 124143. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2025.124143.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

RISK-BASED APPROACH IN THE EUROPEAN UNION ARTIFICIAL INTELLIGENCE REGULATION: NORMATIVE FOUNDATIONS OF CATEGORICAL CLASSIFICATION AND IMPLEMENTATION DIFFICULTIES

Eylül SATIR ACAY
Ankara Yıldırım Beyazıt University, Faculty of Law, Department of Private Law, Ankara, Turkey
ORCID: ID/ 0009-0003-9723-7142,

ABSTRACT
The European Union Artificial Intelligence Act (EU AI Act), adopted by European Union (EU) in 2024, is the first comprehensive and binding text in the field of AI at the global level. The EU AI Act adopts a horizontal and risk-based approach. Under the regulation, four basic risk categories have been identified in line with the principles of transparency, predictability and respect for fundamental rights: Unacceptable risk AI Systems exploit vulnerabilities using manipulative or deceptive techniques. For example, social scoring systems and real-time biometric recognition systems in public spaces fall under this category. High-risk systems are those that have the potential to have serious impacts on fundamental rights, health, safety or the public interest and are therefore subject to strict regulatory oversight. Examples include recruitment and workforce management systems, education and vocational training systems and biometric recognition systems. Limited-risk systems are those that require transparency, such as chatbots, which have an obligation to inform users about their interaction with AI. Finally, minimal or low risk systems are those that pose low risk in terms of fundamental rights and security, such as spam filters or artificial intelligence in video games. When classifying risk, value-based regulatory intervention is envisaged, taking into account the functional effects and social implications of AI systems.
This paper evaluates the legal and ethical justifications for EU AI Act's risk-based approach and discusses methodological issues relates to the identification and assessment of high-risk systems, the obligations imposed on such systems and their supervision. In particular, systems falling under the high-risk category are subject to strict regulatory obligations, such as the preparation of technical documentation to understand the complex structure of the system, the implementation of automatic recording systems, and the establishment of data governance mechanisms. It is necessary to question the extent to which these systems balance the development of AI with fundamental rights.
The paper also examines the differences in interpretation that arise in determining basic risk categories, the implementation problems experienced at the sectoral level and the uncertainties arising from the multifaceted uses of AI systems. In this context, the balance between legal certainty and the flexibility required to support technological developments is discussed within the framework of the general principles and fundamental rights of EU law. Finally, the potential normative and institutional implications of the EU's approach on the Turkish legal system are addressed, and different scenario proposals regarding Turkey's legislative harmonization process are presented.
Keywords: EU Artificial Intelligence Regulation, Risk-Based Regulation, High-Risk Systems, Fundamental Rights, Legal Compliance, Regulatory Theory, Turkish Law, Digital Ethics

AVRUPA BİRLİĞİ YAPAY ZEKÂ TÜZÜĞÜ'NDE RİSK TEMELLİ YAKLAŞIM: KATEGORİK SINIFLANDIRMANIN NORMATİF TEMELLERİ VE UYGULAMA ZORLUKLARI

ÖZET
Avrupa Birliği (AB) tarafından 2024 yılında kabul edilen European Union Artificial Intelligence Act - Avrupa Birliği Yapay Zekâ Tüzüğü (ABYZT), yapay zekâ alanında küresel düzeydeki ilk kapsamlı ve bağlayıcı metin olarak karşımıza çıkmaktadır. ABYZT ile yatay düzlemde ve risk temelli bir yaklaşım benimsenmiştir. Düzenleme kapsamında yapay zekâ sistemlerinin şeffaflık, öngörülebilirlik ve temel haklara saygı ilkeleri doğrultusunda dört temel risk kategorisi benimsenmiştir.

Kabul edilemez riskli (unacceptable risk) yapay zekâ sistemleri, manipülatif veya aldatıcı teknikler kullanarak zafiyetleri istismar etmektedir. Örneğin; sosyal puanlama sistemleri ve kamuya açık alanlarda gerçek zamanlı yapılan biyometrik tanıma sistemleri bu kapsamdadır. Yüksek riskli (high-risk) sistemler; temel haklar, sağlık, güvenlik veya kamu yararı üzerinde ciddi etkiler doğurma potansiyeli taşıyan ve bu nedenle sıkı düzenleyici denetime tabi tutulan sistemlerdir. Örneğin işe alım ve iş yönetimi sistemleri, eğitim ve mesleki eğitim sistemleri ve biyometrik tanıma sistemleri bu gruptadır. Sınırlı riskli (limited risk) sistemler, kullanıcıyı yapay zekâ ile etkileşim konusunda bilgilendirme yükümlülüğü olan, şeffaflık gerektiren sohbet botları gibi sistemlerdir. Son olarak asgari riskli (minimar or low-risk) sistemler ise spam filtreleri veya video oyunlarındaki yapay zekâ gibi, temel hak ve güvenlik açısından düşük risk barındıran sistemlerdir. Risk sınıflandırması yapılırken yapay zekâ sistemlerinin işlevsel etkileri ve toplumsal yansımaları da dikkate alınarak değer temelli düzenleyici bir müdahale öngörülmüştür.

Bu bildiri, ABYZT'nin risk temelli yaklaşımının hukuki ve etik gerekçelerini değerlendirerek, yüksek riskli sistemlerin tespiti ve değerlendirilmesi, bu tür sistemler için getirilen yükümlülükler ile denetlenmesine ilişkin metodolojik sorunları tartışmaktadır. Özellikle yüksek risk kategorisine giren sistemlerin sistemin karmaşık yapısının anlaşılabilmesi adına teknik belgeler hazırlanması, otomatik kayıt sistemleri uygulanması, veri yönetişimi mekanizmaları oluşturulması gibi sıkı düzenleyici yükümlülüklere tabi tutulması ve bu sistemlerin yapay zekânın gelişimi ile temel haklar arasındaki dengeyi ne ölçüde sağladığını sorgulama gereği doğmaktadır.

Bildiri ayrıca, temel risk kategorilerinin belirlenmesinde ortaya çıkan yorum farklılıklarını, sektörel düzeyde yaşanan uygulama sorunlarını ve yapay zekâ sistemlerinin çok yönlü kullanım biçimlerinden doğan belirsizlikleri incelemektedir. Bu çerçevede hukuki kesinlik ile teknolojik gelişimlerin desteklenmesi için gereken esnek alan arasındaki denge, AB hukukunun genel ilkeler ve temel haklar kapsamında tartışılmaktadır. Son olarak AB'nin yaklaşımının Türk hukuk sistemi üzerindeki olası normatif ve kurumsal yansımaları ele alınmakta; Türkiye'nin mevzuat uyum sürecine ilişkin farklı senaryo önerileri sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: AB Yapay Zekâ Tüzüğü, Risk Temelli Regülasyon, Yüksek Riskli Sistemler, Temel Haklar, Hukuki Uyumluluk, Regülasyon Kuramı, Türk Hukuku, Dijital Etik

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE ROLE OF SERVICE EXPORTS AND IMPORTS IN TÜRKİYE'S TOTAL TRADE GROWTH

Öğr. Gör. Dr. İdris YAĞMUR
Manisa Celal Bayar University, Kırkağaç Vocational School, Department of Accounting and Tax, Manisa-Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-9743-2189

ABSTRACT
The growing importance of the service sector in Türkiye's total trade volume makes it necessary to examine the foreign trade performance of this sector. In a globalizing economy, service exports and imports play a decisive role in a country's overall trade balance and growth dynamics. This study aims to reveal the effects of Türkiye's service exports and imports on total trade growth for the period 1990-2024. The unit root analysis of the series was performed using Fourier ADF, Fourier LM and Fourier GLS unit root tests. The causality analysis was performed using the Fourier Toda-Yamamoto causality test. According to the results of the Fourier Toda-Yamamoto causality test, a unidirectional and statistically significant causality relationship was identified from service exports and imports to total trade. This finding shows that changes in service exports and imports directly affect Türkiye's total trade volume. However, no significant causal relationship was found between total trade and service exports and imports. These results reveal that fluctuations in Türkiye's total trade volume are largely driven by movements in the services sector and that this sector plays a decisive role in the country's foreign trade performance.
Keywords: Total Trade Growth, Service Exports, Service Imports, Fourier Unit Root Tests, Fourier Toda-Yamamoto Causality Analysis.

TÜRKİYE'NİN TOPLAM TİCARET BÜYÜMESİNDE HİZMET İHRACATI VE İTHALATININ ROLÜ

ÖZET
Türkiye'nin toplam ticaret hacmi içinde hizmet sektörünün giderek artan önemi, bu sektörün dış ticaret performansının incelenmesini zorunlu kılmaktadır. Küreselleşen ekonomide hizmet ihracat ve ithalatı, bir ülkenin toplam ticaret dengesi ve büyüme dinamikleri üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu çalışma, 1990-2024 dönemi için Türkiye'nin hizmet ihracatı ve ithalatının, toplam ticaret büyümesi üzerindeki etkilerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Serilerin birim kök analizi; Fourier ADF, Fourier LM ve Fourier GLS birim kök testleri ile gerçekleştirilmiştir. Nedensellik analizi ise, Fourier Toda-Yamamoto nedensellik testi ile gerçekleştirilmiştir. Fourier Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçlarına göre, hizmet ihracatı ve hizmet ithalatından toplam ticarete doğru tek yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bu bulgu, hizmet ihracatı ve ithalatındaki değişimlerin, Türkiye'nin toplam ticaret hacmini doğrudan etkilediğini göstermektedir. Ancak toplam ticaretten hizmet ihracatı ve ithalatına doğru anlamlı bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Bu sonuçlar, Türkiye ekonomisinde toplam ticaret hacmindeki dalgalanmaların büyük ölçüde hizmet sektöründeki hareketlerden kaynaklandığını ve bu sektörün dış ticaret performansında belirleyici bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.
Anahtar Kelimeler: Toplam Ticaret Büyümesi, Hizmet İhracatı, Hizmet İthalatı, Fourier Birim Kök Testleri, Fourier Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi.

Introduction

The fundamental dynamics of the global economy have undergone a significant transformation in recent years, shifting from traditional goods trade to a service-oriented structure. Service sectors such as finance, information technology, logistics, tourism and consulting account for an increasingly large share of many countries' Gross Domestic Product (GDP) and employment (Bayat et al., 2015).

This transformation clearly demonstrates that services are no longer merely a complementary element supporting goods trade, but have become a key driver of global trade in their own right (UNCTAD, 2024). The critical role that services play in the growth of international trade has opened up new areas of research for policymakers and economists.

Today, trade in services has become one of the rapidly growing components of global trade. Being more flexible and subject to fewer physical barriers than traditional goods trade, services have facilitated cross-border mobility. Technological developments, in particular, have created new trade channels in many areas, from financial services to software and from healthcare to remote consulting. This situation indicates that trade in services will be one of the most important factors determining the future growth trajectory of the global economy.

Türkiye possesses significant potential in the service sector due to its strategic geographical location and youth population. The service sector, which constitutes a large part of the country's economy, has gained international competitiveness, particularly in areas such as tourism, transportation, construction and finance (Ekinci, 2010). Pressure on Türkiye's foreign trade balance further increases the importance of service exports. In this context, foreign exchange earnings from service exports play a critical role in financing the external deficit in goods trade (Çalı, 2025). However, empirically examining the impact of this situation on total trade growth is vital in terms of policy effectiveness.

Although the literature has examined the effects of the service sector on economic growth and the foreign trade balance (Francois & Hoekman, 2010), the number of specific studies focusing on the role of service exports and imports in total trade growth is limited. Particularly for an economy like Türkiye, where service trade is dynamic, the direction and strength of this relationship are not fully understood. Current studies generally focus on the impact of tourism on GDP (Gökovalı & Bahar, 2006; Çetintaş & Bektaş, 2008; Alp & Genç, 2015; Yalçınkaya & Karabulut, 2017; Pekmezci, 2020). This creates a significant gap, particularly regarding how exports and imports, which are subcomponents of service trade, affect overall trade growth, despite the existence of studies focusing on the development of general service trade (Kıratlı, 2019) and the impact of service exports on growth (Türker, 2018; Uluğ & Türker, 2021).

This study aims to fill this gap. The main objective of the research is to empirically reveal the causal relationship between service exports and imports and Türkiye's total trade growth. To this end, it will seek to answer the questions of whether fluctuations in service exports and imports affect the total trade volume and whether this relationship is one-sided or reciprocal.

The analysis will be conducted using annual data from the period 1990-2024. The methodological strength of the study lies in the use of the Fourier Toda-Yamamoto causality test, which can produce reliable results even in the presence of unit roots and structural breaks. This advanced econometric method will strengthen the study's contribution to the literature by providing robust evidence on the direction of the relationship between the series.

The remainder of the study is structured as follows: The second section explains the data set and econometric methodology used. The third section presents the findings obtained from the empirical analyses. Finally, the fourth section discusses the findings-based conclusions and provides policy recommendations.

Data and Methodology

This study uses annual data from 1990 to 2024 to empirically examine the role of service exports and imports in the growth of Türkiye's total trade. The data were obtained from the World Bank database.

To determine the causality relationship, which is the main objective of the study, the series' unit root status was first examined. The Fourier ADF (Enders & Lee, 2012a), Fourier LM (Enders & Lee, 2012b) and Fourier GLS (Rodrigues & Taylor, 2012) unit root tests revealed that all variables contained unit roots. This finding highlighted the need to use a more robust method, as traditional causality tests carry the risk of revealing spurious relationships between series. Therefore, the Fourier Toda-Yamamoto causality test developed by Nazlioglu et al. (2016), which can produce reliable results for series containing unit roots or series that are integrated of different degrees, was preferred. This test was used as an appropriate econometric tool supporting the main findings of the analysis.

Table 1. Description of the Variables

Abbreviation	**Name of the variables**
SE	Service exports (BoP, current US$)
SI	Service imports (BoP, current US$)
T	Trade (% of GDP)

The abbreviations and names of the variables are presented in Table 1.

Empirical Findings

This section of the study first presents descriptive statistics for the variables. Subsequently, Fourier ADF, Fourier LM and Fourier GLS unit root tests were applied to determine whether the variables contained a unit root and the results are presented in Table 3. Finally, the results of the Fourier Toda-Yamamoto causality test, which reveals the causality relationship between the variables, are presented and interpreted in Table 4.

Table 2. Descriptive Statistics

	SE	**SI**	**T**
Mean	10.461	10.107	48.957
Median	10.461	10.144	48.794
Maximum	11.062	10.726	71.082
Minimum	9.904	9.487	30.476
Std. Dev.	0.327	0.352	9.696
Skewness	-0.009	-0.203	0.010
Kurtosis	1.927	1.942	2.957
Jarque-Bera	1.630	1.819	0.003
Probability	0.443	0.403	0.998
Sum	355.666	343.629	1664.547
Sum Sq. Dev.	3.524	4.090	3102.702
Observations	35	35	35

Table 2 shows that service exports and imports data exhibited a fairly stable structure during the period under review. The mean values of both variables are 10,461 and 10,107, respectively. Furthermore, the minimum and maximum values were calculated as 9,904-11,062 for the SE variable and 9,487-10,726 for the SI variable. This narrow range indicates that there were no major fluctuations in trade in services. However, the situation differs in terms of trade as a percentage of GDP. This variable, with an mean value of 48.957, has a wide range from a minimum of 30.476% to a maximum of 71.082%. These findings show that Türkiye's trade in services is relatively stable, but there are large fluctuations in the ratio of total trade volume to GDP.

Table 3. Fourier ADF, Fourier LM and Fourier GLS Unit Root Test Results

Fourier ADF						
	ADF-stat	**Fourier**	**Lag**	**%1 Critical Value**	**%5 Critical Value**	**%10 Critical Value**
SE	-3.2693	1	1	-4.69	-4.10	-3.82
SI	-3.5422	1	3	-4.69	-4.10	-3.82
T	-3.6108	1	3	-4.69	-4.10	-3.82
Fourier LM						
	LM-stat	**Fourier**	**Lag**	**%1 Critical Value**	**%5 Critical Value**	**%10 Critical Value**
SE	-3.2068	1	0	-4.95	-4.35	-4.05
SI	-3.5474	1	1	-4.95	-4.35	-4.05
T	-3.6524	1	3	-4.95	-4.35	-4.05
Fourier GLS						
	GLS-stat	**Fourier**	**Lag**	**%1 Critical Value**	**%5 Critical Value**	**%10 Critical Value**
SE	-3.4619	1	1	-4.771	-4.175	-3.879
SI	-3.5934	1	3	-4.771	-4.175	-3.879
T	-3.7108	1	3	-4.771	-4.175	-3.879

In all of the Fourier ADF, Fourier LM, and Fourier GLS test results presented in Table 3, it was determined that service exports, service imports, and trade variables contain a unit root. The most important feature that distinguishes the Fourier Toda-Yamamoto causality test from traditional tests is that it can be used even when the series contain a unit root. Therefore, the causality relationship between the variables was examined using the Fourier Toda-Yamamoto causality test and the results are presented in the table below.

Table 4. Fourier Toda-Yamamoto Causality Test Results

Hypotheses	**Optimal Lags**	**Wald Stat.**	**P-value**	**Decision**
T→SE	3	0.489	0.900	There is no causality.
SE→T	3	103.706***	0.000	There is causality.
T→SI	3	1.532	0.800	There is no causality.
SI→T	3	20.587***	0.000	There is causality.

Note: *** The critical value indicates a significance level of 1%.

The results of the Fourier Toda-Yamamoto causality test in Table 4 reveal a unidirectional causality relationship from the service export and service import variables to the trade variable. According to the test results, changes in both service exports and service imports statistically significantly affect the total trade volume. However, no causal relationship in the opposite direction was found between these variables. These findings show that fluctuations in the total trade volume in the Turkish economy stem from movements in service trade, but that total trade itself does not directly affect service exports and imports.

Conclusions and Policy Recommendations

The study, which examined the effects of Türkiye's service exports and imports on total trade growth for the period 1990-2024, found that service trade plays a decisive role in Türkiye's total trade growth. The results of the Fourier Toda-Yamamoto causality test indicate that changes in both service exports and imports statistically significantly (at the 1% level) affect the total trade volume. In other words, a unidirectional causality relationship from both the service exports and service imports variables to the total trade variable has been identified. However, no reverse causality relationship has been identified between these variables.

These findings indicate that fluctuations in Türkiye's total trade volume stem from movements in the trade of services, but that total trade itself does not directly affect service exports and imports. This result proves that the service sector is the driving and determining force in Türkiye's foreign trade.

In light of these findings, priority should be given to strategic policies targeting the service sector in order to strengthen Türkiye's position in international trade. Incentive policies in areas such as logistics, finance and software, which will increase service exports, will directly support total trade growth. At the same time, considering that service imports also affect total trade, steps should be taken to increase the competitiveness of the domestic service sector. In this way, the service trade balance can contribute positively to the overall trade balance.

REFERENCES

Alp, E. A., & Genç, E. G. (2015). The Relation between Current Account Deficit and Tourism: The Case of Turkey. *International Journal of Economics and Financial Issues*, *5*(2), 448-453.

Bayat, M., Baydaş, A., & Atlı, C. (2015). Hizmet Sektörünün Kavramsal Tanımı ve Ulusal Ekonomilerdeki Önemi. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *5*(9), 59-88.

Çalı, M. H. (2025). Döviz Kuru Hareketlerinin Türkiye'nin Dış Ticaret Dengesi Üzerindeki Etkileri: Ekonometrik Bir Analiz (2017-2024). *Uluslararası Ekonomi ve Siyaset Bilimleri Akademik Araştırmalar Dergisi*, *9*(21), 62-80. https://doi.org/10.58202/joecopol.1717566

Çetintaş, H., & Bektaş, Ç. (2008). Türkiye'de Turizm ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Kısa ve Uzun Dönemli İlişkiler. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, *19*(1), 37-44.

Ekinci, M. B. (2010). Uluslararası Hizmet Ticaretindeki Gelişmeler ve Türkiye'nin Potansiyel Hizmet Endüstrilerine İlişkin Analizler. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*, 52, 265-297.

Enders, W., & Lee, J. (2012a). A Unit Root Test Using a Fourier Series to Approximate Smooth Breaks. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, *74*(4), 574-599. https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2011.00662.x

Enders, W., & Lee, J. (2012b). The Flexible Fourier Form and Dickey-Fuller Type Unit Root Tests. *Economics Letters*, *117*(1), 196-199. https://doi.org/10.1016/j.econlet.2012.04.081

Francois, J., & Hoekman, B. (2010). Services Trade and Policy. *Journal of Economic Literature*, *48*(3), 642-692. https://doi.org/10.2307/20778764

Gökovalı, U., & Bahar, O. (2006). Contribution of Tourism to Economic Growth: A Panel Data Approach. *Anatolia: An International Journal of Tourism and Hospitality Research*, *17*(2), 155-167. https://doi.org/10.1080/13032917.2006.9687184

Kıratlı, F. (2019). Dünya'da ve Türkiye'de Hizmet Ticaretinin Gelişimi. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, *4*(9), 146-158.

Nazlioglu, S., Gormus, N. A., & Soytas, U. (2016). Oil Prices and Real Estate Investment Trusts (REITs): Gradual-Shift Causality and Volatility Transmission Analysis. *Energy Economics*, *60*, 168-175. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.09.009

Pekmezci, A. (2020). Türkiye'de Turizm ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Toda-Yamamoto Nedensellik Yaklaşımı. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, *18*(4), 317-325. https://doi.org/10.11611/yead.814470

Rodrigues, P. M. M., & Taylor, A. M. R. (2012). The Flexible Fourier Form and Local Generalised Least Squares De-trended Unit Root Tests. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, *74*(5), 736-759. https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2011.00665.x

Türker, O. (2018). Hizmet İhracatının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Şangay Ülkeleri Örneği. *Journal of Current Researches on Social Sciences*, *8*(1), 255-272. https://doi.org/10.26579/jocress-8.1.17

Uluğ, E. E., & Türker, O. (2021). Hizmet İhracatının Büyüme Üzerindeki Etkisi: BRICS Ülkeleri Örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 32, 967-973. https://doi.org/10.31590/ejosat.1040273

UNCTAD. (2024). *Trade and Development Report*. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development. https://unctad.org/system/files/official-document/tdr2024_en.pdf

Yalçınkaya, Ö., & Karabulut, K. (2017). Turizm Gelirlerinin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri: Türkiye Üzerine Dönemsel ve Yapısal Kırılmalı Bir Zaman Serisi Analizi (1965-2016). *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, *10*(52), 1231-1248. https://doi.org/10.17719/jisr.2017.1976

https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

TÜRKİYE'DE REEL KESİM GÜVEN ENDEKSİ VE ALT BİLEŞENLERİNİN İSTİKRARLILIĞI: FOURIER YAKLAŞIMI

Dr. Öğr. Üyesi Atilla AYDIN
İstanbul Gelişim Üniversitesi, İstanbul Gelişim Meslek Yüksekokulu, Hava Lojistiği Programı, İstanbul, Türkiye,
ORCİD: ID/0000-0002-9265-5930

ÖZET
İktisadi yaşamda reel kesimin beklentileri, ekonomik değişkenlerle olan etkileşimi bakımından önem arz etmektedir. Ayrıca reel kesimin beklentilerinin makroekonomik istikrarın önemli bir belirleyicisi olduğu değerlendirilmektedir. Bu çalışmanın amacı, reel kesim güven endeksi ve alt bileşenlerinin istikrarlı bir yapı sergileyip sergilemediğinin belirlenmesidir. Çalışmanın veri aralığı, 2007-2025 yılları arasındaki dönemi kapsamakta olup aylık gözlem değerleri kullanılmıştır. Çalışmada yöntem olarak geleneksel ve Fourier fonksiyonlarına dayalı birim kök testleri uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre reel kesim güven endeksi durağan bulunmuştur. Bir başka ifadeyle reel kesim güven endeksi serisine gelen şoklar kalıcı bir etki bırakmamaktadır. Reel kesim güven endeksi alt bileşenleri için bulunan sonuçlar ise farklılık göstermektedir. Geleneksel birim kök testlerine ilişkin sonuçlara göre toplam sipariş miktarı (mevcut durum) ve sabit sermaye yatırım harcaması endeksi serileri birim köklü bulunmuştur. Söz konusu serilerin istatistiksel olarak istikrarsız bir yapı sergilediği ifade edilebilir. Mamul mal stok miktarı (mevcut durum), üretim hacmi (gelecek 3 ay), toplam istihdam hacmi (gelecek 3 ay), toplam sipariş miktarı (son 3 ay), ihracat sipariş miktarı (gelecek 3 ay), genel gidişat endeksi serileri ise durağan bir süreç izlemektedir. Ancak geleneksel birim kök testleri yapısal kırılmaları dikkate almamaktadır. Bu bağlamda yumuşak yapısal kırılmaları yakalayabilen Fourier fonksiyonlarına dayalı birim kök testleri ile analizler yapılmıştır. Fourier birim kök testlerine ilişkin sonuçlar geleneksel birim kök testleri sonuçlarına göre farklılık göstermektedir. Toplam sipariş miktarı (mevcut durum) ve sabit sermaye yatırım harcaması serilerine ek olarak toplam istihdam hacmi (gelecek 3 ay) ve genel gidişat serileri de yumuşak kırılmalar altında ve doğrusal olmama durumu dikkate alındığında birim köklü bulunmuştur. Bu bağlamda dört alt endeks serisinin istatistiksel olarak istikrarsız bulunduğu söylenebilir. Ancak ana endeks olan reel kesim güven endeksi istikrarlı bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar, reel kesim güven endeksi istikrarını bozucu faktörleri yansıtması açısından önem arz etmektedir.
Anahtar Kelimeler: Reel Kesim Güven Endeksi, İstikrar, Yapısal Kırılma, Fourier Birim Kök Testleri

STABILITY OF REAL SECTOR CONFIDENCE INDEX AND ITS SUBCOMPONENTS IN TÜRKİYE: FOURIER APPROACH

ABSTRACT
In economic life, expectations of the real sector are important in terms of their interaction with economic variables. Moreover, real sector expectations are considered to be an important determinant of macroeconomic stability. The aim of this study is to determine whether the real sector confidence index and its subcomponents exhibit a stable structure. The data range of the study covers the period between 2007 and 2025 and monthly observations are used. In the study, conventional and Fourier function based unit root tests were applied. According to the findings of the study, the real sector confidence index was found to be stationary. In other words, shocks to the real sector confidence index series do not leave a permanent effect. The results for the subcomponents of the real sector confidence index differ. According to the results of conventional unit root tests, total order quantity (current situation) and fixed capital investment expenditure index series are found to be unit rooted. It can be stated that these series exhibit a statistically unstable structure. Finished goods inventory (current situation), production volume (next 3 months), total employment volume (next 3 months), total order quantity (last 3 months), export order quantity (next 3 months) and general trend index series follow a stationary process. However, conventional unit root tests do not take structural breaks into account.

In this context, analyses were conducted with unit root tests based on Fourier functions that can capture soft structural breaks. The results of Fourier unit root tests differ from the results of conventional unit root tests. In addition to total orders (current situation) and fixed capital investment expenditure series, total employment volume (next 3 months) and general trend series are also found to be unit rooted under soft breaks and nonlinearity. In this context, it can be said that the four sub-index series are statistically unstable. However, the main index, the real sector confidence index, is found to be stable. The results obtained are important in terms of reflecting the factors that destabilize the real sector confidence index.
Keywords: Real Sector Confidence Index, Stability, Structural Break, Fourier Unit Root Tests

LEAD-FREE DOUBLE HALIDE PEROVSKITES FOR IMPROVED SOLAR CELLS

H. Fatihi
Laboratory of Research in Physics and Engineering Sciences, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal 23000, Morocco

H. Benaali
LPAIS Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University Fez, Fez city, Morocco

A. Zaghrane
Laboratory of Research in Physics and Engineering Sciences, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal 23000, Morocco

A. Abbassi
Laboratory of Research in Physics and Engineering Sciences, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal 23000, Morocco

M. El Idrissi
Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty of Khouribga, Khouribga, Morocco

ABSTRACT
Recent advancements and developments in photovoltaic materials have made significant progress owing to the search for efficient and sustainable energy sources. Although lead halide perovskites have demonstrated impressive performance in solar cell applications, they face challenges such as environmental instability and lead toxicity. This study investigates several physical properties of two lead-free double halide perovskites, $Rb_2CuAsBr_6$ and $Rb_2TlAsBr_6$, and evaluates their potential for solar cell applications using density functional theory (DFT) within the Wien2k code and spectroscopic limited maximum efficiency (SLME) approach. The negative formation energy and Born criteria confirm the structural stability of both perovskites in the ideal cubic structure. Optoelectronic analyses reveal that $Rb_2TlAsBr_6$, with a direct band gap of 1.51 eV, exhibits better photovoltaic characteristics compared to $Rb_2CuAsBr_6$, which has an indirect band gap of 0.60 eV. Additionally, the SLME analysis shows that $Rb_2TlAsBr_6$ achieves a higher SLME of approximately 31.4 %, compared to $Rb_2CuAsBr_6$ which has a SLME of 7.44%. Moreover, the calculated thermoelectric properties show that $Rb_2TlAsBr_6$ exhibits enhanced thermoelectric performance compared to $Rb_2CuAsBr_6$. These findings highlight the potential of lead-free perovskites, particularly $Rb_2TlAsBr_6$, for next-generation solar cell applications.
Keywords: DFT · Wien2k · Rb_2XAsBr_6 (X = Cu, Tl) · Effective masses · Perovskite solar cells

References

Fatihi, H., Agouri, M., Ouhenou, H., Benaali, H., Zaghrane, A., Abbassi, A., Idrissi, M.E., Taj, S. and Manaut, B., 2024. Enhancing Solar Cell Efficiency: A Comparative Study of Lead-Free Double Halide Perovskites Rb2CuAsBr6 and Rb2TlAsBr6 using DFT and SLME Methods. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, pp.1-14.

COMPUTATIONAL APPROACHES REVEAL THE ANTIDIABETIC POTENTIAL OF CLADANTHUS ARABICUS PHYTOCHEMICALS THROUGH TARGETED IN SILICO MODELING

Youssef Arif
Biological Engineering Laboratory, Faculty of Science and Technology, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco

Wafaa Bendaoud
Biological Engineering Laboratory, Faculty of Science and Technology, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco

Mohamed Bouhrim
Biological Engineering Laboratory, Faculty of Science and Technology, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco

Fatiha Chigr
Biological Engineering Laboratory, Faculty of Science and Technology, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco

Ahmed Ait Chaoui
Biological Engineering Laboratory, Faculty of Science and Technology, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco

Ahmed Arif
Biological Engineering Laboratory, Faculty of Science and Technology, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco

Mustapha Boulghallat
Biological Engineering Laboratory, Faculty of Science and Technology, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco

ABSTRACT

The present study investigates the antidiabetic potential of phytochemicals derived from Cladanthus arabicus through molecular docking analyses using AutoDock Vina. The objective was to evaluate the binding affinity and interaction dynamics of major bioactive compounds saponins, quercetin, and kaempferol with key human proteins implicated in diabetes pathophysiology, including β-glucosidase, NR4A1 nuclear receptor, and GLUT4. Compounds were selected based on their prevalence in A. officinalis and known or suspected antidiabetic mechanisms. Protein structures were retrieved from the Protein Data Bank (PDB codes: 1OGS for β-glucosidase, 2QW4 for NR4A1, 7WSM for GLUT4), and ligand structures were sourced from PubChem[1]. Docking simulations were conducted with a focus on binding energy, root-mean-square deviation (RMSD), and ligand-protein conformational stability. Among the compounds tested, saponins demonstrated the strongest binding affinity to β-glucosidase with a ΔG of −13.2 kcal/mol, suggesting potent inhibitory activity that may delay carbohydrate digestion and absorption . Quercetin and kaempferol exhibited moderate to strong affinities with their respective targets, reflecting mechanisms such as GLUT4 activation, inhibition of intestinal glucose absorption, and enhanced insulin sensitivity[2].
inhibits α-glucosidase and DPP-IV; kaempferol activates AMPK and enhances GLUT4-mediated uptake. The observed binding affinities and predicted interactions reinforce the therapeutic relevance of A. officinalis phytochemicals in diabetes management.

This study lays the groundwork for future in vivo studies and clinical trials. The findings underscore the promise of Cladanthus arabicus as a source of natural compounds for the development of plant-based antidiabetic therapeutics.

Compound	**Target Protein**	**PDB Code**	**Best Affinity (kcal/mol)**	**Key Effect**
Saponins	β-glucosidase	1OGS	−13.2	Enhanced β-cell function
Quercetin	NR4A1 ligand domain	2QW4	−9.7	Insulin secretion & glucose uptake
Kaempferol	GLUT4 transporter	7WSM	−8.9	Promotes GLUT4 translocation & uptake

Table 1: Binding Affinities and Targets

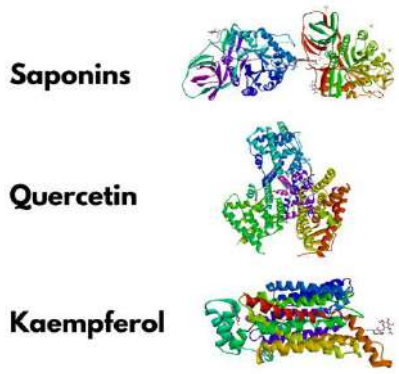


Figure 1 : Docked Complexes of Key Antidiabetic

Keywords: Cladanthus arabicus, Molecular Docking, Antidiabetic Activity, Phytochemicals, Protein–Ligand Interactions

LEAF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL MODIFICATION OF *IPOMOEA CARNEA* JACQ. AN INVASIVE PLANT SPECIES, UNDER DIVERSE SALINITY GRADIENT

Saira Malik
Department of Botany, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore, Pakistan

Syed Mohsan Raza Shah
Department of Botany, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore, Pakistan

Uniza Fatima Bukhari
Department of Botany, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore, Pakistan

Tasawar Fatima Bukhari
Department of Botany, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore, Pakistan

Iqra
Department of Botany, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore, Pakistan

ABSTRACT
The role of structural and functional plasticity of *Ipomoea carnea* for invasion in diverse saline environments was investigated. The populations were collected from 30 different habitats of Pakistan. The populations were divided into 3 groups based on the extent of salinity in their natural habitat. The non-saline habitats (ECe>4 dS m^{-1}) were Kohala, Islamabad, Pahari Nala, Pir Kot, Nerian Sharif, Daska, Dhir Kot, Namal, Lower Jhelum and Majuhan. Moderately saline habitats (ECe 4-8 dS m^{-1}) were Mong Depo, Pasrur, Layyah, Mana Wala, Phularwan Roadside, Kharian Wala, Phulrwan canal, Rasool, Puran and Shah Kot. Highly saline habitats (<8 dS m^{-1}) included Gunjal, Gutwala, Skindar Pura, Choa Sadien Shah, Phid, Buchal, Kallar Kahar, Cholistan Desert, Sangla Hills and Sahian Wala. The hyper-saline population accumulated more compatible solutes like total soluble sugars, phenolics and flavonoids linked to osmoprotection. Increased sclerifcation and phloem thickness in hyper-saline and moderately saline populations. Increased density of trichomes and salt excretory glands prevented water loss and excreted toxic ions through leaf surface. In conclusion, *I. carnea* populations adopted different strategies like water conservation via water storage in parenchymatous tissues, accumulation of compatible solutes (total soluble sugars) and allelochemicals (flavonoids and phenolics) for chemical defense. All these aspects were key factors for survival and invasive success in a variety of habitat types and environmental conditions.
Keywords: Environmental heterogeneity, Invasive species, *Ipomoea carnea*, Sclerifcation, Trichomes.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

ASSESSING THE IMPACT OF INDUSTRY COLLABORATION ON THE EMPLOYABILITY OF TVET GRADUATES IN NIGERIA

Alhassan Yunusa Alkali
Welding and Fabrication, Mechanical Engineering
Minna Institute of Technology and Innovations

Hassan Gimba Suleiman
Welding and Fabrication, Mechanical Engineering
Minna Institute of Technology and Innovations

Mahmudu Bala
Electrical Department
Minna Institute of Technology and Innovations

Abdulahi Musa
Electrical Department
Minna Institute of Technology and Innovations

ABSTRACT
This study examined the impact, challenges, and strategies of industry collaboration in Technical and Vocational Education and Training (TVET) in Nigeria, with a focus on enhancing graduate employability and addressing skills mismatch in the labour market. Drawing from recent empirical studies, case analyses, and best practices, the research highlighted how collaborative frameworks between TVET institutions and industry players significantly improve curriculum relevance, practical training opportunities, and job placement rates. Despite these benefits, challenges such as inadequate policy frameworks, poor industry engagement, outdated infrastructure, and societal stigma continue to hinder effective collaboration. The study recommends structured public-private partnerships, involvement of industry in curriculum development, implementation of work-integrated learning, and targeted policy reforms as strategic measures for strengthening industry-TVET collaboration. The findings reinforce the critical role of industry engagement in equipping Nigerian youth with market-relevant skills for sustainable employment and national development.
Keywords: Technical and Vocational Education and Training (TVET), Industry Collaboration, Graduate Employability, Public-Private Partnership (PPP)

Introduction
Technical and Vocational Education and Training (TVET) is pivotal in addressing Nigeria's high unemployment rates and fostering sustainable economic development. However, a significant challenge persists: the gap between the skills imparted through TVET programmes and the actual demands of the labour market. Ntegwung and Njoku (2022) opined that this disconnect often results in a mismatch between the competencies of graduates and the expectations of employers, thereby hindering the employability of TVET graduates. One of the primary factors contributing to this issue is the limited collaboration between TVET institutions and industries. Effective partnerships between educational institutions and the industrial sector are essential for aligning curricula with current industry standards, providing students with practical experience, and ensuring that training programmes produce graduates with relevant skills. Unfortunately, such collaborations are often insufficient or poorly implemented in Nigeria. Recent studies have highlighted the importance of industry involvement in curriculum development and the integration of work-based learning opportunities. For instance, Otache (2022) emphasized that the wide collaboration gap between Nigerian polytechnics and industries contributes to the unemployability of graduates. Similarly, Ugwoke et al. (2016) noted that Nigerian universities offering TVET courses implement work-integrated learning to a low extent, citing factors such as poor teacher quality and lack of policy support as major constraints.

Addressing this gap requires a comprehensive approach that includes policy reforms, curriculum enhancements, and the establishment of frameworks that facilitate industry collaboration. By fostering such partnerships, Nigeria can enhance the quality of its TVET programmes, better equip graduates with the skills needed in the workforce, and ultimately contribute to the nation's economic growth and development, (Ogundu 2023)

Conceptual Framework

This study adopts a conceptual framework that examines the interplay between Technical and Vocational Education and Training (TVET), industry collaboration, and graduate employability within the Nigerian context. The framework posits that effective partnerships between TVET institutions and industries can bridge the skills gap, enhance curriculum relevance, and ultimately improve the employability of graduates.

1. Technical and Vocational Education and Training (TVET) TVET refers to education and training programmes that equip individuals with the skills and knowledge required for specific trades or occupations. In Nigeria, TVET is seen as a critical pathway to addressing unemployment and fostering economic development. However, the effectiveness of TVET programmes is often compromised by outdated curricula and inadequate practical training opportunities, (Oluka & Obayi, 2024).

2. Industry Collaboration Industry collaboration involves partnerships between educational institutions and industries to align training programmes with current market needs. Such collaborations can take various forms, including curriculum development, internships, apprenticeships, and joint research initiatives. In Nigeria, the lack of strong industry linkages has been identified as a significant barrier to enhancing the relevance and quality of TVET programmes. Otache (2022) emphasized that the wide collaboration gap between Nigerian polytechnics and industries contributes to the unemployability of graduates.

3. Graduate Employability Graduate employability refers to the ability of graduates to secure and sustain employment in their field of study. Employability is influenced by various factors, including the acquisition of relevant skills, work experience, and the alignment of educational outcomes with industry requirements. In Nigeria, many TVET graduates face challenges in securing employment due to the mismatch between their training and the skills demanded by employers. Ugwoke et al. (2016) noted that Nigerian universities offering TVET courses implement work-integrated learning to a low extent, citing factors such as poor teacher quality and lack of policy support as major constraints.

4. Interconnections and Implications The framework suggests that strengthening industry collaboration can lead to more relevant and practical TVET programmes, thereby enhancing graduate employability. By involving industry experts in curriculum development, providing students with work-based learning opportunities, and fostering partnerships for resource sharing, TVET institutions can better prepare graduates for the labour market. Ejirofor and Ali (2023) highlighted that sharing equipment and tools between TVET institutions and industries and collaboration during curriculum development can address the skills needs of the nation. Furthermore, public private partnerships (PPPs) have been identified as effective strategies for enhancing TVET industry linkages. Diogwu et al. (2007) emphasized the importance of PPPs in addressing resource shortages and aligning skills training with market demands.

Importance Of Industry Collaboration In Tvet

Industry collaboration in TVET is crucial for aligning educational outcomes with labour market needs, thereby enhancing the employability of graduates and contributing to national development.

1. Bridging the Skills Gap One of the primary benefits of industry collaboration is the alignment of curricula with current industry requirements. Ejirofor and Ali (2023) emphasized that sharing equipment and tools between TVET institutions and industries, along with collaboration during curriculum development, can address the skills needs of the nation.

2. Enhancing Employability through Work-Based Learning Integrating work-based learning experiences, such as internships and apprenticeships, into TVET programmes equips students with practical skills and real-world exposure. Otache (2022) highlighted that involving industry experts in teaching certain aspects of the curriculum and exposing students to industrial work situations can improve graduates' employability.
3. Facilitating Resource Sharing and Infrastructure Development Collaborations between TVET institutions and industries often lead to the sharing of resources, including equipment and facilities, which enhances the quality of training programmes. Tibi (2023) noted that partnerships can provide access to modern tools and technologies, thereby improving the learning environment.
4. Promoting Innovation and Research Industry partnerships foster innovation by facilitating joint research and development initiatives. These collaborations enable TVET institutions to stay abreast of technological advancements and incorporate them into training programmes. The National Board for Technical Education (NBTE) has engaged in partnerships with organizations like Huawei and Cisco to provide faculty with advanced training and resources, ensuring they stay ahead in technology, (NBTE, 2024).
5. Strengthening Policy and Institutional Support Effective industry collaboration requires supportive policies and institutional frameworks. The Economic Community of West African States (ECOWAS) convened a meeting in November 2024 to validate guidelines for the immersion of TVET graduates into industries, aiming to enhance employability and bridge the gap between educational outcomes and workforce needs, (ECOWAS, 2024).

Challenges Of Industry Collaboration In Tvet In Nigeria

Despite the recognized importance of industry partnerships in enhancing the relevance and quality of TVET programmes, several challenges impede their effective implementation in Nigeria.
1. Mismatch between TVET Curriculum and Industry Needs A significant challenge is the misalignment between the skills taught in TVET institutions and those demanded by industries. Many TVET programmes fail to update their curricula to reflect current industry standards and technological advancements, leading to a skills gap among graduates. This disconnect results in graduates being ill-prepared for the workforce, thereby affecting their employability (Ogundu, 2023).
2. Lack of Industry Involvement in Curriculum Development Industries are often not consulted during the development and endorsement of national quality standards or course curricula in TVET institutions. This lack of involvement means that training programmes may not address the specific needs and expectations of employers, further exacerbating the skills mismatch (Njoku & Robinson, 2023).
3. Insufficient Infrastructure and Resources Many TVET institutions in Nigeria are inadequately funded and lack the necessary infrastructure, such as modern workshops and training equipment, to provide quality practical training. This scarcity of resources limits the ability of institutions to deliver training that meets industry standards and expectations (Ogundu, 2023).
4. Bureaucratic and Regulatory Hurdles The private sector faces numerous regulatory hurdles and bureaucratic processes when attempting to participate in vocational education. These barriers can range from lengthy approval processes to unclear regulations, posing challenges for private sector entities and deterring potential industry partners from engaging with TVET institutions (TVET Journal, 2024).
5. Cultural and Organizational Differences TVET institutions and industries often operate under different organizational cultures, norms, and values. These differences can lead to misunderstandings and hinder effective collaboration. For instance, industries may prioritize profit and efficiency, while educational institutions focus on pedagogy and student development, leading to potential conflicts in objectives and expectations
6. Political Instability and Policy Inconsistency Political instability and inconsistent policies in Nigeria can disrupt the continuity and effectiveness of industry collaboration in TVET. Frequent changes in government and policy directions can lead to shifts in priorities, affecting the long-term planning and sustainability of collaborative efforts.(The Guardian Nigeria, 2024)
7. Negative Perception of TVET There is a societal stigma associated with vocational education in Nigeria, often viewed as a last resort for students who are unable to pursue academic courses.

This negative perception discourages students from enrolling in TVET programmes and can affect the willingness of industries to invest in partnerships with these institutions (Ntegwung & Njoku, 2022)
8. Limited Industry Engagement and Awareness Many industries are not fully aware of the benefits of collaborating with TVET institutions. This lack of awareness leads to limited participation and engagement from the private sector, thereby restricting the opportunities for students to gain practical experience and for institutions to align their training with industry needs

Strategies For Enhancing Industry Collaboration In Tvet In Nigeria
Effective industry collaboration in TVET is pivotal for aligning educational outcomes with labour market demands, thereby improving graduate employability and contributing to national development. Several strategies have been identified to strengthen these partnerships in Nigeria.
1. Involving Industry Experts in Curriculum Development One of the fundamental strategies is the active involvement of industry professionals in the development and review of TVET curricula. This ensures that training programs are aligned with current industry standards and technological advancements. Otache (2022) emphasized the need for industry experts to participate in curriculum development to meet today's job requirements in the industry.
2. Establishing Public-Private Partnerships (PPPs) Public-Private Partnerships are instrumental in bridging the gap between TVET institutions and industries. These collaborations can take various forms, including joint training programs, resource sharing, and infrastructure development. Oyekola and Ogunsuji (2020) highlighted the importance of PPPs in enhancing TVET in Nigeria, noting that such partnerships can lead to improved economic growth and development.
3. Implementing Work-Integrated Learning (WIL) Programmes Integrating work-based learning experiences, such as internships and apprenticeships, into TVET programmes provides students with practical skills and real-world exposure. Ugwoke et al. (2016) identified strategies for enhancing WIL programmes, including improving synergy between industries and TVET institutions and orienting employers and TVET staff on the benefits of work-integrated learning.
4. Strengthening Industry Advisory Boards Establishing advisory boards comprising industry representatives can facilitate continuous dialogue between TVET institutions and the private sector. These boards can provide valuable insights into industry trends, skill requirements, and emerging technologies, ensuring that training programs remain relevant and up-to-date.
5. Enhancing Infrastructure and Resource Sharing Collaborations can also involve sharing resources, such as equipment and facilities, between TVET institutions and industries. Tibi (2023) noted that partnerships can provide access to modern tools and technologies, thereby improving the learning environment.
6. Promoting Policy Reforms and Standardization Advocating for clear standardization practices, certification, and curricular reforms is essential for aligning TVET programs with global best practices. Stakeholders have emphasized the need for standardization to create opportunities for workers to have varying additions as they progress, peculiar to their employer’s goals, (Oluka & Obayi, 2024).
7. Facilitating Networking and Collaboration Platforms Creating platforms for networking and collaboration, such as career fairs, industry visits, and joint workshops, can foster mutual understanding and trust between TVET institutions and industries. These interactions can lead to the development of joint initiatives and shared goals.

Impact Of Industry Collaboration On Employability In Nigeria Industry
collaboration plays a pivotal role in enhancing the employability of graduates from Technical and Vocational Education and Training (TVET) institutions in Nigeria. By bridging the gap between academic training and industry requirements, such collaborations ensure that graduates possess the practical skills and experience sought by employers.
1. Alignment of Skills with Industry Needs Collaborations between TVET institutions and industries facilitate the alignment of curricula with current industry standards and technological advancements.

This ensures that students acquire relevant skills that meet the evolving demands of the job market. For instance, involving industry experts in curriculum development and review processes helps in tailoring educational programs to the specific needs of employers, thereby enhancing graduates' employability (The Guardian Nigeria, 2024).

2. Practical Experience through Work-Integrated Learning Work-integrated learning (WIL) programmes, such as internships and industrial attachments, provide students with hands-on experience in real-world work environments. These programmes not only enhance students' technical skills but also improve their soft skills, such as communication, teamwork, and problem-solving, which are highly valued by employers. However, the implementation of WIL in Nigerian universities has been reported to be at a low extent, constrained by factors such as inadequate policy support and lack of industry partnerships, (Jackson, 2020).

3. Increased Employability and Job Placement Graduates who participate in industry collaborations often have better job placement rates due to their practical experience and industry-relevant skills. Employers tend to favor candidates who have demonstrated the ability to apply theoretical knowledge in practical settings, making industry-collaborated graduates more competitive in the job market, (Disciplines.ng. 2023)

4. Enhanced Career Development Services Building strong linkages between TVET institutions and industries can facilitate the development of career guidance and counseling services. These services assist students in making informed career choices and preparing for the workforce, further boosting their employability. Effective career development programs, supported by industry partnerships, help graduates transition smoothly into employment, (Eldoret National Polytechnic, 2021)

5. Bridging the Skill Gap The collaboration between TVET institutions and industries addresses the skill gap by ensuring that training programs are responsive to the changing needs of the labor market. This dynamic approach to education and training equips graduates with the competencies required by employers, thereby enhancing their employability and contributing to national development, (TVET Journal, 2024)

Case Studies And Best Practices In Industry Collaboration For Tvet In Nigeria

1. Polytechnic–Industry Collaboration for Enhanced Employability A study by Otache (2022) explored the collaboration between Nigerian polytechnics and industries to improve graduates' employability. The research highlighted the involvement of industry experts in curriculum development, exposing students and lecturers to industrial work environments, and establishing a comprehensive collaboration policy framework as key strategies. These practices were found to enhance the relevance of training programs and better align them with industry needs.

2. Work-Integrated Learning (WIL) in Nigerian Universities Ugwoke et al. (2016) examined the implementation of Work-Integrated Learning (WIL) in Nigerian universities offering TVET courses. The study revealed that while WIL is implemented to a limited extent, factors such as poor teacher quality and lack of policy support hinder its effectiveness. Recommendations included enhancing synergy between industries and TVET institutions, providing adequate orientation for both employers and TVET staff, and redesigning partnership models to attract support from various stakeholders.

3. Collaboration between Technical Colleges and Industries in Edo State In Edo State, Nigeria, a study focused on the collaboration between technical colleges and industries in the field of motor vehicle mechanic works. The research emphasized the importance of industry involvement in curriculum development, provision of modern teaching facilities, and training of technical teachers to ensure that graduates possess the skills required by the industry. The study highlighted the need for closer ties between educational institutions and industries to bridge the skills gap and enhance employability (Oluka & Obayi, 2024)

4. Eldoret National Polytechnic's Industry Collaboration Model Although based in Kenya, the Eldoret National Polytechnic's approach to industry collaboration offers valuable insights for Nigeria. The institution partnered with local industries to provide practical training opportunities for students. The collaboration involved joint curriculum development, industry-based assessments, and the use of learning management systems to facilitate communication between the polytechnic and industry

partners. This model demonstrates the benefits of strong industry partnerships in enhancing the quality and relevance of TVET programs, (Eldoret National Polytechnic, 2021). Best Practices for Strengthening Industry Collaboration in TVET

1. Curriculum Co-Development: Engaging industry professionals in the design and review of training curricula ensures that educational programs are aligned with current industry standards and technological advancements.
2. Work-Based Learning Opportunities: Implementing internships, apprenticeships, and industrial attachments allows students to gain hands-on experience and develop practical skills that are directly applicable in the workplace.
3. Continuous Professional Development for Educators: Providing training and development opportunities for TVET instructors helps them stay updated with industry trends and enhances the quality of instruction.
4. Establishing Industry Advisory Boards: Forming advisory boards comprising industry representatives can facilitate ongoing dialogue between educational institutions and industries, ensuring that training programs remain relevant and responsive to labour market needs.
5. Leveraging Technology for Collaboration: Utilizing digital platforms and learning management systems can enhance communication and coordination between TVET institutions and industry partners, especially in remote or underserved areas.

Recommendations For Collaboration In Tvet In Nigeria

1. Involve Industry in Curriculum Development STRENGTHENING INDUSTRY TVET institutions should engage industry stakeholders in the design, review, and updating of training curricula to ensure alignment with labor market needs. This will help bridge the existing skills gap and make graduates more employable (Otache, 2022).
2. Institutionalize Work-Integrated Learning (WIL) Government and educational bodies should mandate and support the implementation of internships, industrial attachments, and apprenticeship programs as integral parts of TVET. These experiences provide students with practical, job-ready skills (Ugwoke et al., 2016).
3. Establish and Strengthen Public-Private Partnerships (PPPs) TVET institutions should formalize partnerships with private industries through Memoranda of Understanding (MoUs) that outline roles in training delivery, funding, and infrastructure sharing. This fosters resource optimization and mutual accountability.
4. Capacity Building for Educators Regular training and exposure of TVET instructors to industry practices are essential. Government and institutions should fund professional development programs that allow lecturers to gain current industry knowledge and teaching innovations (Tibi, 2023).
5. Create Industry Advisory Boards Establishing advisory boards composed of representatives from key industry sectors will ensure constant feedback and ongoing alignment between training programs and industry expectations. These boards can also assist in quality assurance and curriculum relevance.
6. Provide Incentives to Industry Partners The government should provide tax incentives, recognition awards, and grants to private sector players that actively support TVET programs through internships, mentorship, equipment donations, or joint research initiatives.
7. Strengthen Policy and Regulatory Frameworks National and state-level education policies should prioritize TVET-industry collaboration. Clear guidelines and legal frameworks will make partnerships more effective, enforceable, and sustainable.
8. Promote Awareness and Value of TVET A national campaign should be launched to promote the importance and benefits of vocational and technical education. This includes changing public perceptions and encouraging both students and employers to value skilled trades and technical expertise.

Conclusion

Industry collaboration is central to the effectiveness and relevance of Technical and Vocational Education and Training (TVET) in Nigeria. As the country grapples with high youth unemployment and a widening skills gap, fostering strong partnerships between TVET institutions and industry stakeholders has become more urgent than ever. The evidence from recent case studies and best practices indicates that such collaboration enhances curriculum relevance, equips students with practical, industry-aligned skills, and significantly improves their employability. Despite the clear benefits, challenges such as curriculum mismatch, weak policy implementation, and limited industry involvement persist. However, with deliberate strategies—such as involving industry experts in curriculum design, institutionalizing work integrated learning, and providing incentives for private sector engagement—TVET in Nigeria can be repositioned to meet the demands of the modern labor market. Ultimately, sustained and structured collaboration between industry and TVET institutions is not only a pathway to improving individual career prospects but also a critical driver of national economic growth and industrial competitiveness.

REFERENCES

Adeniyi, J. I. (2023). Collaboration between technical colleges and industries for skills acquisition in motor vehicle mechanic works in Edo state, Nigeria. International Journal of Research in Education, Humanities and Social Sciences, 4(2), 34-48.

Diogwu, D. I., Eze, S. C., & Okolie, U. C. (2007). Self-reliance through public-private partnerships in TVET. Policy Brief on Enhancing Technical Education in Nigeria. https://www.nextgenspectrum.com.ng/2024/12/policy-brief-on-enhancing technical.htm

Disciplines.ng. (2023). Technical schools and industry partnerships: How to strengthen Nigeria's skills development. https://disciplines.ng/technical-schools-industry partnerships

Economic Community of West African States (ECOWAS). (2024). Meeting of Technical Vocational Education and Training (TVET) stakeholders to validate the guidelines on the immersion of TVET graduates in industries. https://www.ecowas.int/meeting of-technical-vocational-education-and-training-tvet- stakeholders-to-validate-the guidelines-on-the-immersion-of-tvet-graduates-in-industries-5th-to-8th-november 2024-abuja-nigeria/

Ejirofor, T. E., & Ali, C. (2023). Linking TVET institutions and industries for national development: Challenges and strategies in Nigeria. Journal of Association of Vocational and Technical Educators of Nigeria, 20(1), 23-41

Eldoret National Polytechnic. (2021). Collaboration between industry and technical institutions: The Eldoret National Polytechnic experience. Kenya Journal of Vocational and Technical Education, 3(1), 41–56. https://tenp.ac.ke/academics/research/research-papers/collaboration-industry-provide technical-training-case-study

Jackson, D. (2020). Developing career management competencies among undergraduates and the role of work-integrated learning. Asia-Pacific Journal of Cooperative Education, 21(1), 1–15. https://doi.org/10.1177/1038416220916814

National Board for Technical Education (NBTE). (2024). Linkages and international collaboration. https://web.nbte.gov.ng/node/54

Njoku, N. A. & Robinson, R. N. (2023). Enhancing family income generation through entrepreneurship in electronics for self-reliance in Port Harcourt Metropolis. International Journal of Contemporary Academic Research, 4(3), 1-13.

Ntegwung, G. J. & Njoku, N. A. (2022). Repackaging technical vocational education and training for sustainable national development. African Journal of Educational Archives, 8(1), 136- 146. 151 ABUJA 2025 – Proceedings of the 38th TEPAN Annual National Conference

Ogundu, I. (2023). A Slave does not trade in plantain. The 44th inaugural lecture series of Ignatius Ajuru University of Education, Rumuolumeni, Port Harcourt, Rivers State, Nigeria

Oluka, S. N. & Obayi, A. U. (2024). Dynamics of Technovocational Education in Nigeria. Jeep Global Consult.

Otache, I. (2022). Enhancing graduates' employability through polytechnic–industry collaboration. Industry and Higher Education, 36(5), 604–614. https://doi.org/10.1177/09504222211063140

Oyekola, O. A., & Ogunsuji, O. T. (2020). Public-private partnership: An emerging need for sustainable technical and vocational education training in Nigeria. International Journal of Research in Education, Humanities and Commerce,1(2), 14-29.

The Guardian Nigeria. (2024, March 14). TVET stakeholders demand clear standardisation processes, reforms. Retrieved from https://guardian.ng/news/tvet-stakeholders demand-clear-standardisation-processes-reforms

Tibi, E. U. (2023). Technical vocational education and training (TVET) and industry partnership for equipping youths for the occupations in Nigeria. Journal of Association of Vocational and Technical Educators of Nigeria, 20(2). 24-41. https://www.avten-edu.org.ng/journal/index.php/javten/article/view/107

TVET Journal. (2024). Effective education-industry partnerships in vocational training. https://tvetjournal.com/tvet-institutions/effective-education-industry-partnerships

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

BLACK PHOSPHORENE: A FIRST-PRINCIPLES STUDY FOR NEXT-GENERATION ENERGY HARVESTING

Zakariya Arbaoui
Advanced Material and Applications Laboratory (LEM2A), Moulay Ismail University FSM-ESTM-ENS, BP 11201, Zitoune, Meknes, 50000, Morocco

Soufiane Elhadfi
Advanced Material and Applications Laboratory (LEM2A), Moulay Ismail University FSM-ESTM-ENS, BP 11201, Zitoune, Meknes, 50000, Morocco

Mourad Boutahir
Advanced Material and Applications Laboratory (LEM2A), Moulay Ismail University FSM-ESTM-ENS, BP 11201, Zitoune, Meknes, 50000, Morocco

Abdelhai Rahmani
Advanced Material and Applications Laboratory (LEM2A), Moulay Ismail University FSM-ESTM-ENS, BP 11201, Zitoune, Meknes, 50000, Morocco

ABSTRACT
In this paper, we have employed Density Functional Theory to investigate the opto-electronic and thermoelectric properties of black phosphorene (BP), a new two-dimensional material. We found that BP is a semiconductor with a 0.84 eV direct band gap. Optical property calculation highlights the anisotropic nature of the material, with the armchair structure showing a high absorption coefficient of 3×10^5 cm^{-1} in the visible spectrum, while the zigzag structure shows an excellent absorption coefficient of as high as 15.6×10^5 cm^{-1} in the UV region. In addition, from the BoltzTraP simulation package, we found that BP shows a high Seebeck coefficient and high electrical conductivity, indicating its potential thermoelectric applications. These findings demonstrate that BP is a highly versatile 2D material with excellent prospects for emerging optoelectronic and thermoelectric applications.
Keywords: Black phosphorene, DFT, Optoelectronic Properties

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

ROBOTS IN CONSTRUCTION: ENABLING TECHNOLOGY, APPLICATIONS, AND CHALLENGES

N.G. Kalyani Reddy
Assistant Professor in Civil Engineering, G. Pulla Reddy Engineering College (Autonomous), Kurnool-518002 (A.P), India

Dr. K. Dayana
Associate Professor in Civil Engineering, Visakha Institute of Engineering & Technology, Visakhapatnam, India

Chayaraju BalaSai
Assistant Professor in Civil Engineering, G. Pulla Reddy Engineering College (Autonomous), Kurnool-518002 (A.P), India

K. Tharani
Assistant Professor in Civil Engineering, G. Pulla Reddy Engineering College (Autonomous), Kurnool-518002 (A.P), India

ABSTRACT

The construction industry is undergoing a transformative shift driven by the integration of advanced robotic technologies. As one of the least automated yet most labor-intensive sectors, construction has long faced persistent challenges such as labor shortages, safety risks, low productivity, inconsistent quality, and the need for sustainable practices. Robots, powered by cutting-edge enabling technologies such as artificial intelligence (AI), computer vision, machine learning (ML), and sensor-based control systems, offer a promising solution to these challenges. This extended abstract explores the key enabling technologies that empower robotic systems in construction, their major applications across various stages of the construction lifecycle, and the critical challenges that must be addressed to realize their full potential.

The enabling technologies behind construction robotics form the backbone of their intelligence, autonomy, and adaptability. Central to these systems are AI and ML algorithms that allow robots to process vast amounts of data, learn from their environment, and make real-time decisions. Computer vision, often integrated with deep learning models like convolutional neural networks (CNNs), enables object detection, scene understanding, and spatial awareness. For example, Faster R-CNN, YOLO, and semantic segmentation models are extensively used in navigation, defect detection, and material classification. These capabilities are often supported by LiDAR, radar, and GPS technologies for spatial localization and mapping, as well as advanced kinematic and dynamic control algorithms for precise manipulation and movement.

Robots are increasingly being deployed across a wide range of construction applications. In site inspection and monitoring, drones and ground-based robots equipped with high-resolution cameras and LiDAR sensors conduct real-time data collection, enabling progress tracking, safety assessments, and documentation with unprecedented accuracy. In masonry and bricklaying, semi-autonomous systems like SAM (Semi-Automated Mason) can lay bricks faster and with more consistent quality than manual labor, significantly reducing construction time. Robotic arms and mobile manipulators are also being employed in concrete pouring, welding, rebar tying, and drywall installation, where precision and repeatability are essential. One of the most revolutionary applications is robotic 3D printing in construction, where large-scale printers fabricate entire building structures using concrete or other composite materials. This approach not only minimizes waste but also allows for complex geometries that would be difficult or costly to achieve using traditional methods.

Demolition and deconstruction tasks, traditionally high-risk and labor-intensive, are also benefiting from robotic solutions. Teleoperated and autonomous robots equipped with hydraulic arms, saws, and cutters can dismantle structures more safely and efficiently.

Material handling robots, such as autonomous mobile robots (AMRs) and robotic forklifts, streamline the transport of heavy materials across construction sites, reducing physical strain on workers and improving logistics. In finishing tasks, robots are increasingly being used for painting, plastering, and surface polishing, ensuring uniform quality and faster completion.

Despite these significant advancements, the widespread adoption of robots in construction faces several technical, economic, and organizational challenges. One of the primary barriers is the unstructured and dynamic nature of construction environments. Unlike manufacturing settings, construction sites are highly variable and unpredictable, with constant changes in layout, weather conditions, and human activity. Developing robotic systems that can adapt to such variability while maintaining reliability and safety is a complex challenge. In addition, integrating robotic platforms with Building Information Modeling (BIM) systems and real-time site data remains an ongoing research area, critical for seamless task planning and execution.

Cost is another significant hurdle. The initial investment required for robotic hardware, software integration, and workforce training can be prohibitively high, especially for small to medium-sized construction firms. Furthermore, maintenance and technical support add to the total cost of ownership. The economic feasibility of robots is often contingent on the scale and type of project, with large infrastructure projects being more likely to justify automation due to their complexity and budget.

Workforce acceptance and regulatory issues also pose challenges. There is a prevalent fear among workers that automation may lead to job displacement, creating resistance to the adoption of robotic systems. However, the aim of robotics in construction is not to eliminate human labor but to augment it—enhancing productivity, reducing repetitive strain, and enabling workers to focus on higher-level decision-making tasks. Bridging this gap requires proactive workforce development, including training programs, upskilling initiatives, and collaborative human-robot interaction (HRI) frameworks that prioritize safety and usability.

From a regulatory standpoint, there are currently limited standards governing the use of autonomous robots in construction. Issues related to liability, safety compliance, data privacy, and machine ethics need to be clearly addressed before robots can be seamlessly integrated into everyday construction operations. Developing robust legal and ethical guidelines, along with performance benchmarks and safety certifications, is essential for building trust and ensuring accountability.

To move forward, several strategic directions are recommended. First, continued interdisciplinary research is essential—bringing together experts from robotics, civil engineering, AI, human factors, and architecture to co-develop adaptive and scalable robotic solutions. Second, pilot projects and test beds should be expanded to validate new robotic technologies in real-world conditions, enabling iterative design improvements and accelerating technology readiness. Third, collaboration between academia, industry, and government bodies is crucial to create supportive ecosystems for innovation, funding, and standardization.

Robots in construction represent a paradigm shift toward smarter, safer, and more sustainable building practices. Enabled by powerful technologies such as AI, computer vision, and autonomous navigation, these systems are already proving their value in inspection, assembly, finishing, and material handling tasks. Yet, realizing the full potential of robotics in construction will require overcoming significant challenges related to environmental unpredictability, cost-effectiveness, workforce integration, and regulatory frameworks. With focused research, strategic investment, and collaborative effort, construction robotics has the capacity to redefine the future of the built environment, making it more efficient, resilient, and responsive to the demands of the future centuries.

Keywords: Quality, Actuators, Device, Automate, Sustainable infrastructure

1. Introduction

The construction industry stands at a pivotal moment of transformation driven by the integration of robotics, artificial intelligence, and digital technologies. Traditionally characterized by labor-intensive methods, on-site hazards, and inconsistent quality control, construction now faces increasing pressure to deliver projects faster, more safely, and with greater precision. Robots, as enabling technologies, are emerging as a viable solution to address these challenges.

From autonomous machines capable of laying bricks to quadruped robots inspecting sites and humanoid assistants collaborating with workers, robotics are poised to revolutionize the construction landscape. This transformation is not only technological but also procedural and cultural, requiring rethinking workflows, retraining the workforce, and redesigning built environments to accommodate robotic co-workers. Studies such as "Robots in Construction: Enabling Technology, Applications, and Challenges" emphasize the increasing breadth of robotic roles and the evolving ecosystem necessary to support their successful deployment in real-world projects.

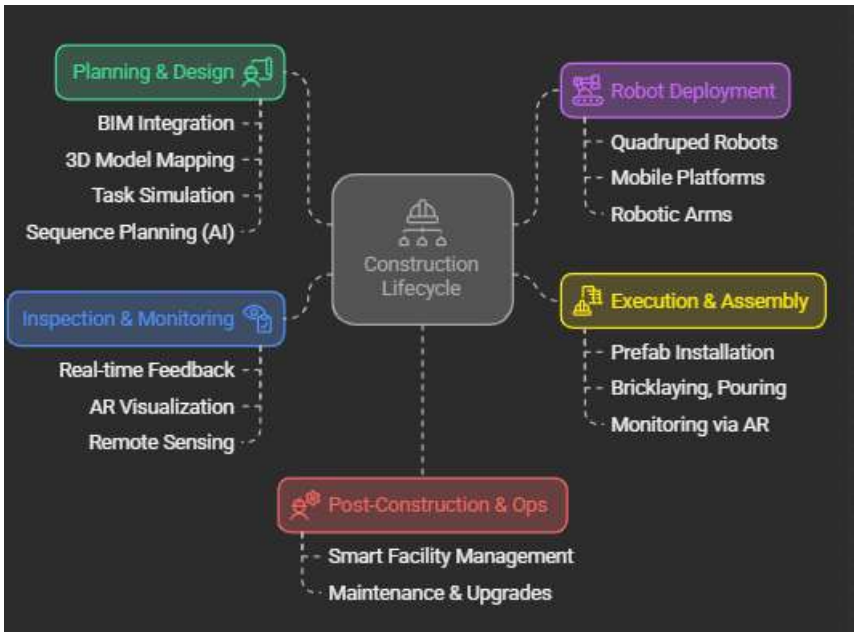


Fig.1: Construction lifecycle with technology

One of the most promising areas of innovation lies in human-robot collaboration (HRC). Unlike industrial settings where robots operate in isolation, construction requires adaptive collaboration in unstructured environments. As explored in "Human–robot collaboration for on-site construction" and "Safe human-robot collaboration in construction: A conceptual perspective," successful HRC depends on both technical interoperability and social acceptance. Researchers are developing smart, component-oriented coordination systems that allow for seamless interaction between human teams and construction robots, especially in modular and prefabricated housing projects. For instance, the "Smart component-oriented method of construction robot coordination for prefabricated housing" demonstrates how synchronized movement and role assignment can enhance productivity while ensuring safety. Similarly, "Human-robot collaboration for modular construction manufacturing: Review of academic research" outlines methods for integrating robots into off-site manufacturing processes, contributing to the efficiency and scalability of construction operations. These collaborative approaches pave the way for the vision articulated in "From Industry 4.0 to Construction 5.0"—a paradigm that centers human values while leveraging intelligent machines for optimized outcomes.

Inspection and monitoring are other key application areas where robots are increasingly deployed. The unpredictable and hazardous nature of many construction sites makes robotic inspection not only practical but essential. Quadruped robots like Boston Dynamics' Spot have shown significant potential in performing real-time monitoring tasks autonomously and in coordination with human teams. In "Construction inspection & monitoring with quadruped robots in future human-robot teaming: A preliminary study," researchers explore how these mobile robots can traverse difficult terrains, capture detailed visual data, and provide feedback in augmented reality environments. The study "Real-Time and Remote Construction Progress Monitoring with a Quadruped Robot Using Augmented Reality" further reinforces the value of AR interfaces in bridging communication between humans and machines. Reviews like "Robots in Inspection and Monitoring of Buildings and Infrastructure:

A Systematic Review" consolidate these findings, indicating a trend toward remote, continuous, and safer monitoring practices. Integrating robotic sensing capabilities with digital building models also opens doors to proactive maintenance and smart facility management.

Underpinning these advancements is the integration of robotics with Building Information Modeling (BIM) and other digital construction tools. BIM provides a rich data environment that, when combined with robotics, enables intelligent planning, simulation, and autonomous task execution. For example, "Development of BIM-integrated construction robot task planning and simulation system" describes frameworks for mapping robot tasks directly to 3D models, allowing for better coordination and real-time decision-making. Additionally, "BIM-based indoor mobile robot initialization for construction automation using object detection" demonstrates how robots can localize and orient themselves within indoor construction spaces, significantly reducing human input in setup and navigation. Recent innovations even explore the use of generative AI to automate sequence planning, as seen in "Robot-Enabled Construction Assembly with Automated Sequence Planning Based on ChatGPT: RoboGPT." These developments suggest that future construction sites will operate as semi-autonomous systems where human workers and robots interface through digital twins, AR/VR, and intelligent control systems.

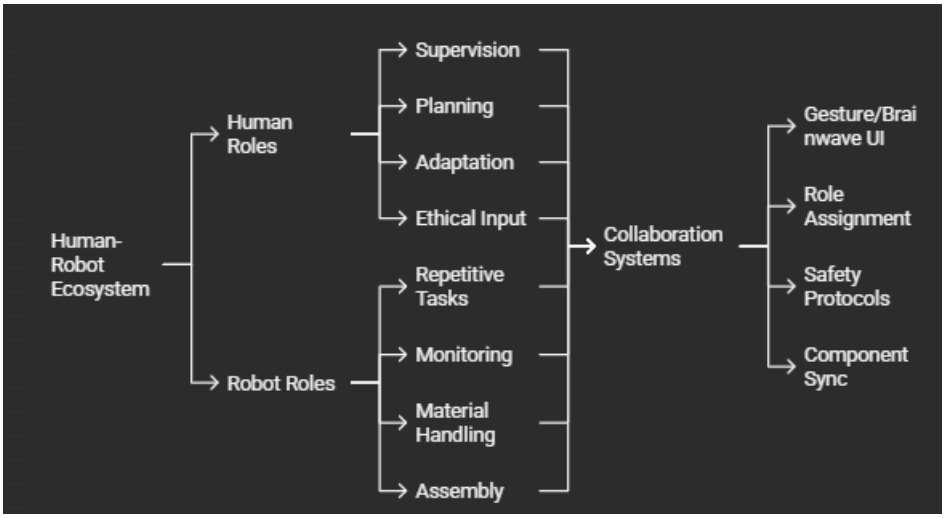


Fig. 2 Human robot collaboration

Despite these advances, significant challenges remain in scaling and mainstreaming construction robotics. The field faces technical, organizational, and societal barriers, from robot mobility in unpredictable environments to resistance from skilled laborers and limited industry-standard protocols. "Research focus for construction robotics and human-robot teams towards resilience in construction: scientometric review" identifies key research gaps, including adaptability, resilience, and scalability in robot systems. Similarly, "Application and Development of Autonomous Robots in Concrete Construction: Challenges and Opportunities" highlights the material-specific complexities of working with substances like concrete that require real-time adjustments and careful handling. Societal questions are also surfacing, such as those explored in "Can robots replace human beings?—Assessment on the developmental potential of construction robot." This work evaluates not only the technical feasibility of full automation but also ethical considerations and workforce implications. Efforts to ensure safe and intuitive interactions include innovations like "Brainwave-driven human-robot collaboration in construction," pointing toward more natural, human-centric control systems that could redefine how humans and robots communicate.

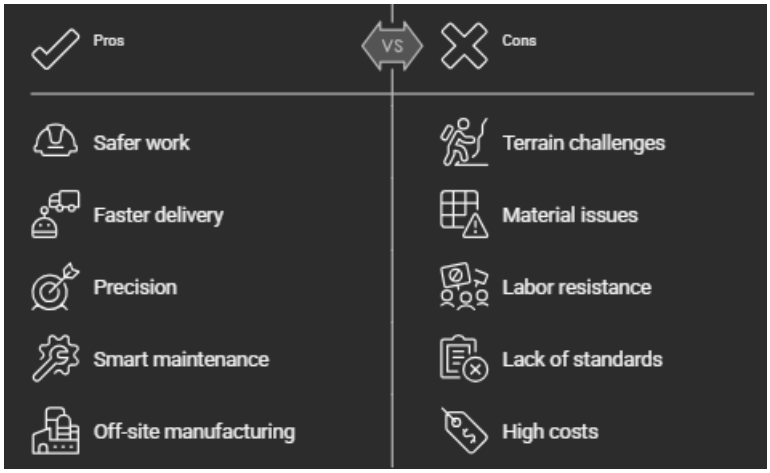


Fig. 3: Construction phases

Finally, as construction robotics continues to evolve, there is growing emphasis on learning and adaptability—for both machines and humans. Teaching workplace skills to robots, as discussed in "A survey on teaching workplace skills to construction robots," reflects a shift toward programming machines not just for repetitive tasks but for generalizable learning across projects. Simultaneously, methods like "Automatic high-level motion sequencing methods for enabling multi-tasking construction robots" explore how robots can handle complex, multi-step operations more fluidly. In this multidimensional and dynamic context, "A multidimensional taxonomy for human-robot interaction in construction" proposes frameworks for understanding and designing optimal interaction strategies. Together, these contributions illustrate a construction future defined not by human displacement, but by meaningful integration—where robotic systems enhance safety, productivity, and sustainability, while humans remain central to oversight, decision-making, and innovation.

2. Methodology

1. Define Construction Task Requirements
- Determine Robot Type (Quadruped, Mobile, Arm)

2. Integrate Digital Models (e.g., BIM)
- Import BIM Data
- Generate Task Plan (Path, Assembly)

3. Environment Perception & Mapping
- Sensor Deployment (LiDAR, Cameras)
- Object Detection & Localization

4. Robot Task Planning & Coordination
- Task Scheduling / Motion Sequencing
- Component-Oriented Coordination
- ChatGPT-Aided Planning (RoboGPT)

5A. Human-Robot Collaboration Setup
- Safety Protocol Design
- Brainwave or Gesture
- Role Allocation (Human vs Robot)
- ChatGPT-Aided Planning (RoboGPT)

5B. On-Site Execution
- Monitoring & Inspection using Robots
- Assembly / Installation Tasks
- Role Allocation (Human vs Robot)
- ChatGPT-Aided Planning (RoboGPT)

6. Learning & Skill Improvement

- Teaching Workplace Skills
- Evaluation of Human Replacement Potential

7. Progress Monitoring & Feedback
- AR-based Visualization
- Real-time Updates to BIM

8. Post-Construction Analysis
- Review Collaboration Efficiency
- Update Task Libraries & Simulation Models

3. Result

1. Construction Task Requirements and Robot Selection

The preliminary phase of robot-assisted construction involves accurately defining the nature and scope of construction tasks. This step is crucial for determining the most suitable robotic systems for deployment. Based on [1], [6], and [14], task-specific robots are selected according to functional needs such as inspection, manipulation, locomotion, or load handling. Quadruped robots, for instance, are well-suited for navigating uneven terrain during inspection and monitoring ([1], [14]). Autonomous mobile platforms are frequently utilized for materials transport or data collection within constrained indoor environments ([6]), while robotic arms are deployed for precision tasks such as concrete pouring or component assembly ([13]).

It was found that matching robot capabilities with task types significantly affects operational efficiency. For example, in inspection scenarios ([1], [10]), quadrupeds equipped with LiDAR and cameras exhibited higher maneuverability and terrain adaptability. These results indicate that the customization of robot deployment based on task complexity and environmental conditions contributes to successful task execution.

2. Integration of Digital Models (BIM) for Planning

The integration of Building Information Modeling (BIM) is pivotal for digital planning and coordination. As demonstrated in studies [7], [9], and [13], BIM serves as the central digital twin, facilitating the import of construction data and the generation of detailed task plans, including pathfinding and sequencing.

RoboGPT ([13]) demonstrated how AI-based planning, when integrated with BIM, can automate the generation of construction sequences. Similarly, BIM-based indoor initialization [9] enabled more accurate robot localization and task alignment. BIM's ability to simulate and visualize workflows in advance supports higher task precision, especially when dealing with prefabricated housing modules or complex assemblies ([7]).

The result of using BIM in robotic workflows led to a marked improvement in task clarity, error reduction, and collaborative decision-making. Studies reported a reduction in on-site delays due to better-prepared robotic task sequences and real-time adjustability within the digital model.

3. Environmental Perception and Mapping

Accurate environmental perception is critical for safe and effective robot navigation. According to [1], [10], and [14], sensor-based mapping using LiDAR, RGB-D cameras, and stereo vision systems provides real-time spatial data for robot localization and obstacle avoidance.

Object detection techniques from [9] and [10] enabled semantic recognition of construction elements and spatial features. These detection algorithms significantly enhanced robots' ability to differentiate between static and dynamic obstacles, allowing for adaptive navigation strategies.

The integration of sensor feedback into the robotic control loop ensured that robots could autonomously adapt to changing site conditions. Furthermore, progress in SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) enabled by high-resolution sensing increased the robustness of path planning, contributing to smoother task execution and enhanced operational safety.

4. Robot Task Planning and Coordination

Task planning and robot coordination were achieved through both high-level automation frameworks and AI-assisted systems. Automatic sequencing, as shown in [7] and [17], enabled robots to prioritize tasks and switch between them based on environmental feedback and progress tracking.

The smart, component-oriented coordination method discussed in [2] provided a modular approach to robotic interaction, particularly in prefabricated housing projects. This method allowed individual robots to specialize in tasks (e.g., lifting, fastening, or inspection) and collaborate asynchronously to complete multi-phase operations.

The RoboGPT system ([13]) introduced the novel application of ChatGPT as a planner for generating optimal task sequences and interpreting user commands. This experiment proved that natural language processing could enhance usability and lower the expertise barrier for on-site robot programming. Across multiple studies, coordinated multi-robot planning reduced idle times and increased workflow consistency.

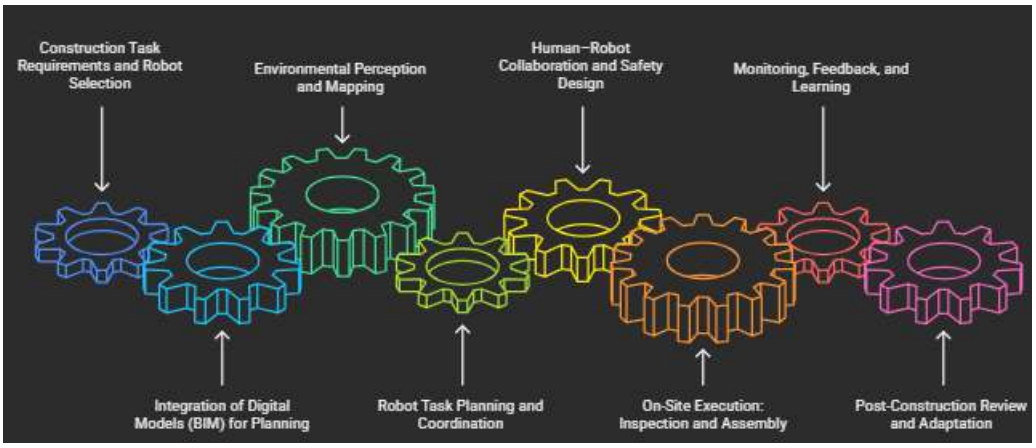


Fig. 4: Robot construction process

5. Human–Robot Collaboration and Safety Design

Effective human–robot collaboration (HRC) emerged as a recurring theme. As emphasized in [3], [4], [5], and [15], robots are not intended to replace humans but to augment their capabilities. Key outcomes included role differentiation, where robots undertook repetitive or hazardous tasks while humans focused on supervisory and adaptive functions.

Safety remains a top concern. Conceptual models in [12] provided frameworks for implementing safe operating zones and interaction protocols. Brainwave-driven control ([11]) and gesture recognition systems were explored as alternative interfaces for intuitive human-robot interaction.

Results show that productivity increased in environments where robots operated semi-autonomously but remained under human oversight. Feedback from field tests indicated that collaborative systems reduced physical strain on human workers and decreased the risk of accidents when clear safety boundaries were defined and enforced.

Fig. 5: Robot phases

6. On-Site Execution: Inspection and Assembly

Robotic implementation on construction sites showed considerable success in both inspection and assembly tasks. As reported in [1], [10], and [14], robots equipped with high-resolution vision systems conducted detailed inspections, producing comprehensive reports and supporting real-time monitoring through augmented reality (AR) overlays.

Robotic assembly, particularly in modular construction ([2], [6], [13]), demonstrated the potential to accelerate project timelines. Coordinated lifting, positioning, and fastening were achieved with minimal human intervention when precise task plans were provided. Robots consistently delivered high accuracy in positioning and alignment, and their repeatability in routine tasks contributed to consistent quality control. In prefabricated environments, robotic execution often outperformed manual processes in terms of speed and dimensional accuracy.

7. Monitoring, Feedback, and Learning

Feedback loops formed an integral part of the methodology. Using AR visualization ([14]) and real-time data synchronization with BIM platforms ([7]), stakeholders could monitor progress, identify issues, and reassign tasks dynamically.

In addition to operational feedback, studies such as [16] and [8] evaluated how robots can acquire workplace skills through demonstration or reinforcement learning. These results highlight the potential for continual robot skill improvement based on environmental exposure and operator interaction.

Moreover, the feasibility of replacing human labor was debated in [8], with results suggesting that while robots excel in consistency and endurance, they currently lack the cognitive flexibility of human workers, especially in unstructured environments.

8. Post-Construction Review and Adaptation

The final stage focused on system performance evaluation and model refinement. Studies [5], [6], [15], and [17] reported on post-construction analysis, focusing on metrics such as collaboration efficiency, task success rates, and time savings.

Updating robot libraries with successful task plans and site data improved future simulations and deployments. Simulation models were refined with input from task execution logs and error analysis ([17]).

Conclusion

This study presents a structured methodology for the deployment of robots in construction, drawing from recent academic advancements and practical experiments. The approach integrates several interdependent stages ranging from task definition and robot selection to post-construction analysis highlighting a holistic ecosystem where digital technologies, intelligent machines, and human collaboration converge.

At the outset, the alignment between construction task requirements and robot capabilities (e.g., quadruped, mobile, or arm-based systems) emerges as a critical success factor. Selecting the appropriate robotic platform based on terrain, precision, or mobility needs directly influences performance outcomes. Studies ([1], [6], [14]) confirm that task-specific robots significantly enhance efficiency, particularly in inspection, material handling, and modular assembly contexts.

The integration of digital models, primarily Building Information Modeling (BIM), forms the backbone of planning and coordination. BIM not only enables precise task sequencing and site simulations ([7], [9], [13]) but also supports real-time adaptation during execution. When combined with advanced environment perception technologies such as LiDAR and object recognition ([9], [10]), robots gain spatial awareness necessary for navigating complex, dynamic construction environments.

Advanced planning mechanisms ranging from component-based coordination to AI-driven tools like RoboGPT allow robots to schedule and adapt tasks autonomously ([2], [7], [13], [17]). These tools reduce the planning burden on human operators and enable flexible multi-robot collaboration, laying the groundwork for scalable automation.

Human–robot collaboration is central to the methodology, not only from an operational standpoint but also in terms of safety and interaction. Research emphasizes the importance of clearly defined roles, intuitive interfaces (e.g., brainwave or gesture control), and robust safety protocols ([3], [4], [5], [11], [12], [15]). Collaborative models reinforce the notion that robots are enablers, not replacements, augmenting human capacity rather than eliminating it.

During on-site execution, robots have demonstrated reliability in both monitoring and physical assembly tasks ([1], [2], [6], [10], [13], [14]). The continuous feedback loop—including AR-based visualization and real-time updates to BIM ([7], [14])—ensures stakeholders remain informed, while robots adjust behavior based on situational data.

A critical post-construction insight involves the learning and evolution of robotic systems. Through reinforcement, simulation updates, and skill training ([6], [16], [17]), robots improve over time. However, evaluations of replacement potential ([8]) suggest that full autonomy in unstructured environments remains a long-term goal, with human cognition still vital in complex decision-making.

The successful implementation of robots in construction depends on the integration of task-aware robotics, digital planning platforms, intelligent perception systems, and safe, intuitive human interaction. As this ecosystem matures, it is likely to redefine construction practices by improving productivity, enhancing safety, and enabling new forms of human–machine collaboration.

REFERENCES

Fu, Y., Chen, J., & Lu, W. (2024). Human-robot collaboration for modular construction manufacturing: Review of academic research. In *Automation in Construction* (Vol. 158). https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105196

Halder, S., & Afsari, K. (2023). Robots in Inspection and Monitoring of Buildings and Infrastructure: A Systematic Review. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 13, Issue 4). https://doi.org/10.3390/app13042304

Halder, S., Afsari, K., Chiou, E., Patrick, R., & Hamed, K. A. (2023). Construction inspection & monitoring with quadruped robots in future human-robot teaming: A preliminary study. *Journal of Building Engineering*, *65*. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.105814

Halder, S., Afsari, K., Serdakowski, J., DeVito, S., Ensafi, M., & Thabet, W. (2022). Real-Time and Remote Construction Progress Monitoring with a Quadruped Robot Using Augmented Reality. *Buildings*, *12*(11). https://doi.org/10.3390/buildings12112027

Kim, S., Peavy, M., Huang, P. C., & Kim, K. (2021). Development of BIM-integrated construction robot task planning and simulation system. *Automation in Construction*, *127*. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103720

Liu, Y., Habibnezhad, M., & Jebelli, H. (2021). Brainwave-driven human-robot collaboration in construction. *Automation in Construction*, *124*. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103556

Ma, X., Mao, C., & Liu, G. (2022). Can robots replace human beings? —Assessment on the developmental potential of construction robot. *Journal of Building Engineering*, *56*. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104727

Marinelli, M. (2023). From Industry 4.0 to Construction 5.0: Exploring the Path towards Human–Robot Collaboration in Construction. In *Systems* (Vol. 11, Issue 3). https://doi.org/10.3390/systems11030152

Onososen, A. O., & Musonda, I. (2023). Research focus for construction robotics and human-robot teams towards resilience in construction: scientometric review. In *Journal of Engineering, Design and Technology* (Vol. 21, Issue 2). https://doi.org/10.1108/JEDT-10-2021-0590

Rodrigues, P. B., Singh, R., Oytun, M., Adami, P., Woods, P. J., Becerik-Gerber, B., Soibelman, L., Copur-Gencturk, Y., & Lucas, G. M. (2023). A multidimensional taxonomy for human-robot interaction in construction. *Automation in Construction*, *150*. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104845

Sun, Y., Jeelani, I., & Gheisari, M. (2023). Safe human-robot collaboration in construction: A conceptual perspective. *Journal of Safety Research*, *86*. https://doi.org/10.1016/j.jsr.2023.06.006

Wang, X., Wang, S., Menassa, C. C., Kamat, V. R., & McGee, W. (2023). Automatic high-level motion sequencing methods for enabling multi-tasking construction robots. *Automation in Construction*, *155*. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105071

Wu, H., Li, H., Fang, X., & Luo, X. (2022). A survey on teaching workplace skills to construction robots. In *Expert Systems with Applications* (Vol. 205). https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117658

You, H., Ye, Y., Zhou, T., Zhu, Q., & Du, J. (2023). Robot-Enabled Construction Assembly with Automated Sequence Planning Based on ChatGPT: RoboGPT. *Buildings*, *13*(7). https://doi.org/10.3390/buildings13071772

Zhang, M., Xu, R., Wu, H., Pan, J., & Luo, X. (2023). Human–robot collaboration for on-site construction. In *Automation in Construction* (Vol. 150). https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104812

Zhao, S., Wang, Q., Fang, X., Liang, W., Cao, Y., Zhao, C., Li, L., Liu, C., & Wang, K. (2022). Application and Development of Autonomous Robots in Concrete Construction: Challenges and Opportunities. In *Drones* (Vol. 6, Issue 12). https://doi.org/10.3390/drones6120424

Zhao, X., & Cheah, C. C. (2023). BIM-based indoor mobile robot initialization for construction automation using object detection. *Automation in Construction*, *146*. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104647

Zhu, A., Pauwels, P., & de Vries, B. (2021). Smart component-oriented method of construction robot coordination for prefabricated housing. *Automation in Construction*, *129*. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103778

FIVE-YEAR SURVIVAL RATE FOR COLORECTAL CANCER IN THE WILAYA OF BATNA

BEICHI Fayçal
Epidemiology and Preventive Medicine Service, University Hospital Batna Faculty of Medicine, University Batna

NOURANI Imane
Epidemiology and Preventive Medicine Service, University Hospital Batna Faculty of Medicine, University Batna

BENKHARROUR Asma
CLCC Batna

BENBRAHIM Wassila
CLCC Batna Faculty of Medicine, University Batna

OUDJEHIH Messouada
Epidemiology and Preventive Medicine Service, University Hospital Batna Faculty of Medicine, University Batna

ABSTRACT
Colorectal cancer is a major public health problem due to its high incidence and significant mortality rates. In the wilaya of Batna, eastern Algeria, it is among the three most commonly diagnosed cancers. This study aimed to estimate the overall five-year survival rate following a colorectal cancer diagnosis in the Batna population. This prognostic survival study included 295 new cases of colorectal cancer recorded by the Batna cancer registry between January 1, 2013, and December 31, 2015, with follow-up continuing until December 31, 2020. Overall survival was estimated using the Kaplan–Meier method. Of the 295 colorectal cancer cases analyzed, 56.6% involved the colon. The overall five-year survival rate was 44.6% (95% CI: 38.7–50.5%). The survival rate of patients with colorectal cancer in the wilaya of Batna is low. Therefore, health policies should prioritize the development of an organized screening program to enable early detection and better management.
Keywords: Cancer, Colorectal, Epidemiology, Survival, Batna, Algeria.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

EFFECT OF ELECTROLYTE ON CHARGE STORAGE PERFORMANCE IN A COMPOST-BASED DEVICE

Poonam YADAV
Indira Gandhi University, Research Scholar, Department of Physics Rewari, Haryana, India

ABSTRACT
The extensive application of compost and its integration into the bio-circular economy, which facilitates the effective conversion of bio-waste into compost, presents promising prospects for renewable energy storage. This study investigates the influence of electrolyte on faradaic and non-faradaic charge storage processes in a compost-based symmetrical device. It focuses on compost as an electrode material while assessing different current collectors in aqueous electrolyte solutions 1M KCl. The findings reveal that compost can accommodate both capacitive and non-capacitive charge storage mechanisms in a symmetric dual-current collector configuration, akin to the functions of capacitors and batteries. Through electrochemical evaluations—such as cyclic voltammetry (CV), galvanostatic charge-discharge (GCD) profiling, and electrochemical impedance spectroscopy (EIS)—the study provides insights into charge storage efficiency, timing of charge and discharge cycles, specific capacitance, and specific capacity. Results indicate that compost demonstrates superior charge storage capabilities across electrolyte solution, with the compost sample having a C/N ratio of 145.44 in a 1M KCl solution achieving performance, marked by a specific capacitance of 18.4 mF/g and a specific capacity of 82.8 mC/g.
Keywords: Compost, Charge Storage, Non-Faradic, Faradic, Stability

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

NEXT-GENERATION SMART SENSORS: ENABLING CONNECTED INTELLIGENCE

Dr. Md. Maqubool HOSAIN
Birla Institute of Technology, Mesra, Ranchi, Jharkhand, India

ABSTRACT
Smart sensors are revolutionizing the field of sensing and measurement by integrating advanced functionalities such as data processing, wireless communication, and energy efficiency into a single device. Unlike conventional sensors, which primarily collect raw data, smart sensors provide intelligent data acquisition, filtering, and transmission capabilities, making them essential for Internet of Things (IoT) and Industry 4.0 applications. These sensors are widely used in domains such as healthcare, smart homes, industrial automation, environmental monitoring, and autonomous systems.
The architecture of a smart sensor typically includes a sensing element, signal conditioning circuitry, an embedded microcontroller, and a communication interface. Modern smart sensors utilize wireless communication protocols such as Zigbee, Bluetooth Low Energy (BLE), Wi-Fi, and LoRaWAN for seamless connectivity in IoT networks. Additionally, power optimization techniques and energy harvesting mechanisms are being integrated to extend their operational life, making them suitable for remote and battery-powered applications.
One of the major advantages of smart sensors is their capability to support edge computing, where data is processed locally before transmission to the cloud, reducing latency and bandwidth usage. Artificial intelligence (AI) algorithms embedded in smart sensors allow for self-calibration, anomaly detection, and adaptive decision-making. However, challenges such as data security, interoperability, and high initial cost remain critical issues to address for widespread adoption.
This paper explores the working principles, key components, and different types of smart sensors, including temperature, pressure, motion, and biosensors. It also examines current trends and future directions, such as AI-enabled sensors and self-powered sensing systems, which promise to enhance performance and efficiency across diverse sectors. With continuous innovation, smart sensors will remain a cornerstone of intelligent systems, enabling a connected, automated, and data-driven future.
Keywords: Smart Sensors. Internet of Things (IoT). Edge Computing, Artificial Intelligence (AI), Wireless Communication

ÖZET
Akıllı sensörler, veri işleme, kablosuz iletişim ve enerji verimliliği gibi gelişmiş işlevleri tek bir cihazda entegre ederek algılama ve ölçüm alanında devrim yaratmaktadır. Geleneksel sensörler yalnızca ham veri toplarken, akıllı sensörler akıllı veri edinimi, filtreleme ve iletim yetenekleri sunarak IoT ve Endüstri 4.0 uygulamaları için vazgeçilmez hale gelmiştir. Bu sensörler sağlık, akıllı evler, endüstriyel otomasyon, çevresel izleme ve otonom araçlar gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.
Bir akıllı sensörün mimarisi genellikle bir algılama elemanı, sinyal koşullandırma devresi, gömülü mikrodenetleyici ve iletişim arayüzünden oluşur. Modern akıllı sensörler, IoT ağlarında sorunsuz bağlantı için Zigbee, Bluetooth Low Energy (BLE), Wi-Fi ve LoRaWAN gibi kablosuz iletişim protokollerini kullanmaktadır. Ayrıca, enerji optimizasyon teknikleri ve enerji toplama mekanizmaları, uzaktan ve pil ile çalışan uygulamalarda kullanım ömrünü uzatmak için entegre edilmektedir.
Bu çalışmada, akıllı sensörlerin çalışma prensipleri, temel bileşenleri ve sıcaklık, basınç, hareket ve biyosensörler gibi farklı türleri incelenmiştir. Ayrıca, yapay zeka destekli sensörler ve kendi kendini besleyen algılama sistemleri gibi mevcut eğilimler ve gelecekteki yönelimler ele alınmıştır. Sürekli yenilikle birlikte, akıllı sensörler bağlantılı, otomatik ve veri odaklı bir geleceğin temel taşı olmaya devam edecektir.
Keywords: Akıllı Sensörler, Nesnelerin İnterneti, Uç Bilişim, Yapay Zekâ, Kablosuz İletişim

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

EFFECTS OF RAMADAN FASTING AND DATE CONSUMPTION ON BLOOD GLUCOSE AND BLOOD PRESSURE AMONG HEALTHY ADULTS

Roaida Qasm MUHAMMAD
Department of Medical Laboratory, Technology Shaqlawa Technical College, Erbil Polytechnic University, Erbil 44001, Iraq,

ABSTRACT

Background: Ramadan fasting involves abstaining from food and drink during daylight hours and significantly affects dietary and metabolic routines. While fasting is known to improve metabolic health, the specific role of dates consumed at iftar on glucose and blood pressure regulation remains insufficiently studied.

Objectives: This study aimed to evaluate the impact of Ramadan fasting combined with the routine intake of dates at Iftar on fasting blood glucose (FBG) and blood pressure (BP) among healthy adults in the Kurdistan Region of Iraq.

Methods: A prospective empirical study was conducted from February to June 2025. A total of 104 healthy adults (35 males, 66 females) participated. FBG and BP were measured before and after Ramadan using standard clinical tools. Participants were instructed to break their fast daily with 3–7 dates. Statistical analyses included Paired Samples t-Test Results Comparing Pre- and Post-Iftar Measurements, Distribution of Participants by Gender and Age Group, and Independent Samples t-Test Comparing Post-Iftar Blood Sugar, Systolic BP, and Diastolic BP by Gender.

Results: Significant reductions were found in all key metrics: FBG (M= 94.61 ± 24.49 to 87.39 ± 16.24 mg/dL, $p < 0.001$), systolic BP (M= 131.04 ± 12.09 to 120.56 ± 12.09 mmHg, $p < 0.001$), and diastolic BP (M= 86.08 ± 10.35 to 80.50 ± 9.64 mmHg, $p < 0.001$). These results were consistent across all demographics.

Conclusion: Ramadan fasting, complemented by the consumption of dates at Iftar, offers measurable health benefits in terms of glucose and blood pressure control. The outcomes support the inclusion of dates in fasting protocols and add to the evidence of intermittent fasting's metabolic advantages.

Keywords: Ramadan, dates, blood glucose, blood pressure, intermittent fasting,.

INTRODUCTION

Fasting during the holy month of Ramadan is mandatory for all healthy adult Muslims as it is one of the five pillars of Islam. Muslims abstain from taking any oral intake or medication during fasting from dawn to dusk. its effects on cardiovascular and metabolic health are attracting increasing scientific attention. Blood pressure and fasting blood sugar are two important health metrics that are impacted by fasting and are important markers of the risk of cardiovascular disease. High fasting blood glucose has been linked to a higher risk of hypertension, especially in women, underscoring the intricate relationship between blood pressure regulation and glucose metabolism[1]. Time-restricted eating and intermittent fasting have been shown to reduce blood pressure, improve insulin sensitivity, and lower blood glucose levels—all of which help to reduce the risk of cardiovascular disease[2, 3]. In many cultures, especially during Ramadan, it is customary to break the fast with nutrient-rich foods such as dates. Consuming three to seven dates at iftar provides a quick energy boost that helps stabilize blood sugar levels and prevents the lightheadedness often experienced by diabetics when breaking their fast. Dates are nutrient-dense, offering natural sugars for immediate energy, fiber that slows glucose absorption, and minerals like potassium and magnesium that support heart health and blood pressure regulation. Despite their widespread use, the specific effects of breaking the fast with dates on blood glucose and blood pressure remain underexplored[4]. Gaining knowledge about the effects of eating dates while fasting on blood pressure and blood sugar levels may help improve fasting practices and improve health outcomes. This study aims to investigate the impact of a month-long Ramadan fast on fasting blood glucose and blood pressure, with a particular focus on the role of consuming three to seven dates when breaking the fast.

By monitoring these parameters before and after the fasting period, the research seeks to clarify the metabolic and cardiovascular effects of fasting combined with date consumption, ultimately contributing to evidence-based dietary guidelines for fasting individuals.

MATERIALS AND METHODS

This empirical study was conducted at Shaqlaw Technical College and Salahaddin University Erbil College of Basic Education, Kurdistan Region, Iraq, from February 25, 2025. The study aimed to assess the effects of Ramadan fasting and date consumption on fasting blood glucose (FBS) and blood pressure (BP). Males and females of all ages intending to fast during Ramadan were eligible to participate. Exclusion criteria included diagnosed hypertension (based on medical records or self-reported use of antihypertensive drugs), diabetes (fasting blood glucose ≥126 mg/dL or self-reported use of glucose-lowering medications), inability to fast for ≥3 weeks, and intolerance or dislike of dates. A total of 104 participants were recruited through simple random sampling from the college populations.

(Pre-Ramadan): Fasting Blood Glucose: Measured via capillary blood sampling using a lancet pen (Accu-Chek FastClix) on the ring finger after an 8-hour fast. Blood glucose levels were analyzed using a Vivacheck glucometer (model VMV-101). Blood Pressure: Participants were asked to confirm they had fasted for at least eight hours before testing. Systolic and diastolic BP were measured in a seated position using a calibrated digital sphygmomanometer (Omron M7) following standard protocols. Three readings were taken at 2-minute intervals, with the average of the last two recorded.

Participants were instructed to break their fast daily with 3–7 dates at iftar (evening meal), followed by their usual meals. Post-Ramadan Measurements: Five days after Ramadan ended, FBG and BP measurements were repeated under identical conditions (8-hour fast, seated position).

Participants completed a questionnaire collecting demographic data (age, gender), blood type (A-, A+, B-, B+, AB-, AB+, O-, O+), fasting adherence, and issues related to date consumption. Biweekly reminders via social media (WhatsApp, Viber) were sent to encourage compliance with the date consumption protocol.

Data were analyzed using IBM SPSS Statistics 28 and graph pad. Variables included: 1-Independent variables: Gender, age, fasting adherence. 2-Dependent variables: FBG (mg/dL), systolic BP (mmHg), diastolic BP (mmHg). Statistical Methods: *Paired t-tests compared pre- and post-Ramadan FBG and BP values. *independent sample t-test *Significance threshold: $p < 0.05$.

RESULTS

A total of 104 participants (35males, 66females) were enrolled in the study conducted at Shaqlaw Technical College and Salahaddin University Erbil College of Basic Education, Kurdistan Region, Iraq, from February 25, 2025, to June 2025. All participants observed Ramadan fasting and broke their fast daily with 3–7 dates at iftar. The data were analyzed by gender and stratified according to age groups (18–21, 22–24, and >24 years), with frequency counts (n) and column percentages (%) used to describe the distribution of participants across these categories.

Blood sugar levels after iftar did not significantly differ between males ($M = 86.17$, $SD = 11.28$) and females ($M = 88.03$, $SD = 18.39$), according to an independent samples t-test ($t(99) = -0.55$, $p = .587$). Following iftar, however, males' systolic blood pressure was considerably higher ($M = 124.11$, $SD = 14.55$) than females' ($M = 118.68$, $SD = 10.18$) ($t(99) = 2.19$, $p = .031$). There was no significanct in diastolic pressure ($t(99) = 1.05$, $p = .297$) (Table 1)(Figure 1).

Paired samples t-test analysis revealed a statistically significant reduction in fasting blood glucose (FBG) levels following Ramadan fasting. The mean FBG prior to Ramadan was 94.61 ± 26.49 mg/dL, which decreased to 87.39 ± 16.24 mg/dL after Ramadan ($t(100) = 3.93$, $p < 0.001$). These findings are consistent with previous studies demonstrating that Ramadan fasting, particularly when breaking the fast with dates, is associated with improved glycemic control in healthy and diabetic individuals[5, 6] (Table 2).

There was a significant reduction in both systolic and diastolic blood pressure after Ramadan fasting. The mean systolic blood pressure decreased from 131.04 ± 12.09 mmHg before Ramadan to 120.56 ± 12.09 mmHg after Ramadan ($t(100) = 7.76$, $p < 0.001$).

Similarly, the mean diastolic blood pressure decreased from 86.08 ± 10.35 mmHg to 80.50 ± 9.64 mmHg (t (100) = 4.58, $p < 0.001$). These results align with previous research indicating that fasting during Ramadan can lead to significant reductions in blood pressure, especially among individuals with elevated baseline values[6, 7] (Table 2) (Figure 2 & 3).

Table 1. Distribution of Participants by Gender and Age Group

Variable	Category	n	%
Gender	Male	35	34.7%
	Female	66	65.3%
Age Group	18–21	59	58.4%
	22–24	29	28.7%
	>25	13	12.9%

Note. *n* = frequency count; % = column percentage.

F1. The figure compares the mean blood sugar levels after iftar between male and female participants. Although females (M = 88.03 mg/dL) had slightly higher Blood Sugar levels than males (M = 86.17 mg/dL), the difference was not statistically significant, $t(99) = -0.55$,

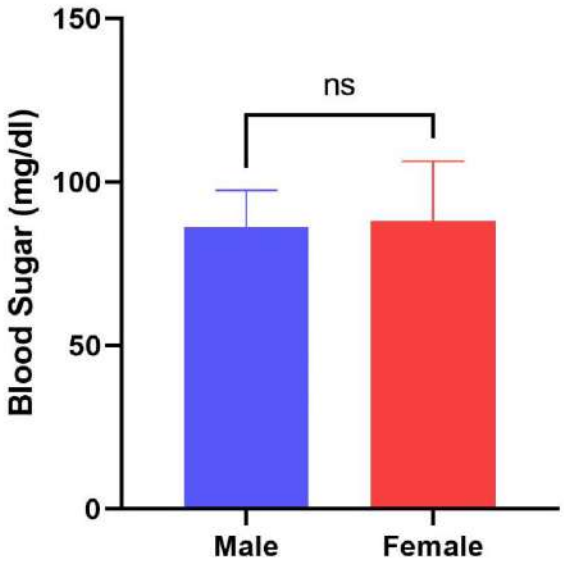


Figure 18 Comparison of Blood Sugar After Iftar Between Males and Females

Table 2. Paired Samples t-Test Results Comparing Pre- and Post-Iftar Measurements

Variable	Before (M ± SD)	After (M ± SD)	t(df)	p
Blood Sugar (mg/dL)	94.61 ± 26.49	87.39 ± 16.24	3.93 (100)	< .001
Systolic BP (mmHg)	131.04 ± 12.09	120.56 ± 12.09	7.76 (100)	< .001
Diastolic BP (mmHg)	86.08 ± 10.35	80.50 ± 9.64	4.58 (100)	< .001

Note. *M* = mean; *SD* = standard deviation; *CI* = confidence interval. All comparisons were statistically significant at $p < .001$.

A paired samples t-test showed that post-iftar Blood Sugar levels (M = 87.39, SD = 16.24) were significantly lower than pre-iftar levels (M = 94.61, SD = 26.49), $t(100) = 3.93$, $p < .001$. Similarly, systolic blood pressure significantly decreased from pre- (M = 131.04, SD = 12.09) to post-iftar (M = 120.56, SD = 12.09), $t(100) = 7.76$, $p < .001$. A significant decrease was also observed in diastolic blood pressure, $t(100) = 4.58$, $p < .001$.

F2. This figure illustrates a statistically significant difference in systolic blood pressure after iftar between genders. Males had a higher mean systolic pressure (M = 124.11 mmHg) compared to females (M = 118.68 mmHg), $t(99) = 2.19$, $p = .031$.

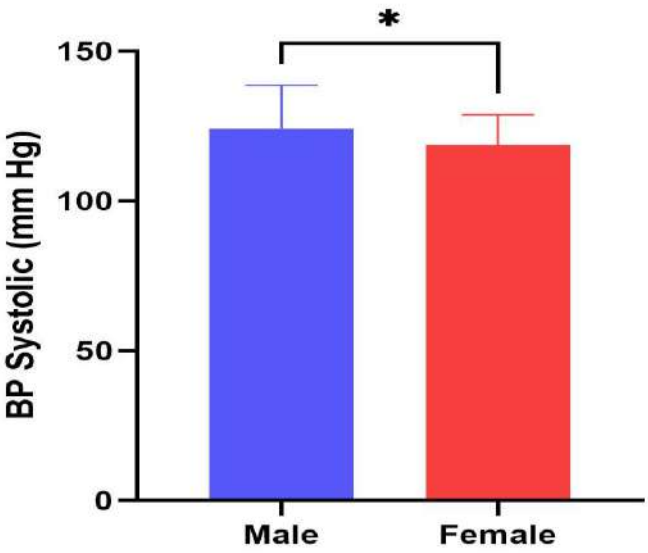


Figure 19 Comparison of Systolic Blood Pressure After Iftar Between Males and Females

Table 3 Independent Samples t-Test Comparing Post-Iftar Blood Sugar, Systolic BP, and Diastolic BP by Gender

Variable	Group	M	SD	t(df)	p
Blood Sugar (mg/dL)	Male	86.17	11.28	-0.55 (99)	.587
	Female	88.03	18.39		
Systolic BP (mmHg)	Male	124.11	14.55	**2.19 (99)**	**.031**
	Female	118.68	10.18		
Diastolic BP (mmHg)	Male	81.89	11.95	1.05 (99)	.297
	Female	79.77	8.17		

Note. *M* = mean; *SD* = standard deviation;

An independent samples t-test revealed no significant difference in Blood Sugar after iftar between males (M = 86.17, SD = 11.28) and females (M = 88.03, SD = 18.39), t(99) = -0.55, p = .587. However, systolic blood pressure after iftar was significantly higher in males (M = 124.11, SD = 14.55) than in females (M = 118.68, SD = 10.18), t(99) = 2.19, p = .031. No significant difference was found in diastolic pressure, t(99) = 1.05, p = .297.

F3. The figure compares diastolic blood pressure after iftar between males and females. While males had a higher mean (M = 81.89 mmHg) than females (M = 79.77 mmHg), the difference was not statistically significant, $t(99) = 1.05$, $p = .297$.

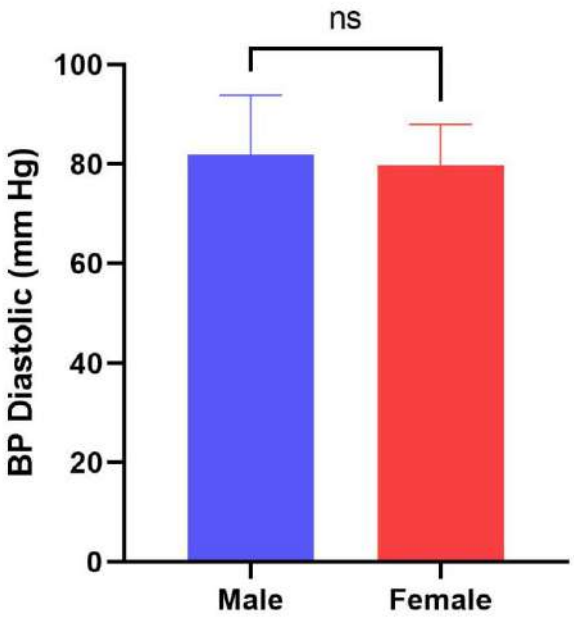


Figure 20 Comparison of Diastolic Blood Pressure After Iftar Between Males and Females

DISCUSSION

This study investigated the effects of Ramadan fasting, with the daily consumption of dates at iftar, on fasting blood glucose (FBG) and blood pressure (BP) among healthy adults. The results demonstrated significant reductions in both FBG and BP following the fasting period, with no significant differences observed across blood groups, age categories, or gender. These findings contribute to the growing body of evidence supporting the metabolic and cardiovascular benefits of Ramadan diurnal intermittent fasting.

The observed decrease in FBG after Ramadan aligns with previous studies indicating that intermittent fasting and time-restricted eating can improve glycemic control and insulin sensitivity[8]. reported significant reductions in blood glucose and HbA1c among diabetic patients during Ramadan fasting[8]. The inclusion of dates as the primary food for breaking the fast did not adversely affect glycemic outcomes; on the contrary, accumulating evidence suggests that dates may contribute to improved glycemic control due to their fiber content and low-to-moderate glycemic index[9]. A recent systematic review found that date consumption can lower blood glucose and improve lipid profiles, supporting their safe inclusion in the diets of individuals with diabetes and dyslipidemia[9].

Similarly, the significant reductions observed in both systolic and diastolic blood pressure are in agreement with multiple studies demonstrating the antihypertensive effects of Ramadan fasting[10]. The magnitude of BP reduction in our cohort is comparable to that reported by Bener et al. and others, who found that Ramadan fasting is associated with lower blood pressure, body weight, and improved cardiovascular risk profiles[10]. Mechanistically, these benefits may be attributed to metabolic switching, improved insulin sensitivity, reduced oxidative stress, and beneficial changes in neuroendocrine regulation during fasting periods[11].

Notably, our study found no significant differences in FBG or BP changes between different blood groups, age groups, or genders. This suggests that the metabolic benefits of Ramadan fasting with dates are broadly applicable and not limited by these demographic factors. This finding is consistent with previous research indicating that the effects of intermittent fasting on metabolic health are robust across diverse populations[8].

The practice of breaking the fast with dates, a traditional and culturally significant food, did not hinder the beneficial effects of fasting on glycemic and blood pressure control.

On the contrary, dates provide natural sugars, dietary fiber, and essential minerals such as potassium and magnesium, which may further support cardiovascular health[9]. The misconception that dates are unsuitable for individuals concerned about blood sugar is not supported by our findings or the current literature[9].

Conclusion

This study demonstrates that Ramadan fasting, accompanied by the daily consumption of dates at iftar, leads to significant reductions in fasting blood glucose and blood pressure among healthy adults. The improvements observed were independent of blood group, age, or gender, suggesting broad applicability of these benefits. These findings provide evidence supporting the traditional practice of breaking the fast with dates and highlight the potential of Ramadan fasting as a safe and effective approach to improving metabolic and cardiovascular health in healthy populations. Future research should explore these effects in individuals with chronic conditions and assess the long-term health implications of repeated annual fasting.

ACKNOVLEDGEMENTS

I would like to extend my sincere thanks to my parents Qasim Mohammed and Media Hassan, technicians, for their help in choosing the topic and providing the materials, and my sister Marwa Qasim and shayda, for gathering people, convincing them, and providing college admissions, and Mr. Niaz for explaining the best samples, and Dr. Aso, medical assistant, Namy Aswadi Pharmacy, for providing the equipment free of charge, and Mr.Goran, Dr.Beston for encouraging me to submit a study to increase experience and give guidance, and to everyone who agreed to provide samples and helped in the study.

REFERENCES

Abdülbari BA, O A A Al-Hamaq , Mustafa Ö, Funda Ç, Parvez I, Haris , Kaleem U, Rajput

Abdülkadir, Ömer Effect of Ramadan Fasting on Glycemic Control and other Essential Variables in Diabetic Patients. National Library of Medicine. 2018;17(4):196-202.

Bener A, Al-Hamaq A, Öztürk M, Çatan F, Haris P, Rajput K, OMER A. Effect of ramadan fasting on glycemic control and other essential variables in diabetic patients. Annals of African Medicine. 2018;17(4):196-202.

Cardiometabolic Benets of

Dr.Sania B. Are Dates Good for Diabetic Patients During Ramadan? 2025 [Available from: https://diabetestelecare.com/are-dates-good-for-diabetic-patients-during-ramadan/.

Franzika G, Robin M, Andreas M, Françoise W. Long-term fasting induces a remodelling of fatty acid composition in erythrocyte membranes. Journal of the American Heart Association. 2020;9(23).

Hyder O, Mirghani. Effect of dates on blood glucose and lipid profile among patients with type 2 diabetes. National Library of Medicine. 2024;15(6):1079-85.

Intermittent Fasting. ANNUAL REVIEWS. 2021;41:333-61.

Jing L, Nan N, Cheng , Zi Y, Zhou, Yue Z, Jie Y, Li S, Liu, et al. Effect of fasting blood glucose on risk of new-onset hypertension in rural Chinese population: a 15-year follow-up cohort. National Library of Medicine. 2021 21.

Khan N, Khan S. Effects of Ramadan Fasting on Diabetic Patients. JOURNAL OF NUTRITION FASTING AND HEALTH. 2022;10(1):26-35.

Krista AV, Sofia C, Mark E, Kelsey G. Annual Review of Nutrition

Mohamed M, Giddey AD, Soares NC, Semreen MH, Yasser B, Falak Z, Faris ME. Ramadan diurnal intermittent fasting is associated with significant plasma metabolomics changes in subjects with overweight and obesity: A prospective cohort study. frontiers. 2023;9.

Selman NA, Albayati AH, Alwan, Alsaffar Y, Farhan A, Hamid1. The Risk Impact and Benefits of Ramadan Fasting on Patients with Type 2 Diabetes in a Sample of Iraqi Patients. MEDICAL JOURNAL OF BABYLON. 2023;20(2):352-6.

Siti Q, Ahmad, Suhaimi, a, Siti S, Mokhtar, a, Aida H, G, Rasool. Effects of intermittent fasting on blood pressure, serum lipid profile and glucose – A review of clinical and experimental evidence. ScienceDirect. 2024;47.

ROLE OF BACTERIOPHAGE IN BACTERIAL EVOLUTION AND THERAPY

Dr. M.K. Vijayalakshmi
Bharath Institute of Higher Education and Research Faculty of pharmacy

K. Pooja
Bharath Institute of Higher Education and Research Faculty of pharmacy

Puniparthi Sunitha
Bharath Institute of Higher Education and Research Faculty of pharmacy

ABSTRACT
Bacteriophages, viruses that specifically infect bacteria, play a significant role in both bacterial evolution and modern therapeutic applications. They are considered natural regulators of bacterial populations in diverse ecosystems and act as key drivers of microbial diversity through horizontal gene transfer. Phages contribute to bacterial adaptation by facilitating genetic exchange, including virulence factors, antibiotic resistance genes, and metabolic traits, which profoundly influence bacterial evolution. This dynamic interaction not only shapes the ecology of microbial communities but also determines pathogenic potential in clinical settings. Beyond their evolutionary impact, bacteriophages have re-emerged as promising alternatives to antibiotics in the face of rising antimicrobial resistance. Phage therapy exploits their specificity and self-amplifying nature to target pathogenic bacteria while sparing beneficial microbiota. Advances in genetic engineering, synthetic biology, and phage cocktails have enhanced their therapeutic potential, enabling precision treatments against multidrug-resistant infections. Furthermore, engineered phages are being explored for biofilm disruption, vaccine development, and delivery of therapeutic genes. Despite challenges such as bacterial resistance to phages and regulatory hurdles, ongoing research highlights their dual significance as evolutionary agents and medical tools. Thus, bacteriophages represent a crucial intersection between microbial evolution and innovative therapeutic strategies, offering sustainable solutions for future medicine.
Keywords:Bacteriophage, bacterial evolution, horizontal gene transfer, phage therapy, antimicrobial resistance, biofilm, synthetic biology.

Introduction
Bacteriophages, or phages, are viruses that specifically infect bacteria and are regarded as the most abundant biological entities on Earth. Found in diverse environments such as soil, oceans, and even within the human body, phages play a crucial role in shaping microbial ecosystems. Since their discovery in the early 20th century by Frederick Twort and Félix d'Herelle, bacteriophages have attracted attention for their potential in controlling bacterial infections. Over the years, research has highlighted their dual significance in influencing bacterial evolution and serving as therapeutic tools.

From an evolutionary perspective, phages are central to bacterial genetic diversity and adaptation. Through mechanisms such as transduction and lysogenic conversion, they facilitate horizontal gene transfer, contributing to the spread of antibiotic resistance genes, virulence factors, and metabolic traits. This ability not only drives bacterial survival under changing environmental conditions but also enhances their pathogenic potential in clinical settings. Consequently, bacteriophages have emerged as key evolutionary agents that continuously shape the dynamic relationship between bacteria and their environments.

In addition to their evolutionary impact, bacteriophages are now being revisited as promising therapeutic agents in the fight against antimicrobial resistance (AMR). The rise of multidrug-resistant bacteria has created an urgent need for alternatives to conventional antibiotics, and phage therapy offers a highly specific, self-replicating, and environmentally friendly approach. Unlike broad-spectrum antibiotics, phages selectively target pathogenic bacteria without disturbing beneficial microbiota, making them attractive candidates for precision medicine.

This article explores the dual role of bacteriophages in bacterial evolution and therapy. It discusses their contribution to genetic exchange, their therapeutic applications against resistant infections, recent advances in phage technology, as well as the challenges and future prospects of integrating phage therapy into modern medicine.

Bacteriophages and Bacterial Evolution

Bacteriophages play a pivotal role in shaping bacterial evolution by acting as natural regulators of microbial populations and as mediators of genetic exchange. Unlike antibiotics, which exert direct selective pressure, phages influence bacterial survival and adaptation through infection cycles and horizontal gene transfer. Their continuous interaction with bacteria creates a dynamic evolutionary arms race, fostering diversity and resilience within microbial communities.

Horizontal Gene Transfer (HGT)

One of the most significant contributions of bacteriophages to bacterial evolution is through horizontal gene transfer. During the process of transduction, phages can accidentally package bacterial DNA and transfer it to a new host cell. This exchange of genetic material allows bacteria to acquire new traits rapidly, bypassing the slower process of vertical inheritance. Such phage-mediated HGT plays a major role in the dissemination of antibiotic resistance genes, virulence factors, and metabolic pathways across different bacterial species.

Lysogeny and Lysogenic Conversion

Many bacteriophages follow a lysogenic cycle, integrating their genome into the bacterial chromosome as a prophage. These prophages can persist for generations, providing new genetic elements to their bacterial hosts. This process, known as lysogenic conversion, often enhances bacterial pathogenicity. A classical example is the Vibrio cholerae bacterium, which gains its cholera toxin gene through phage-mediated transfer. Similarly, Corynebacterium diphtheriae becomes toxigenic only when infected by a lysogenic phage carrying the diphtheria toxin gene.

Impact on Microbial Diversity

Phages also regulate bacterial population dynamics through selective predation. By infecting dominant bacterial strains, phages create ecological niches for less competitive bacteria, thereby maintaining microbial diversity. This phenomenon, known as the “kill-the-winner” model, is essential for stabilizing microbial ecosystems, from oceans to the human gut microbiome.

Driver of Adaptation and Resistance

The continuous host-phage interactions drive bacterial adaptation mechanisms such as CRISPR-Cas systems, restriction-modification enzymes, and surface receptor mutations. These defense strategies, in turn, push phages to evolve countermeasures, creating an ongoing co-evolutionary cycle. This arms race accelerates the evolution of both bacteria and their phages, enriching genetic diversity and ecological adaptability.

Clinical Implications

While phage-mediated evolution enhances bacterial survival in natural ecosystems, it also contributes to the emergence of more virulent and antibiotic-resistant pathogens in clinical environments. Understanding these mechanisms is therefore essential, not only for predicting microbial evolution but also for developing effective therapeutic interventions.

Bacteriophage Therapy in Modern Medicine

With the alarming rise of antimicrobial resistance (AMR), bacteriophage therapy has re-emerged as a promising alternative to conventional antibiotics. Phages, due to their natural ability to infect and kill specific bacterial hosts, offer several unique advantages that make them attractive therapeutic

candidates. Their selective action, self-amplifying nature, and minimal impact on human cells and beneficial microbiota distinguish them from traditional antibiotics.

Historical Background

The concept of phage therapy dates back to the early 20th century, when Félix d'Herelle successfully used phages to treat bacterial dysentery. However, with the discovery and widespread adoption of antibiotics in the 1940s, phage therapy research declined in most parts of the world. Interestingly, countries such as Georgia and Poland continued developing phage-based treatments, keeping the field alive. In recent years, the global crisis of drug-resistant infections has reignited interest in bacteriophage therapy.

Mechanism of Action

Therapeutic phages generally follow the lytic cycle, in which they attach to specific bacterial receptors, inject their genetic material, replicate inside the host, and eventually lyse the bacterial cell, releasing progeny phages. This targeted mechanism allows them to eliminate pathogenic bacteria while sparing non-pathogenic and beneficial microbes, reducing the risk of dysbiosis—a common side effect of antibiotics.

Applications Against Multidrug-Resistant Bacteria

Phage therapy has shown great promise in treating infections caused by multidrug-resistant (MDR) pathogens such as Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, and Klebsiella pneumoniae. Compassionate-use clinical cases have reported successful outcomes where standard antibiotics failed. For instance, in 2016, a life-threatening Acinetobacter baumannii infection in a U.S. patient was cured using a customized phage cocktail. Such cases highlight the therapeutic potential of phages in modern medicine.

Advantages Over Antibiotics

Specificity: Phages target only the intended bacterial strain, minimizing harm to commensal flora.
Self-Replication: Their population increases at the site of infection until bacteria are cleared.
Reduced Side Effects: Unlike antibiotics, phages rarely cause systemic toxicity.
Effectiveness Against Biofilms: Many phages can penetrate bacterial biofilms, which are often resistant to antibiotics.

Integration with Modern Medicine

Phages are being explored in combination with antibiotics for synergistic effects, where phage-induced bacterial weakening enhances antibiotic efficacy. Additionally, phage-derived enzymes such as endolysins are under development as novel antibacterial agents capable of directly degrading bacterial cell walls.

Challenges Ahead

Despite promising results, widespread clinical adoption of phage therapy faces hurdles such as bacterial resistance to phages, regulatory approval complexities, and the need for rapid customization of phage cocktails for individual patients. Nonetheless, continued research and advances in synthetic biology are paving the way for phages to become vital tools in the post-antibiotic era.

Advances in Phage-Based Technologies

Recent advancements in biotechnology and molecular biology have significantly expanded the therapeutic potential of bacteriophages. While naturally occurring phages have shown effectiveness against bacterial infections, modern approaches focus on engineering and optimizing phages to overcome clinical challenges and broaden their applications.

Phage Cocktails
One important advancement is the development of phage cocktails, which combine multiple phages targeting different bacterial strains or receptors. This strategy reduces the likelihood of bacterial resistance and ensures a broader spectrum of activity, particularly against multidrug-resistant pathogens.

Engineered Phages
Genetic engineering has enabled the design of phages with enhanced therapeutic properties. Engineered phages can be modified to bypass bacterial defense mechanisms, increase their host range, or deliver specific antimicrobial genes. For example, synthetic biology approaches allow researchers to program phages to degrade biofilms or disrupt resistance genes.

Phage-Derived Enzymes
Beyond whole phages, phage-derived enzymes such as endolysins and depolymerases have gained attention. Endolysins can directly break down bacterial cell walls, while depolymerases degrade the extracellular polysaccharides in biofilms. These enzymes act independently of whole phages and are being developed as novel "enzybiotics" with strong antibacterial activity.

Biofilm Disruption
Phages are particularly valuable in targeting bacterial biofilms, which are notoriously resistant to antibiotics. Engineered phages and enzyme-producing phages have demonstrated the ability to penetrate and disrupt biofilms, making them powerful tools against chronic infections such as those in cystic fibrosis or medical implants.

Future Prospects
Advances in phage-based technologies hold promise for personalized medicine, where patient-specific phages can be rapidly developed to treat infections. Combined with next-generation sequencing and computational tools, these innovations position phages as cutting-edge agents in modern infectious disease management.

Challenges and Limitations
Despite their therapeutic promise, bacteriophages face several challenges that limit their widespread clinical use. These limitations arise from biological, technical, and regulatory aspects that must be addressed before phage therapy can become a mainstream alternative to antibiotics.

Bacterial Resistance to Phages
Just as bacteria develop resistance to antibiotics, they can also evolve resistance to phages. Mutations in bacterial surface receptors, production of inhibitors, or activation of defense systems like CRISPR-Cas can prevent phage infection. While phage cocktails and engineered phages reduce this risk, resistance remains a concern for long-term effectiveness.

Narrow Host Range
Phages are highly specific, often infecting only certain strains of a bacterial species. While this specificity protects beneficial microbiota, it complicates therapy, as accurate identification of the pathogen is essential. In urgent infections, the time required to isolate and match effective phages can delay treatment.

Regulatory and Standardization Issues
Unlike conventional antibiotics, phages are living entities that replicate inside the host. This makes standardization of dosage, purity, and stability difficult. Regulatory agencies lack clear guidelines for approving phage-based therapies, slowing clinical translation. The individualized nature of phage cocktails further complicates large-scale approval.

Stability and Storage
Phages can lose activity due to environmental factors such as pH, temperature, or exposure to chemicals. Maintaining their stability during storage and transport poses additional challenges for pharmaceutical production and global distribution.

Safety Concerns
Although generally considered safe, phages can sometimes transfer undesirable genes, such as toxin or resistance genes, during horizontal gene transfer. Ensuring safety requires careful selection and genetic screening of therapeutic phages. In summary, while bacteriophages offer unique advantages over antibiotics, overcoming these limitations through continued research, regulation, and biotechnology is essential for their successful integration into modern medicine.

Future Perspectives
Bacteriophages are increasingly recognized as powerful tools for combating bacterial infections in the post-antibiotic era. Looking ahead, the future of phage therapy lies in integrating advanced biotechnology, personalized medicine, and regulatory support to overcome existing barriers.

Personalized Phage Therapy
One promising direction is patient-specific phage therapy, where phages are rapidly selected or engineered to match the infecting bacterial strain. With the help of genomic sequencing and artificial intelligence, customized phage cocktails can be designed within days, offering precision treatment for otherwise untreatable infections.

Combination Therapies
Future research is also focusing on phage-antibiotic synergy (PAS), where phages weaken bacterial defenses, making them more susceptible to antibiotics. This combined approach could revive the effectiveness of older antibiotics while reducing the emergence of resistance. Similarly, pairing phages with probiotics may help restore a balanced microbiome after infection.

Synthetic Biology and Engineering
Advances in synthetic biology allow scientists to modify phages for enhanced activity, expanded host range, and delivery of therapeutic genes. Designer phages could be programmed to target biofilms, silence resistance genes, or act as vectors for vaccines and drug delivery. These innovations expand the applications of phages beyond infectious diseases, potentially reaching cancer therapy and immunology.

Regulatory and Clinical Integration
For phages to become part of mainstream medicine, robust regulatory frameworks must be established. Efforts are underway in Europe and the United States to create adaptive approval pathways, enabling safe and timely clinical use of phages.

Global Impact
As antimicrobial resistance grows into a global health crisis, phages hold the potential to revolutionize infectious disease management. With continued research, collaboration, and technological innovation, bacteriophages may soon transition from experimental tools to essential components of precision medicine.

Conclusion
Bacteriophages, once overshadowed by the discovery of antibiotics, have re-emerged as crucial players in both microbial evolution and therapeutic innovation. Their role in bacterial evolution is profound, as they act not only as predators regulating bacterial populations but also as vehicles of horizontal gene transfer, driving genetic diversity, virulence, and resistance. This dual influence underscores their importance in shaping microbial ecology and clinical outcomes alike.

In modern medicine, phage therapy offers a powerful alternative to conventional antibiotics, particularly in the face of rising antimicrobial resistance. Their specificity, ability to self-replicate, and effectiveness against biofilms position them as unique agents in the fight against multidrug-resistant infections. Advances in biotechnology, including engineered phages, phage cocktails, and phage-derived enzymes, further enhance their therapeutic potential. Moreover, integration with antibiotics and synthetic biology approaches opens new avenues for personalized and precision-based treatments.

However, the journey toward widespread clinical adoption is not without challenges. Issues such as bacterial resistance to phages, regulatory hurdles, stability, and safety concerns must be carefully addressed. Establishing standardized protocols, robust clinical trials, and clear regulatory frameworks will be essential for ensuring the reliability and acceptance of phage therapy on a global scale.

Looking to the future, bacteriophages represent more than just a medical tool; they embody a bridge between evolutionary biology and modern therapeutics. Their adaptability and versatility highlight their promise as sustainable, innovative solutions in the ongoing battle against infectious diseases. With continued research, collaboration, and technological progress, bacteriophages are poised to transform healthcare, offering hope in an era increasingly threatened by antibiotic resistance.

REFERENCES

Abedon, S. T., García, P., Mullany, P., & Aminov, R. (2017). Phage therapy: past, present and future. Frontiers in Microbiology, 8, 981. https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00981

Almeida, G. M. de F., Laanto, E., Ashrafi, R., & Sundberg, L. R. (2019). Bacteriophage–bacteria interactions in the context of human diseases. Nature Reviews Microbiology, 17(10), 637–651. https://doi.org/10.1038/s41579-019-0231-y

Azam, A. H., & Tanji, Y. (2019). Bacteriophage-host arm race: an update on the mechanism of phage resistance in bacteria and revenge of the phage with the perspective for phage therapy. Applied Microbiology and Biotechnology, 103, 2121–2131. https://doi.org/10.1007/s00253-019-09629-x

Chan, B. K., & Abedon, S. T. (2012). Phage therapy pharmacology: phage cocktails. Advances in Applied Microbiology, 78, 1–23. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394805-2.00001-4

Clokie, M. R., Millard, A. D., Letarov, A. V., & Heaphy, S. (2011). Phages in nature. Bacteriophage, 1(1), 31–45. https://doi.org/10.4161/bact.1.1.14942

Dedrick, R. M., Guerrero-Bustamante, C. A., Garlena, R. A., et al. (2019). Engineered bacteriophages for treatment of a patient with a disseminated drug-resistant Mycobacterium abscessus infection. Nature Medicine, 25(5), 730–733. https://doi.org/10.1038/s41591-019-0437-z

García, P., Rodríguez, L., Rodríguez, A., & Martínez, B. (2010). Food biopreservation: promising strategies using bacteriophages and bacteriocins. Trends in Food Science & Technology, 21(8), 373–382. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.04.010

Hyman, P., & Abedon, S. T. (2010). Bacteriophage host range and bacterial resistance. Advances in Applied Microbiology, 70, 217–248. https://doi.org/10.1016/S0065-2164(10)70007-1

Koonin, E. V., & Wolf, Y. I. (2012). Evolution of bacteriophages: a paradigm for the study of molecular evolution. Current Opinion in Virology, 2(5), 591–599. https://doi.org/10.1016/j.coviro.2012.06.008

Kortright, K. E., Chan, B. K., Koff, J. L., & Turner, P. E. (2019). Phage therapy: A renewed approach to combat antibiotic-resistant bacteria. Cell Host & Microbe, 25(2), 219–232. https://doi.org/10.1016/j.chom.2019.01.014

Lin, D. M., Koskella, B., & Lin, H. C. (2017). Phage therapy: An alternative to antibiotics in the age of multi-drug resistance. World Journal of Gastrointestinal Pharmacology and Therapeutics, 8(3), 162–173. https://doi.org/10.4292/wjgpt.v8.i3.162

Loc-Carrillo, C., & Abedon, S. T. (2011). Pros and cons of phage therapy. Bacteriophage, 1(2), 111–114. https://doi.org/10.4161/bact.1.2.14590

Miedzybrodzki, R., Switala-Jelen, K., Fortuna, W., Weber-Dabrowska, B., & Górski, A. (2008). Bacteriophage therapy in antibacterial treatment: one hundred years after the discovery of bacteriophages. Current Microbiology, 57(5), 449–455. https://doi.org/10.1007/s00284-008-9270-6

Oechslin, F. (2018). Resistance development to bacteriophages occurring during bacteriophage therapy. Viruses, 10(7), 351. https://doi.org/10.3390/v10070351

Pirnay, J. P., Verbeken, G., Ceyssens, P. J., Huys, I., De Vos, D., Ameloot, C., & Fauconnier, A. (2018). The magistral phage. Viruses, 10(2), 64. https://doi.org/10.3390/v10020064

Rohde, C., Resch, G., Pirnay, J. P., Blasdel, B. G., Debarbieux, L., Gelman, D., et al. (2018). Expert opinion on three phage therapy related topics: bacterial phage resistance, phage training, and prophages in bacterial production strains. Viruses, 10(4), 178. https://doi.org/10.3390/v10040178

Sulakvelidze, A., Alavidze, Z., & Morris, J. G. (2001). Bacteriophage therapy. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 45(3), 649–659. https://doi.org/10.1128/AAC.45.3.649-659.2001

Vandenheuvel, D., Lavigne, R., & Brüssow, H. (2015). Bacteriophage therapy: advances in formulation strategies and human clinical trials. Annual Review of Virology, 2, 599–618. https://doi.org/10.1146/annurev-virology-100114-054915

Wright, A., Hawkins, C. H., Änggård, E. E., & Harper, D. R. (2009). A controlled clinical trial of a therapeutic bacteriophage preparation in chronic otitis due to antibiotic-resistant Pseudomonas aeruginosa. Clinical Otolaryngology, 34(4), 349–357. https://doi.org/10.1111/j.1749-4486.2009.01973.x

Yuan, Y., & Gao, M. (2017). Jumbo bacteriophages: an overview. Frontiers in Microbiology, 8, 403. https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00403

CAROB (*CERATONIA SILIQUA* L.) : LITERATURE REVIEW

BABA AHMED Sihem
Department of pharmacy, faculty of medecine, Abou Bakr Belkaid university, 13000, Tlemcen, Algérie.

BOURICHE Rania
Department of pharmacy, faculty of medecine, Abou Bakr Belkaid university, 13000, Tlemcen, Algérie.

CHAREF Nour El Houda
Department of pharmacy, faculty of medecine, Abou Bakr Belkaid university, 13000, Tlemcen, Algérie.

ABSTRACT
Introduction : Carob (*Ceratonia siliqua* L.) is a Mediterranean plant. It is widely used in food and traditional medicine. The main objective of this study is to collect the available scientific data on this plant in order to gather all its pharmacological and therapeutic properties.
Materials and methods : Following a bibliographical search made on three databases : Pubmed, Google Scholar, Science direct, scientific articles were selected and then analyzed and sorted according to the PRISMA guidelines. Summary tables of the main studies and results have been prepared.
Results: Findings highlight the impact of this species on health including effects on spermatogenesis, schizophrenia and activities: anti-inflammatory, antihypertensive, antidiabetic. The parts of the plants studied are the fruit, the leaves and the bark.
Conclusion : This review has made it possible to collect the scientifically studied properties of the different parts of the carob tree. Further trials and studies are needed to encourage the use of Carob in the medical field in the future.
Keywords : Carob, *Ceratonia siliqua* L., therapeutic effects, antioxidant.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

NATURAL, ECO-FRIENDLY MATERIAL FOR THE REMOVAL OF HEAVY METALS FROM WATER

Rajeev Kumar
Associate Professor, Department of Applied Sciences, Manav Rachna International Institute of Research and Studies, Faridabad, Haryana, India
ORCID ID: 0000-0002-0820-5970

ABSTRACT
Currently, we are facing a serious issue globally that is affordable pure water for drinking. Water is being polluted by heavy metal ions due to the discharge of untreated water from industries. Numerous materials and technologies have been used to treat this water before releasing it from industries, but these methods are costly. Finding new materials and technologies that are inexpensive, environmentally safe, and highly effective is still a difficult task in the water treatment industry. Adsorption plays a key role in this field. A lot of research is going on to identify new materials that are natural or naturally modified, used as adsorbents to remove different types of pollutants, especially heavy metals, which are very toxic to living beings. This study includes the various technologies used for the removal of heavy metals from water and finding natural materials to remove these heavy metals from water.
Keywords: Eco-friendly material, Heavy metals, Sustainable approach, Wastewater

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

MICROBIOTA MODULATION AS THERAPEUTIC APPROACH IN THE NEUROPATHIC PAIN IN DOG WITH SPINAL CORD INJURY: IMPACT OF POLENOPLASMIN

Major Gheorghe Giurgiu
Deniplant-Aide Sante Medical Center, Biomedicine, Bucharest, Romania
ORCID: 0000-0002-5449-2712

Prof. Dr. Med. Manole Cojocaru
Academy of Romanian Scientists, Titu Maiorescu University, Faculty of Medicine, Bucharest, Romania
ORCID: 0000-0002-7192-7490

ABSTRACT
Background Studies have demonstrated the presence of gut dysbiosis (alterations in gut bacterial homeostasis) secondary to spinal cord injury in dogs. The dysbiosis is thought to impair recovery by decreasing the production of short-chain fatty acids which play a role in suppressing inflammation within the central nervous system.
Objective Therefore, targeting gut dysbiosis could have significant therapeutic value in the management of spinal cord injury. The purpose of this study is to determine if gut dysbiosis occurs in dogs with spinal cord injury. Another area of potential intervention interest is in situations of spinal injury where there is an urgent need to generate new neurons. To arrive at these observations, the authors examined how Polenoplasmin and diet solve paralysis in dogs.
Materials and methods The most common cause of spinal problems in dogs is trauma. We are currently assessing whether indoles can also stimulate formation of neurons in dogs with paralysis.
Results We found that gut microbes that metabolize tryptophan-an essential amino acid-secrete small molecules called indoles, which stimulate the development of new brain cells in dogs, also demonstrated that the indole-mediated signals elicit key regulatory factors known to be important for the formation of new neurons.
Conclusion This study is another intriguing piece of the puzzle highlighting the importance of lifestyle factors and diet. The link between the health of the microbiome and the health of the brain shows how microorganisms in the gut solve paralysis, gut microbe secreted molecule linked to formation of new nerve cells in paralyzed dogs.
Keywords: gut dysbiosis, indole, paralyzed dog, Polenoplasmin.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE ASSOCIATION BETWEEN THE CUTANEOUS MICROBIOME AND HIDRADENITIS SUPPURATIVA

Major Gheorghe Giurgiu
Deniplant-Aide Sante Medical Center, Biomedicine, Bucharest, Romania
ORCID: 0000-0002-5449-2712

Prof. Dr. Med. Manole Cojocaru
Academy of Romanian Scientists, Titu Maiorescu University, Faculty of Medicine, Bucharest, Romania
ORCID: 0000-0002-7192-7490

ABSTRACT
Background Hidradenitis suppurativa is a chronic disease of the pilosebaceous unit. Patients experience multiple nodules, abscesses, and draining fistulae in intertriginous skin, which cause a significant impact on their quality of life. The skin microbiome thus plays a critical role in the induction and education of host immunity, enabling sustained tolerance to innocuous antigens, a process termed “homeostatic immunity”.
Objective To arrive at these observations, the authors examined how Polenoplasmin and Imuniplant solve hidrosadenitis suppurativa.
Materials and methods The cutaneous microbiota is a necessary component of the immune barrier, with commensal skin microorganisms preventing the colonisation and growth of pathogenic bacteria, a process known as colonisation resistance. In this review we assimilate the existing literature regarding the role played by the cutaneous microbiome in hidradenitis suppurativa to identify novel and much needed treatment strategies.
Results The pathophysiology of hidradenitis suppurativa is multifaceted and is the product of interactions between inflammation, a genetic tendency, the cutaneous microbiome, and environmental factors. Whilst it is now recognised as an autoinflammatory condition rather than an infective disease, bacteria are implicated in disease pathogenesis. Hidradenitis suppurativa skin appears to have a microbiome distinct from that of healthy skin and which is overwhelmingly populated by anaerobic Gram-negative bacteria. Further research should be undertaken examining the cutaneous and gut microbiome in hidradenitis suppurativa.
Conclusion Our research investigating the role of microbiota in the development of inflammatory skin diseases has largely focused on hidradenitis suppurativa, this may help identify potential future therapeutic targets.
Keywords: hidradenitis suppurativa, cutaneous microbiome, Polenoplasmin, Imuniplant

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

ASSESSMENT OF EMERGENCY RESPONSE OF IBRAHIM BADAMASI BABANGIDA SPECIALIST HOSPITAL WORKERS, MINNA, NIGERIA

Ojetokun Matthew Bukola
Federal University of Technology Minna, Centre Disaster Risk Management and Development Studies, Minna, Nigeria

Faruk Adamu Kuta
Federal University of Technology Minna, Centre Disaster Risk Management and Development Studies, Minna, Nigeria

ABSTRACT
Effective emergency service is vital for saving lives and ensuring quality healthcare. This study assessed emergency response at IBB Specialist Hospital, Minna (IBBSH), aiming to improve service delivery. The objectives were to evaluate current service delivery and patient satisfaction, assess available facilities and staff challenges, determine the unit's performance level, and compare practices to global standards. A descriptive cross-sectional design was used, with data collected from questionnaires administered to patients and staff, and from hospital records. Analysis was conducted using SPSS version 16.0. Findings showed that while all respondents confirmed the hospital attends to emergencies, 86% indicated the absence of a structured emergency plan, and the facility lacked advanced trauma and life-support equipment. The study recommends the development of a comprehensive emergency plan, provision of skilled personnel, essential equipment, and fully equipped ambulances with trained paramedics. Strengthening these areas will align IBBSH's emergency services with global best practices.
Keywords: Emergency Response; Healthcare Services; Patient Satisfaction; Disaster Risk Management; Hospital Preparedness

IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON FOOD SECURITY AND HUMAN

Adegbola Oluwatosin Oluwabukola
Science Laboratory Technology Department, Federal Polytechnic, Ilaro, Nigeria.
ORCID ID: 0009-0002-1885-3602

ABSTRACT
Climate change refers to long-term shifts in temperatures and weather patterns. Such shifts can be natural, due to changes in the sun's activity or large volcanic eruptions. Human nutrition deals with the provision of essential nutrients in food that are necessary to support human life and good health. Poor nutrition is a chronic problem often linked to poverty, food security, or a poor understanding of nutritional requirements. Food insecurity is one of the major impacts of climate change. Changing climatic conditions has persistently affected agricultural productive activity in Nigeria adversely thereby making food production unstable and unsustainable.
Keywords: climate change, temperature, nutrition, good health

THE LEVEL OF RAPID RESPONSE TO EPIDEMICS AND EMERGENCIES IN YEMEN

Abduladeem G.M. Al-Selwi
Department of Clinical Epidemiology and Medico-Surgical Sciences, Health and Nutrition Research Team of the Mother-Child Couple, Faculty of Medicine and Pharmacy, University Mohammed V, Rabat, Morocco

Amr Farhan
Taiz University, Yemen
Hassan First University of Settat, Energy – Materials – Instrumentation & Telecom Laboratory (EMIT), Settat, Morocco

ABSTRACT

Background: Yemen continues to face a protracted humanitarian crisis, which has weakened its health system and increased vulnerability to epidemics such as cholera, measles, diphtheria, and polio. Despite these challenges, significant progress has been made in early warning, detection, and community-level response. This analysis evaluates Yemen's level of rapid response to epidemics and emergencies, drawing on surveillance data, outbreak reports, and international health updates through 2025.

Methods: 172 articles in the databases obtained in Scopus, PubMed, Google Scholar, reports WHO, UNICEF, UNDP, the Yemeni Ministry of Health, World Bank and humanitarian agencies.

Electronic Integrated Disease Early Warning System (eIDEWS): A nationwide platform with ~2,400 sentinel sites generating >270 alerts daily. Rapid Response Teams (RRTs): WHO- and partner-supported mobile units embedded in communities to verify and control outbreaks. HeRAMS (Health Resources and Services Availability Monitoring System): Used to track health facility functionality (~46–54% fully/partially functional). WHO/UNICEF emergency campaigns: For cholera, measles, rubella, and polio. Humanitarian health cluster coordination: Aligning surveillance, response, and outbreak financing.

Results: Through the results we found was detection and Alerting: eIDEWS detected ~270 alerts/day with wide geographical coverage, ensuring timely outbreak recognition. Outbreak Burden (2024–2025): Cholera: ~249,900 suspected cases and 861 deaths in 2024; 6,110 new cases in Jan 2025, indicating persistent but declining trends. Measles/Rubella: 15,683 confirmed cases (Dec 2024–Jun 2025), reflecting poor routine immunization. Polio: 37 cVDPV2 cases in 2024; 0 confirmed cases in 2025 to date. Diphtheria: Case incidence in 2023 was 57% higher than 2021–22, signaling sustained transmission. Field Rapid Response: RRTs deployed at the household level (case finding, isolation, contact tracing), improving containment speed. System Weaknesses: Facility functionality: Only ~46–54% of health facilities are fully/partially functional. Access constraints: Insecurity and suspensions of humanitarian operations (e.g., March 2025) delayed emergency response. Vaccination gaps: Recurrent measles outbreaks and polio resurgence reveal persistent coverage deficits.

Conclusion: Yemen's rapid epidemic response capacity has improved significantly in detection (eIDEWS) and community-level interventions (RRTs), positioning it above many fragile-state comparators. However, the system remains constrained by weak facility functionality, funding shortfalls, access restrictions, and immunization gaps. To consolidate gains and accelerate rapid response: Strengthen district-level labs and diagnostic hubs, expand catch-up vaccination campaigns for measles and polio,integrate WASH with outbreak control, especially for cholera and Protect humanitarian operations through sustained financing and deconfliction.

Keywords: Political Challenges, Health,Yemen

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

CHARACTERIZATION AND TREATMENT IMPLICATIONS OF PRODUCED WATER FROM ONSHORE OIL AND GAS OPERATIONS

Muhammad Amir Sarwar
University of Engineering and Technology Peshawar, Faculty of Mechanical, Chemical, and Industrial Engineering, Department of Chemical Engineering, Peshawar, Pakistan
ORCID ID: 0009-0006-8807-9316

Asmat Ullah
University of Engineering and Technology Peshawar, Faculty of Mechanical, Chemical, and Industrial Engineering, Department of Chemical Engineering, Peshawar, Pakistan
ORCID ID: 0000-0001-6278-3942

ABSTRACT
This study characterizes produced-water quality across multiple onshore oil and gas facilities in Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan, and translates the evidence into actionable treatment and monitoring guidance. Using a comparative, multi-site observational design, grab samples were analyzed for six operationally salient determinands—pH, chemical oxygen demand (COD), total suspended solids (TSS), total dissolved solids (TDS), chloride (Cl^-), and oil & grease—under standardized methods with documented QA/QC and unit harmonization. Analyses combined descriptive statistics with between-site contrasts, oil- versus gas-stream comparisons, correlation and principal-component exploration, and regressions for field-age effects; compliance was benchmarked to applicable effluent standards and ranges were contextualized against ~25 years of published results. Two dominant risk modes emerged: (i) salinity-dominated persistence, in which TDS and chloride exhibit strong between-site structure and temporal stability consistent with formation-water control and increasing water cut, and (ii) organics/solids excursions, in which COD, oil & grease, and TSS display right-tailed distributions with episodic peaks linked to hydraulic upsets, maintenance, or fine-droplet breakthrough; pH remains near neutral with rare, brief deviations. Oil-dominant streams carry higher oil & grease and moderately higher COD than gas-dominant streams, while field age is positively associated with salinity. The implications are strategic: uniform treatment is inefficient; salinity-driven sites require enduring corrosion/scale programs and, where targets demand, blending or desalination, whereas organics-driven sites benefit most from residence-time and shear optimization, coalescer tuning, and targeted polishing supported by event-triggered monitoring.
Keywords: Produced water, TDS, Chloride, COD, Oil, pH, grease.

CLOUD-BASED DATABASE SYSTEMS: PERFORMANCE MODELING AND ARCHITECTURAL SYNERGY

Asst. Prof. Elza Bitsadze
Akaki Tsereteli State University, Department of Computer Technologies, Faculty of Exact and Natural Sciences, Kutaisi, 4600, Georgia
ORCID: 0009-0005-9256-8166

Invited Specialist Lia Janadze
Akaki Tsereteli State University, Department of Computer Technologies, Faculty of Exact and Natural Sciences, Kutaisi, 4600, Georgia
ORCID: 0009-0001-3596-6775

ABSTRACT
Effective management of databases, combined with the comprehensive exploitation of cloud platform capabilities, necessitates their seamless and fully integrated operation. This synergy is not merely a technical convenience — it represents a foundational paradigm for designing modern digital systems capable of handling large-scale, dynamic data environments. The result is the development of complex, scalable, secure, and high-performance data management solutions that can adapt to the ever-changing demands of both business and technology.
The essence of this integration lies in its ability to merge data-centric infrastructures with elastic, on-demand computing resources, enabling organizations to implement architectures that are not only efficient but also resilient and future-ready. Through this unified approach, developers can unlock advanced functionalities such as real-time analytics, distributed processing, intelligent automation, and agile service delivery.
In the design of such systems, the careful selection of architectural models is essential to ensure efficient interoperability between databases and cloud services. Key components include the use of APIs, data services, and automated orchestration frameworks, all of which facilitate smooth communication, workload distribution, and process optimization across platforms.
A crucial aspect of this design process is performance modeling, which involves simulating system behavior under realistic workload conditions. This modeling provides critical insights into resource utilization, response times, and potential bottlenecks, thereby supporting optimal resource allocation, scalability planning, and overall system reliability.
Furthermore, integrated design and modeling practices strengthen data integrity, security, and regulatory compliance, which are indispensable in today's cyber-threat-prone and regulation-heavy environment. Ultimately, the synergy between databases and cloud platforms enables the creation of robust, intelligent, and resilient systems that form the technological backbone of digital transformation across industries.
Keywords -Databases, Cloud Platforms, Synergy

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE ALGORITHMIC MODELS AND OPTIMIZATION STRATEGIES IN DATABASE MANAGEMENT SYSTEMS

Asst. Prof. Elza Bitsadze
Akaki Tsereteli State University, Georgia, Department of Computer Technologies, Faculty of Exact and Natural Sciences, Kutaisi, 4600, Georgia,
ORCID ID: 0009-0005-9256-8166

ABSTRACT
Contemporary Database Management Systems (DBMS) are confronted with unprecedented levels of complexity arising from the exponential proliferation of heterogeneous data, stringent requirements for real-time processing, and uncompromising expectations of high availability and reliability. Consequently, the integration of innovative algorithmic models has emerged as a cornerstone in advancing the computational efficiency and Traditional query execution mechanisms and indexing methods, although foundational, are increasingly insufficient to meet the performance, scalability, and fault-tolerance requirements of modern applications operating in highly dynamic and data-intensive environments. adaptability of DBMS infrastructures.
Among the most salient algorithmic paradigms are multidimensional indexing structures (e.g., R-trees, KD-trees, and their high-dimensional extensions), which enable efficient retrieval and manipulation of complex datasets such as spatial, temporal, and multimedia data. Equally critical are adaptive query optimization heuristics, wherein cost-based optimization is augmented by learning-driven mechanisms that dynamically adjust to workload variations, user access patterns, and evolving data distributions. These adaptive strategies reduce systemic overhead and ensure query plans remain optimal under fluctuating operational conditions.
The adoption of parallel and distributed execution frameworks further enhances performance by decomposing complex queries into sub-tasks that can be processed concurrently across multi-core architectures or distributed clusters. Such frameworks, when synergized with in-memory processing architectures, minimize I/O bottlenecks and drastically reduce latency, thereby supporting mission-critical applications that demand near-instantaneous responsiveness. Complementarily, algorithmic strategies for resource-aware scheduling and workload balancing ensure that computational capacity is elastically allocated, preventing performance degradation in heterogeneous and cloud-native infrastructures.
Empirical analyses substantiate that the incorporation of these algorithmic innovations directly correlates with sustained throughput, reduced query response times, and resilient fault-tolerant behavior. More importantly, the systematic implementation of these models redefines the scalability boundaries of DBMS platforms, enabling them to support both traditional transactional workloads and emerging big data analytics pipelines.
In conclusion, the convergence of innovative algorithmic constructs with advanced optimization strategies represents a decisive determinant in the evolution of next-generation database ecosystems. By embedding intelligence, adaptability, and efficiency at the algorithmic level, DBMS can effectively underpin the demands of contemporary digital infrastructures, thereby amplifying the role of data-driven decision-making across diverse business and scientific domains.
Keywords: Innovative algorithms, Database Management Systems (DBMS), Optimization strategies, Indexing and query optimization,Digital infrastructure, Data-driven decision

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

BATTERY-BUFFERED HOME FAST CHARGING FOR ELECTRIC VEHICLES

Omar Ahmad Al-Freihi
Qassim University, Saudi Arabia

ABSTRACT

The long charging duration of electric vehicles (EVs) remains one of the most critical challenges preventing their widespread adoption. Although public fast-charging stations partially address this issue, they are limited in availability, expensive to implement, and place considerable stress on the power grid. To overcome these barriers, this paper proposes a novel home-based ultra-fast charging system supported by an intermediate battery storage unit.

The proposed system consists of a stationary residential battery, a bidirectional AC–DC converter for controlled charging from the grid at moderate power levels (5–11 kW), and a high-power DC–DC module capable of delivering ultra-fast charging to the EV (50–120 kW). By charging the stationary battery slowly and discharging it rapidly when needed, the system enables an EV to receive 20–30 kWh of energy in 10–15 minutes, providing a driving range boost comparable to refueling a conventional vehicle.

This approach offers several advantages: significant reduction in EV charging wait times, mitigation of peak demand on household electrical infrastructure. While technical challenges exist—particularly in terms of system cost, thermal management, and long-term battery degradation—the proposed architecture provides a scalable and practical pathway toward solving one of the main barriers to EV adoption. Ultimately, this home-based ultra-fast charging solution has the potential to enhance user convenience and accelerate the global transition to sustainable electric mobility.

Keywords: Electric vehicles; fast charging; battery storage system; home charging

SAUDI ARABIA'S INDUSTRIAL TRANSFORMATION THROUGH AUTOMATION

Muhanna Alharbi
Department of Mechanical Engineering, College of Engineering, Qassim University, Saudi Arabia

ABSTRACT

Automation, defined as the reliance on automated systems with minimal human intervention, has emerged as a central driver of industrial transformation. In Saudi Arabia, automation plays a pivotal role in reshaping industries and supporting the objectives of Vision 2030. By integrating technologies such as robotics, artificial intelligence, and smart manufacturing systems, automation improves productivity, enhances product quality, and reduces operational costs. In this paper, automation is examined in the context of the Saudi economy, where in the energy sector it enables more efficient oil and gas operations while facilitating the adoption of renewable energy resources, contributing to sustainability goals. Beyond manufacturing and energy, automation is also influencing logistics, healthcare, and infrastructure, bringing improvements in efficiency, safety, and service delivery.

Despite these benefits, the transition to automation poses challenges. One key concern is the decline in demand for low-skilled labor, which emphasizes the importance of reskilling and upskilling initiatives to prepare the workforce for advanced technical roles. Additionally, automation requires significant investment in digital infrastructure, research, and regulatory frameworks to ensure effective and secure implementation. These challenges, however, are outweighed by the potential opportunities, including economic diversification, technological innovation, and enhanced global competitiveness.

Overall, automation is reshaping Saudi Arabia's industrial and economic landscape. Its adoption not only aligns with national strategies for sustainable growth but also establishes the foundation for a knowledge-based economy. As the Kingdom continues its modernization journey, automation will remain a cornerstone of progress, presenting both opportunities and challenges for the future.

Keywords: Automation, Saudi Arabia, Industry 4.0, Vision 2030, Economic Diversification

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

INTEGRATING RIDE-SOURCING INTO MAAS: OPPORTUNITIES, CHALLENGES, AND IMPACTS ON URBAN TRANSPORT

Khanak
Department of Commerce, M. D. University, Rohtak, India

Assoc. Prof. Dr. Seema Rathee
Department of Commerce, M. D. University, Rohtak, India

Naiya
IMSAR, M.D. University, Rohtak, India

ABSTRACT
Ride-sourcing platforms such as Uber, Lyft, Didi, and Grab have become deeply embedded in modern cities, transforming traditional travel patterns and influencing the structure of urban transport. Alongside this growth, the concept of Mobility-as-a-Service (MaaS) has gained momentum, seeking to integrate diverse transport modes—public, private, and shared—into a single, user-friendly service model. In this framework, ride-sourcing plays a pivotal role by offering flexible, on-demand options that can strengthen multimodal connectivity and address first- and last-mile challenges. This review analyzes the relationship between ride-sourcing and MaaS, focusing on the benefits, barriers, and wider impacts of integration. Potential contributions include greater accessibility, individualized travel planning, and bundled service packages that encourage travelers to adopt multimodal solutions. Yet, several obstacles remain, particularly regarding limited cooperation between private providers and public transport agencies, restricted data sharing, technical interoperability issues, and unresolved governance questions. The broader implications are also mixed: while successful integration may decrease reliance on private car ownership and advance sustainability goals, poorly managed systems risk reinforcing congestion and increasing emissions if ride-sourcing is dominated by single-passenger trips. By synthesizing evidence from transport research, policy debates, and technological innovation, this review highlights the enabling conditions necessary for ride-sourcing to complement MaaS and support the transition toward more inclusive, efficient, and environmentally sustainable urban mobility.
Keywords: Ride-sourcing, Mobility-as-a-Service (MaaS), Urban mobility, Multimodal integration, Sustainable transport, Shared mobility.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

ANALYSIS AND APPLICATION OF SUSTAINABLE ENGINEERING APPROACHES IN MODERN RESEARCH

Saud Alzain
Department of Mechanical Engineering, College of Engineering, Qassim University, Buraidah, 51452, Saudi Arabia

ABSTRACT

This study explores the integration of sustainable engineering practices within the context of modern scientific research, with a particular focus on their application in mechanical engineering. The growing urgency of environmental challenges, including climate change, resource depletion, and energy efficiency, has led to increasing attention on sustainable methods that reduce the ecological footprint of engineering solutions. The paper highlights both theoretical frameworks and practical implementations that contribute to advancing sustainable innovation in engineering systems. By analyzing case studies in renewable energy, advanced manufacturing, and material optimization, the research underscores how sustainability principles can be incorporated into traditional practices to enhance efficiency and resilience. Methodologically, the research employs a combination of literature review, comparative analysis, and experimental validation. Key findings suggest that adopting circular economy models, energy-efficient design principles, and waste minimization strategies not only reduce environmental impact but also promote long-term economic viability. The analysis further demonstrates that sustainable approaches are not limited to environmental benefits; they also foster innovation in engineering design, improve system reliability, and encourage interdisciplinary collaboration across scientific domains. The study concludes that the systematic implementation of sustainable engineering principles has the potential to transform both academic research and industrial applications. It emphasizes the importance of integrating sustainability into educational curricula, professional training, and policy-making frameworks to ensure that future engineers are equipped with the necessary skills to address global challenges. As scientific research continues to evolve, sustainable engineering will play a central role in shaping resilient, efficient, and responsible solutions for society. The paper contributes to the growing body of literature by providing a comprehensive examination of strategies, challenges, and opportunities for embedding sustainability into engineering research and practice.

Keywords: Sustainability; Engineering; Renewable Energy; Mechanical Systems; Innovation.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

SOLAR-POWERED DESALINATION CHALLENGES IN SAUDI ARABIA

Omar Saud Alharbi
Department of Mechanical Engineering, College of Engineering, Qassim University, Buraidah, 51452, Saudi Arabia

ABSTRACT

Freshwater scarcity is one of the most critical challenges in Saudi Arabia, as the country has no rivers and relies almost entirely on seawater desalination to meet its growing demand for potable water. Conventional desalination systems, including thermal processes and reverse osmosis, have been widely implemented and have successfully provided large volumes of water. However, these methods are associated with significant drawbacks, including extremely high energy consumption, heavy dependence on fossil fuels, elevated operational costs, and serious environmental concerns related to greenhouse gas emissions and brine disposal. Such limitations raise concerns regarding the long-term sustainability of conventional desalination technologies.

In this paper, the potential of solar-powered desalination as a sustainable alternative for Saudi Arabia will be investigated. The kingdom benefits from abundant solar radiation throughout the year, which provides a promising opportunity to integrate renewable energy into water production. Nevertheless, the application of solar desalination has remained limited compared with traditional systems due to several challenges. Among these are relatively low efficiency compared to established technologies, high initial capital investment, the requirement of large land areas for solar collectors and photovoltaic panels, and the intermittency of solar energy caused by daily and seasonal fluctuations in radiation levels.

Despite these challenges, solar desalination continues to represent a promising research direction. With ongoing advances in energy storage solutions, improvements in solar system efficiency, and the development of hybrid desalination designs, the feasibility of large-scale solar desalination could be significantly enhanced. Such progress would support reduced reliance on fossil fuels, lower the environmental footprint of water production, and strengthen Saudi Arabia's position as a potential global lead.

Keywords: Solar Desalination; Renewable Energy; Saudi Arabia; Reverse Osmosis; Thermal Desalination; Energy Consumption; Sustainability

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

INNOVATIVE COOLING SOLUTIONS FOR HOT ENVIRONMENT

Khalid Almutiri
Department of Mechanical Engineering, College of Engineering, Qassim University, Buraidah, 51452, Saudi Arabia

Salah Althonayan
Department of Mechanical Engineering, College of Engineering, Qassim University, Buraidah, 51452, Saudi Arabia

ABSTRACT

Working in hot environments is one of the major challenges faced by employees across multiple sectors. Continuous exposure to high temperatures often results in rapid fatigue, reduced concentration, and an increased risk of heat stress and dehydration. These conditions not only threaten the health and safety of workers but also limit their productivity and lower the overall quality of performance. This highlights the urgent need for a practical solution that maintains body thermal balance and ensures a safer working environment.

This paper proposes an innovation in the form of a cooling system designed specifically for workers in hot conditions. The system utilizes advanced mechanisms to absorb excess body heat and gradually release it, creating a stable thermal balance for the user. By preventing dangerous rises in body temperature, the system provides consistent comfort and protection during long working hours. Unlike conventional approaches, this solution emphasizes adaptability and mobility, allowing workers to perform their tasks effectively without compromising movement or efficiency.

The benefits of this solution are twofold: it safeguards the health of workers by reducing the risks associated with extreme heat, and it enhances productivity by enabling individuals to sustain their efforts for longer periods. This innovation represents a valuable contribution to occupational safety practices, particularly in sectors where work is performed under severe climatic conditions such as construction, agriculture, and heavy industries.

In conclusion, the proposed system is a vital step toward establishing a safer and more sustainable working environment, offering both protection and performance in the face of extreme heat challenges.

Keyword: Solution; Innovation; Worker Safety; Thermal Balance; Hot Environment

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

INVESTIGATION OF HEALTH LITERACY AND RELATED FACTORS IN HEMODIALYSIS PATIENTS

Assoc. Prof. Merve KOLCU
University of Health Sciences, Hamidiye Faculty of Nursing, Department of Public Health Nursing, Istanbul, Turkey
ORCID: ID/0000-0002-8187-4767

Assoc. Prof. Elif BÜLBÜL
University of Health Sciences, Hamidiye Faculty of Nursing, Department of Internal Nursing, Istanbul, Turkey
ORCID: ID/0000-0001-8920-1041

ABSTRACT
Chronic kidney disease (CKD) is a growing global health problem that adversely affects patients' quality of life and requires continuous treatment. Hemodialysis, one of the most common treatment modalities in the advanced stages of CKD, is vital for sustaining the lives of these patients. However, the hemodialysis process requires patients to actively participate in various aspects such as treatment adherence, nutrition, fluid restriction, medication use, and lifestyle changes. In this context, health literacy refers to individuals' ability to understand, evaluate, and appropriately use health-related information, and is considered a key factor directly influencing treatment success, especially among individuals with chronic illnesses. The literature indicates that improved health literacy leads to better management of chronic diseases, reduces hospital admissions, and enhances treatment compliance. Based on this background, the present study aimed to examine health literacy and related factors in patients undergoing hemodialysis. This descriptive study was conducted with 114 hemodialysis patients who attended a dialysis center between September and November 2024. Data were collected using a Patient Identification Form and the Short Form of Health Literacy Scale. Descriptive statistics, one-way ANOVA, and Student's t-test were used to analyze the data. The mean age of the patients was 48.29±13.54 years, and the mean duration of hemodialysis treatment was 3.32±1.77 years. Among the participants, 28.1% had completed only primary school, 50% reported their income met their expenses, 84.2% lived with their families, 43% were unemployed, 80.7% were married, 65.8% had received education related to dialysis, and 57% rated their overall health as moderate. A statistically significant relationship was found between health literacy total scores and patients' education level, monthly income, and marital status ($p<0.05$). These findings suggest that health literacy is influenced by sociodemographic factors and that patient education plays a critical role in the hemodialysis process. Therefore, educational programs aiming to improve health literacy among hemodialysis patients should be tailored based on individuals' educational background, income level, and living conditions. Additionally, it is recommended that health literacy levels be regularly assessed in dialysis centers and that personalized patient education be provided accordingly.
Keywords: Hemodialysis, Chronic Kidney Disease, Health Literacy

HEMODİYALİZ HASTALARINDA SAĞLIK OKURYAZARLIĞI VE İLİŞKİLİ FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ

ÖZET
Kronik böbrek yetmezliği (KBY), dünya genelinde giderek artan bir sağlık sorunu olup, hastaların yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyen ve düzenli tedavi gerektiren kronik bir durumdur. KBY'nin ileri evrelerinde en yaygın tedavi yöntemlerinden biri olan hemodiyaliz, hastaların yaşamlarını sürdürebilmeleri için hayati öneme sahiptir. Ancak, hemodiyaliz süreci; tedaviye uyum, beslenme, sıvı kısıtlaması, ilaç kullanımı ve yaşam tarzı değişiklikleri gibi birçok konuda hastaların aktif katılımını gerektirir.

Bu bağlamda, sağlık okuryazarlığı, bireylerin sağlıkla ilgili bilgileri anlama, değerlendirme ve uygun şekilde kullanma becerilerini ifade ederken; özellikle kronik hastalığı olan bireylerde tedavi başarısını doğrudan etkileyen önemli bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Literatürde sağlık okuryazarlığının, kronik hastalık yönetiminde hasta sonuçlarını iyileştirdiği, hastane başvurularını azalttığı ve tedaviye uyumu artırdığı gösterilmiştir. Bu nedenlerle araştırmada hemodiyaliz hastalarında sağlık okuryazarlığı ve ilişkili faktörlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Tanımlayıcı tipte olan bu araştırma Eylül-Kasım 2024 tarihleri arasında bir hemodiyaliz merkezine başvuran 114 hemodiyaliz hastası ile yürütülmüştür. Verilerin toplanmasında; hasta tanılama formu ve Sağlık Okur Yazarlığı Kısa Form'dan yararlanılmıştır. Verilerin analizinde tanımlayıcı istatistikler, tek yönlü ANOVA ve Student t testleri kullanılmıştır. Hemodiyaliz hastalarının yaş ortalaması 48,29±13,54 yıl ve hemodiyaliz süreleri 3,32±1,77 yıldır. Hastaların %28,1'inin ilkokul, %50'sinin geliri giderini karşıladığı, %84,2'sinin ailesi ile birlikte yaşadığı, %43'ünün çalışmadığı, %80,7'sinin evli olduğu, %65,8'inin diyalizle ilgili eğitim aldığı, %57'sinin de sağlığını genel olarak orta düzeyde hissettiği sonucuna ulaşılmıştır. Hemodiyaliz hastalarının eğitim durumu, aylık geliri ve medeni durumları ile sağlık okuryazarlığı toplam puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki belirlenmiştir ($p<0,05$). Elde edilen bulgular, sağlık okuryazarlığının bireylerin sosyodemografik özelliklerinden etkilendiğini ve hemodiyaliz tedavisinde hasta eğitiminin önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Bu doğrultuda; hemodiyaliz hastalarına yönelik sağlık okuryazarlığını geliştirmeye yönelik eğitim programları; bireylerin eğitim düzeyi, gelir durumu ve yaşam koşulları dikkate alınarak planlanmalıdır. Ayrıca diyaliz merkezlerinde sağlık okuryazarlığı düzeyi düzenli olarak değerlendirilerek bireyselleştirilmiş hasta eğitimi sağlanması önerilmektedir.
Anahtar kelimeler: Hemodiyaliz, Kronik böbrek yetmezliği, Sağlık okuryazarlığı

Giriş

Kronik Böbrek Yetmezliği (KBY), böbreklerin geri dönüşümsüz olarak işlevlerini kaybetmesi sonucu gelişen, hastaların yaşam boyu tedavi gereksinimi duyduğu önemli bir halk sağlığı sorunudur. Dünya genelinde prevalansı giderek artan KBY, yüksek morbidite ve mortalite oranlarıyla dikkat çekmektedir. Hastalığın son döneminde böbrek işlevlerinin kaybolması, renal replasman tedavileri olarak bilinen yöntemlerin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır (Jassem & Ashour, 2023). Bu tedavi yöntemlerinden biri olan hemodiyaliz, hastaların yaşamını sürdürebilmesi için en yaygın kullanılan tedavi şeklidir. Hemodiyaliz, vücutta biriken üre ve kreatinin gibi toksik atık ürünlerin ve fazla sıvının yapay bir membran aracılığıyla temizlenmesini sağlayan bir süreçtir. Ancak bu tedavi, karmaşık tıbbi işlemleri, sık aralıklarla sağlık kuruluşuna başvurmayı, diyet ve sıvı kısıtlamalarını, ilaç tedavilerini ve düzenli takipleri gerektirmektedir. Dolayısıyla hemodiyaliz hastalarının tedavi sürecini etkin biçimde yönetebilmeleri için sağlıkla ilgili bilgileri anlama ve uygulama becerileri hayati önem taşımaktadır (Green ve ark., 2011; Huang ve ark., 2019; Rahmawati & Rochmawati, 2022).

Sağlık okuryazarlığı, bireylerin sağlıkla ilgili bilgilere erişme, bu bilgileri anlama, değerlendirme ve günlük yaşamlarında kullanma yeterliliği olarak tanımlanmaktadır. Kronik hastalıkların yönetiminde önemli bir kavram olan sağlık okuryazarlığı, özellikle hemodiyaliz tedavisi gören bireyler açısından kritik bir rol üstlenmektedir. Hemodiyaliz, karmaşık tıbbi uygulamaları, çok sayıda ilaç kullanımını, sık aralıklarla sağlık kuruluşuna başvuruyu ve diyet-sıvı kısıtlamalarını gerektiren zorlu bir tedavi sürecidir. Bu nedenle sağlık okuryazarlığı düzeyi yetersiz olan hastaların, tedaviye uyum göstermekte güçlük yaşadıkları, komplikasyon risklerinin arttığı ve yaşam kalitelerinin olumsuz etkilendiği belirtilmektedir (Mazarova ve ark., 2017; Rahmawati & Rochmawati, 2022). Diğer taraftan, literatürde sağlık okuryazarlığının, kronik hastalık yönetiminde hasta sonuçlarını iyileştirdiği, hastane başvurularını azalttığı ve tedaviye uyumu artırdığı gösterilmiştir. Bu araştırmada hemodiyaliz hastalarında sağlık okuryazarlığı ve ilişkili faktörlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem

Tanımlayıcı tipte olan bu araştırma Eylül-Kasım 2024 tarihleri arasında özel bir hemodiyaliz merkezinde tedavi olan 114 hemodiyaliz hastası ile yürütülmüştür.

Veri toplama Formları

Verilerin toplanmasında; hasta tanılama formu ve Sağlık Okur Yazarlığı Kısa Form (HLS-SF12)'dan yararlanılmıştır.

Hasta Tanılama Formu: Hastalara ilişkin sosyodemografik özellikleri, hastalığa ve tedaviye özgü soruları içeren bu form literatür dahilinde araştırmacılar tarafından oluşturulmuştur.

Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği-Kısa Form (HLS-SF12): Orijinal adı "Short-Form Health Literacy Instrument (HLS-SF12)" olan ölçek, Tuyen V. Duong ve arkadaşları tarafından 2019 yılında geliştirilmiştir. Ölçek, bireylerin sağlık bilgilerini bulma, anlama, değerlendirme ve kullanma becerilerini ölçmeyi amaçlamakta olup, 12 maddeden ve 1 (çok zor) ile 4 (çok kolay) arasında değişen 4'lü Likert tipte yanıt seçeneklerinden oluşmaktadır. Ölçeğin değerlendirilmesinde, toplam puanın madde sayısına bölünmesiyle elde edilen ortalamanın formüle (İndeks = (Ortalama – 1) × 50 / 3) uygulanmasıyla 0–50 aralığında indeks puanı hesaplanmaktadır. Elde edilen puanlar arttıkça sağlık okuryazarlığı düzeyinin yükseldiği kabul edilmektedir. Ölçeğin Türkçe uyarlaması ve geçerlik-güvenirlik çalışmaları Abacıgil, Harlak ve Okyay (2016) tarafından yapılmış ve güvenilir bir ölçüm aracı olduğu gösterilmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırmadan elde edilen veriler bilgisayar ortamında değerlendirilmiştir. Tanımlayıcı istatistiklerde sayısal değişkenler için ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler, kategorik değişkenler için ise sayı ve yüzde dağılımları kullanılmıştır. Gruplar arası karşılaştırmalarda, ikili gruplarda Student t testi, üç ve daha fazla grup karşılaştırmalarında ise tek yönlü varyans analizi (One Way ANOVA) uygulanmıştır. Anlamlı farklılık saptanan ANOVA testlerinin ardından farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla post-hoc analizler yapılmıştır. Tüm analizlerde anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

Bulgular

Hemodiyaliz tedavisi alan hastaların sosyodemografik ve hastalık özelliklerinin dağılımı Tablo 1'de verilmiştir. Hastaların %50'sinin kadın, %50'sinin erkek, %80.3'ünün evli. %51.3'ünün ilkokul mezunu, %53.9'unun gelirinin gidere denk, %86.8'inin damar yolunun fistül olduğu, %85.5'inin haftada üç kez diyalize girdiği sonucuna ulaşılmıştır. Hastaların yaş ortalamasının 49.20±13.40 yıl, toplam hemodiyaliz sürelerinin 3.20±1.80 yıl, Kt/V değeri 1.73±0.48, URR değeri ise 69.28±12.97 olarak hesaplanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Hemodiyaliz tedavisi alan hastaların tanıtıcı özelliklerinin dağılımı (n=114)

Özellikler	**n (%)**
Cinsiyet	56(%49.1)
Kadın	58(%50.9)
Erkek	
Medeni Durum	
Evli	92(%80.7)
Bekar	22(%19.3)
Eğitim	
Okur yazar değil	24(%21.1)
İlkokul	32(%28.1)
Ortaokul	24(%21.1)
Lise	21(%18.4)
Üniversite	13(%11.4)
Meslek	
Serbest meslek	16(%14)
Ev hanımı	29(%25.4)
İşçi	20(%17.5)

İşsiz	49(%43)
Ekonomik Durum	
Gelir giderden az	37(%32.5)
Gelir gidere denk	57(%50.0)
Gelir giderden fazla	20(%17.5)
Kiminle Yaşadığı	
Yalnız	18(%15.8)
Aile	96(%84.2)
Diyaliz ile İlgili Eğitim Alma	
Evet	75(%65.8)
Hayır	39(%34.2)
Genel Sağlık Değerlendirme	
İyi	21(%18.4)
Orta	65(%57)
Kötü	28(%24.6)
	Ort±SS
Yaş (yıl)	48.29±13.54
Toplam Hemodiyaliz Süresi (yıl)	3.32±1.77
Ort: Ortalama; SS: Standart Sapma	

Hemodiyaliz tedavisi alan hastaların tanıtıcı özelliklerinin, Sağlık Okuryazarlığı puanları ile ilişkisi incelenmiş olup; hemodiyaliz hastalarının eğitim durumu, aylık geliri, medeni durumları ve genel sağlık durumlarını değerlendirme ile Sağlık Okuryazarlığı toplam puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki belirlenmiştir ($p<0,05$) (Tablo 2).

Tablo 2. Hemodiyaliz tedavisi alan hastaların tanıtıcı özelliklerinin, Sağlık Okuryazarlığı puanları ile ilişkisi

Özellikler	**SOY Toplam Puan**
Cinsiyet	
Kadın	28.76±5.32
Erkek	30.17±5.71
Test*	t:-1.357; p:0.178
Medeni Durum	
Evli	28.77±4.74
Bekar	32.45±7.51
Test*	**t:-2.887; p:0.005**
Eğitim	
Okur yazar değil	29.70±5.23
İlkokul	27.93±5.02
Ortaokul	29.33±6.15
Lise	29.42±4.47
Üniversite	33.23±6.64
Test**	**F:1.773; p:0.027**
Meslek	
Serbest meslek	28.56±5.05
Ev hanımı	28.62±6.37
İşçi	28.25±4.86
İşsiz	30.79±5.31
Test**	F:1.653; p:0.181
Ekonomik Durum	

Gelir giderden az	30.62±5.31
Gelir gidere denk	28.01±4.98
Gelir giderden fazla	31.60±6.49
Test**	**F:4.542; p:0.013**
Kiminle Yaşadığı	
Yalnız	27.38±5.46
Aile	29.87±5.50
Test*	t:-1.761; p:0.081
Diyaliz ile İlgili Eğitim Alma	
Evet	29.38±5.93
Hayır	29.66±4.77
Test*	t:-0.255; p:0.799
Genel Sağlık Değerlendirme	
İyi	31.42±5.37
Orta	29.69±5.28
Kötü	27.53±5.85
Test**	**F:3.182; p:0.045**
** Independent t-test; ** One Way ANOVA*	

Tartışma

Bu çalışmada hemodiyaliz tedavisi alan hastaların tanıtıcı özelliklerinin, sağlık okuryazarlığı puanları ile ilişkisi incelenmiştir. Bulgularımıza göre eğitim durumu, aylık gelir, medeni durum ve hastaların genel sağlık durumlarını değerlendirmeleri ile sağlık okuryazarlığı toplam puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler saptanmıştır. Bu sonuç, sağlık okuryazarlığının çok boyutlu bir olgu olduğunu ve bireylerin demografik, sosyoekonomik ve psikososyal özelliklerinden önemli ölçüde etkilendiğini göstermektedir.

Literatürde, sağlık okuryazarlığı ile eğitim düzeyi arasındaki ilişkinin güçlü olduğu sıkça vurgulanmaktadır. Daha yüksek eğitim düzeyine sahip bireylerin sağlık bilgilerini anlama ve uygulama kapasitelerinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Shih et al., 2016). Bu durum, çalışmamızın bulgularıyla paralellik göstermektedir. Ayrıca, düşük eğitim seviyesine sahip hemodiyaliz hastaları için hedefe yönelik eğitim müdahalelerinin önemine dikkat çekilmektedir (Cavanaugh et al., 2010; Shah et al., 2021).

Çalışmamızda elde edilen bir diğer önemli bulgu, hastaların gelir düzeyi ile sağlık okuryazarlığı arasındaki ilişkidir. Sosyoekonomik olarak dezavantajlı bireylerin sağlık bilgilerine erişimde kısıtlılık yaşadıkları ve sağlık hizmetlerinden etkin biçimde yararlanmakta güçlük çektikleri bilinmektedir (Alemayehu et al., 2021). Bu da düşük gelirli gruplarda sağlık okuryazarlığının sınırlı olmasına ve tedaviye uyum sorunlarına yol açabilmektedir. Bulgularımız, gelir düzeyi düşük olan hemodiyaliz hastalarının daha yüksek risk altında olduğunu göstermekte ve bu gruplara yönelik destekleyici programların geliştirilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Medeni durumun sağlık okuryazarlığı üzerindeki etkisi de dikkat çekicidir. Çalışmamızda evli bireylerin sağlık okuryazarlık düzeylerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Literatürde de aile desteği ve sosyal bağların, sağlıkla ilgili bilgilerin anlaşılması ve günlük yaşama aktarılmasında önemli bir koruyucu faktör olduğu vurgulanmaktadır (Taylor ve ark., 2017; Park & Kim, 2022). Bu bulgu, özellikle yalnız yaşayan veya sosyal desteği sınırlı olan hemodiyaliz hastalarına yönelik bireysel danışmanlık ve sosyal destek programlarının geliştirilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

Hastaların kendi sağlık durumlarını değerlendirmeleri ile sağlık okuryazarlığı arasındaki anlamlı ilişki de önemlidir. Sağlık durumunu daha iyi olarak değerlendiren hastaların sağlık okuryazarlık düzeylerinin de yüksek olduğu bulunmuştur. Bu sonuç, sağlık okuryazarlığının yalnızca bilgi edinme ve uygulama süreci değil, aynı zamanda bireyin sağlık algısı ve öz-yeterlik duygusuyla da yakından ilişkili olduğunu göstermektedir (Yoon & Lee, 2023; Lee & Cho, 2025). Dolayısıyla, sağlık okuryazarlığını geliştirmeye yönelik müdahalelerde psikososyal faktörlerin de göz önünde bulundurulması gerektiği söylenebilir.

Çalışmanın Sınırlılıkları

Bununla birlikte, araştırmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Öncelikle, çalışma tek merkezde yürütülmüş olup bulguların genellenebilirliği sınırlıdır. Ayrıca araştırmanın kesitsel tasarımı, neden-sonuç ilişkisi kurulmasına olanak vermemektedir. Verilerin öz-bildirim (self-report) yoluyla toplanması da yanlılık (bias) oluşturabilecek bir diğer sınırlılıktır. Son olarak, sağlık okuryazarlığını etkileyebilecek kültürel faktörler, hastalık süresi veya tedaviye uyum gibi bazı değişkenler çalışmaya dahil edilmemiştir. Gelecek araştırmalarda, daha geniş örneklemlerle ve çok merkezli çalışmalarla bu bulguların desteklenmesi, ayrıca nitel veri toplama yöntemlerinin de kullanılarak sağlık okuryazarlığına etki eden faktörlerin daha derinlemesine incelenmesi önerilmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada, hemodiyaliz tedavisi gören hastaların sağlık okuryazarlığı düzeyleri ve bunları etkileyen faktörler incelenmiştir. Elde edilen bulgular, sağlık okuryazarlıklarının hemodiyaliz hastalarının eğitim durumu, aylık geliri, medeni durumları ve genel sağlık durumlarını değerlendirme hastaların tedaviye uyumu, komplikasyonların önlenmesi ve yaşam kalitesi açısından kritik bir değişken olduğunu göstermektedir. Sağlık okuryazarlığı düzeyi yüksek olan bireylerin, tedavi sürecini daha etkin yönetebildiği ve bakım sonuçlarının daha olumlu seyrettiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, hemodiyaliz hastalarında sağlık okuryazarlığının geliştirilmesi, yalnızca tedaviye uyumu değil aynı zamanda hasta güvenliğini, komplikasyonların azaltılmasını ve yaşam kalitesinin artırılmasını da destekleyen önemli bir hemşirelik hedefi olarak görülmelidir.

KAYNAKLAR

Abacıgil, F., Harlak, H. ve Okyay, P. (2016). Avrupa Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği Türkçe uyarlaması. Okyay, P. ve Abacıgil, F. (Ed.) *Türkiye Sağlık Okuryazarlığı Ölçekleri güvenilirlik ve geçerlilik çalışması içinde* (s. 21-41). Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı Yayın No : 1025.

Alemayehu, Y., Seylania, K., & Bahramnezhad, F. (2020). The relationship between health literacy and quality of life among hemodialysis patients: an integrative review. *Human Antibodies, 28*(1), 75-81. https://doi.org/10.3233/hab-190394

Cavanaugh, K., Wingard, R., Hakim, R., Eden, S., Shintani, A., Wallston, K., … & İkizler, T. (2010). Low health literacy associates with increased mortality in ESRD. *Journal of the American Society of Nephrology, 21*(11), 1979-1985. https://doi.org/10.1681/asn.2009111163

Duong, T. V., Nguyen, T. T., Pham, K. M., Nguyen, K. T., Giap, M. H., Tran, T. D., ... & Su, C. T. (2019). Validation of the short-form health literacy questionnaire (HLS-SF12) and its determinants among people living in rural areas in Vietnam. *International journal of environmental research and public health*, *16*(18), 3346.

Green, J., Mor, M., Shields, A., Sevick, M., Palevsky, P., Fine, M., … & Weisbord, S. (2011). Prevalence and demographic and clinical associations of health literacy in patients on maintenance hemodialysis. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology, 6*(6), 1354-1360. https://doi.org/10.2215/cjn.09761110

Huang, S., MacRae, J., Ross, D., Imtiaz, R., Hollingsworth, B., Nesrallah, G., … & Zimmerman, D. (2019). Buttonhole versus stepladder cannulation for home hemodialysis. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology, 14*(3), 403-410. https://doi.org/10.2215/cjn.08310718

Jassem, Z., & Ashour, I. (2023). Determination of health literacy among end stage renal disease patients. *PJMHS, 17*(4), 595-597. https://doi.org/10.53350/pjmhs2023174595

Lee, H. and Cho, M. (2025). Effects of shared decision-making, health literacy, and self-care knowledge on self-care behavior among hemodialysis patients in korea: a cross-sectional survey. Healthcare, 13(2), 175. https://doi.org/10.3390/healthcare13020175

Mazarova, A., Hiremath, S., Sood, M., Clark, E., Brown, P., Bugeja, A., … & Zimmerman, D. (2017). Hemodialysis access choice: impact of health literacy. HLRP Health Literacy Research and Practice, 1(3). https://doi.org/10.3928/24748307-20170711-01

Park, Y. and Kim, S. (2022). Health literacy-based self-management intervention for patient–family caregiver dyads undergoing hemodialysis. Rehabilitation Nursing, 47(5), 187-197. https://doi.org/10.1097/rnj.0000000000000381

Rahmawati, B., & Rochmawati, E. (2022). Health literacy in patients undergoing hemodialysis: literature review. *Bali Medical Journal, 11*(3), 1620-1625. https://doi.org/10.15562/bmj.v11i3.3754

Shah, J., Ramsbotham, J., Seib, C., Muir, R., & Bonner, A. (2021). A scoping review of the role of health literacy in chronic kidney disease self-management. Journal of Renal Care, 47(4), 221-233. https://doi.org/10.1111/jorc.12364

Shih, C., Chang, T., Jensen, D., & Chiu, C. (2016). Development of a health literacy questionnaire for taiwanese hemodialysis patients. BMC Nephrology, 17(1). https://doi.org/10.1186/s12882-016-0266-y

Taylor, D., Fraser, S., Bradley, J., Bradley, C., Draper, H., Metcalfe, W., … & Roderick, P. (2017). A systematic review of the prevalence and associations of limited health literacy in ckd. Clinical Journal of the American Society of Nephrology, 12(7), 1070-1084. https://doi.org/10.2215/cjn.12921216

Yoon, I. and Lee, S. (2023). Health literacy and anxiety among hemodialysis patients during the coronavirus disease pandemic. Psychology Research and Behavior Management, Volume 16, 1051-1061. https://doi.org/10.2147/prbm.s395479

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

EVALUATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN DISEASE CHARACTERISTICS AND QUALITY OF LIFE IN PATIENTS UNDERGOING HEMODIALYSIS TREATMENT

Assoc. Prof. Elif BÜLBÜL
University of Health Sciences, Hamidiye Faculty of Nursing, Department of Internal Nursing, Istanbul, Turkey
ORCID: ID/0000-0001-8920-1041

Assoc. Prof. Merve KOLCU
University of Health Sciences, Hamidiye Faculty of Nursing, Department of Public Health Nursing, Istanbul, Turkey
ORCID: ID/0000-0002-8187-4767

ABSTRACT
Chronic Kidney Disease (CKD) is a significant public health problem both globally and in our country. Hemodialysis treatment, which is applied in the end stage of this disease, is vital for the survival of patients. However, hemodialysis is a challenging process that affects not only the physiological condition of individuals but also their psychological, social, and economic well-being. The quality of life of hemodialysis patients is a critical determinant of their treatment compliance and overall health status. In this context, evaluating the impact of disease-related characteristics such as duration of illness, age at initiation of treatment, comorbidities, and frequency of dialysis on quality of life is highly important in terms of nursing care and patient management. Therefore, this study aimed to evaluate the relationship between disease characteristics and quality of life in patients receiving hemodialysis treatment. This descriptive study was conducted between February and May 2025 with 76 hemodialysis patients who applied to a hemodialysis center. Data were collected using a patient identification form and the Short Form-12 (SF-12) Quality of Life Scale. Descriptive statistics, one-way ANOVA, and Student's t-tests were used for data analysis. The mean age of the patients was 49.20±13.40 years, the mean duration of hemodialysis treatment was 3.20±1.80 years, the mean Kt/V value was 1.73±0.48, and the mean URR value was 69.28±12.97%. It was determined that 71.1% of the patients had an arteriovenous fistula and 85.5% received dialysis twice a week. A statistically significant relationship was found between the duration of hemodialysis treatment and total quality of life scores ($p<0.05$). The findings revealed that the duration of hemodialysis treatment significantly affects patients' quality of life. This result indicates that long-term dialysis is an important factor influencing the quality of life of individuals. It is recommended that care and educational interventions aimed at improving the quality of life of dialysis patients be planned by considering the duration of illness and individual needs.
Keywords: Hemodialysis, Chronic Kidney Disease, Quality of Life

HEMODİYALİZ TEDAVİSİ ALAN HASTALARDA HASTALIK ÖZELLİKLERİ İLE YAŞAM KALİTESİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET
Kronik Böbrek Yetmezliği (KBY), tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemli bir halk sağlığı sorunudur. Bu hastalığın son evresinde uygulanan hemodiyaliz tedavisi, hastaların yaşamlarını sürdürebilmeleri için hayati öneme sahiptir. Ancak hemodiyaliz, bireyin yalnızca fizyolojik değil, aynı zamanda psikolojik, sosyal ve ekonomik yaşamını da etkileyen zorlu bir süreçtir. Hemodiyaliz hastalarının yaşam kalitesi, tedavi sürecine uyumları ve genel sağlık durumları açısından kritik bir belirleyicidir. Bu bağlamda, hastalık süresi, tedaviye başlama yaşı, komorbid hastalıklar, diyaliz sıklığı gibi hastalık özelliklerinin yaşam kalitesi üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi, hemşirelik bakımı ve hasta yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenlerle araştırmada hemodiyaliz tedavisi alan hastalarda hastalık özellikleri ile yaşam kalitesi arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Tanımlayıcı tipte olan bu araştırma Şubat-Mayıs 2025 tarihleri arasında bir hemodiyaliz merkezine başvuran 76 hemodiyaliz hastası ile yürütülmüştür. Verilerin toplanmasında; hasta tanılama formu ve Yaşam Kalitesi Ölçeği'nden (SF-12) yararlanılmıştır. Verilerin analizinde tanımlayıcı istatistikler, tek yönlü ANOVA ve Student t testleri kullanılmıştır. Hemodiyaliz hastalarının yaş ortalaması 49.20±13.40 yıl, hemodiyaliz süreleri 3.20±1.80 yıl, Kt/V değeri 1.73±0.48 ve URR değeri 69.28±12.97'dir. Hastaların %71.1'inin fistülünün olduğu ve %85.5'inin haftada iki kez diyalize girdiği tespit edilmiştir. Hemodiyaliz hastalarının hemodiyaliz süreleri ile yaşam kaliteleri toplam puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki belirlenmiştir ($p<0.05$). Elde edilen bulgular, hemodiyaliz süresinin hastaların yaşam kalitesi üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, uzun süreli diyaliz tedavisinin bireylerin yaşam kalitesini etkileyen önemli bir değişken olduğunu ortaya koymaktadır. Diyaliz hastalarının yaşam kalitesini artırmaya yönelik bakım ve eğitim girişimlerinin, hastalık süresi ve bireysel ihtiyaçlar dikkate alınarak planlanması önerilmektedir.
Anahtar kelimeler: Hemodiyaliz, Kronik böbrek yetmezliği, Yaşam kalitesi

Giriş

Kronik Böbrek Yetmezliği (KBY), tüm dünyada giderek artan prevalansı ve yol açtığı mortalite-morbidite oranları nedeniyle önemli bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmektedir (Alnahas et al., 2023). Böbrek fonksiyonlarının geri dönüşsüz biçimde bozulması sonucu gelişen bu hastalık, bireylerin yaşamlarını ciddi şekilde etkileyerek hem bireysel hem de toplumsal düzeyde önemli sorunlara yol açmaktadır. KBY'nin son evresinde uygulanan renal replasman tedavileri, hastaların yaşamlarını sürdürebilmeleri için zorunlu hale gelmektedir. Bu tedavi yöntemleri arasında en sık kullanılanı ise hemodiyalizdir (Evangileen et al., 2023; Parlak & Şahin, 2021).

Hemodiyaliz tedavisi, hastaların yaşam sürelerini uzatmada hayati önem taşırken, aynı zamanda onların fizyolojik, psikolojik, sosyal ve ekonomik yaşamlarını etkileyen zorlu bir süreçtir. Haftada birden fazla seans şeklinde uygulanan bu tedavi, hastaların günlük yaşam rutinlerini sınırlamakta, iş yaşamına, sosyal ilişkilerine ve psikolojik iyi oluşlarına olumsuz yönde yansıyabilmektedir. Diyaliz sürecinde yaşanan komplikasyonlar, diyet ve sıvı kısıtlamaları, tedaviye bağımlı olma durumu ve geleceğe yönelik belirsizlik, bireylerin yaşam kalitesini düşüren faktörler arasında yer almaktadır (Baykan & Yargıç, 2012; Hoang et al., 2021).

Yaşam kalitesi, özellikle kronik hastalıklar bağlamında bireylerin sağlık durumlarını değerlendirmede giderek daha fazla önem kazanan bir kavramdır. Dünya Sağlık Örgütü, yaşam kalitesini bireyin içinde bulunduğu kültür ve değerler sistemi çerçevesinde amaçları, beklentileri, standartları ve kaygılarıyla ilişkili olarak algıladığı yaşam durumu olarak tanımlamaktadır. Hemodiyaliz hastalarında yaşam kalitesi; yalnızca klinik parametreler ile değil, aynı zamanda hastalık özellikleri, bireysel uyum stratejileri ve sosyal destek mekanizmalarıyla da yakından ilişkilidir (Peyravi et al., 2020; Wu et al., 2022; Yonata et al., 2022).

KBY ve hemodiyaliz sürecine ilişkin önceki çalışmalar, tedaviye başlama yaşı, hastalık süresi, diyaliz sıklığı, kullanılan damar yolu tipi, komorbid hastalıkların varlığı gibi faktörlerin hastaların yaşam kalitesi üzerinde belirleyici etkiler oluşturduğunu ortaya koymaktadır (……, ……). Örneğin, uzun süreli hemodiyaliz tedavisinde komplikasyon riskleri ve yorgunluk düzeyleri artarken, bu durum fiziksel işlevselliği ve sosyal yaşama katılımı olumsuz etkileyebilmektedir. Benzer şekilde, eşlik eden kronik hastalıkların varlığı veya diyaliz sıklığındaki farklılıklar da bireylerin genel sağlık algısını ve ruhsal iyi oluşunu şekillendirmektedir. Bu bağlamda, hemodiyaliz tedavisi alan bireylerde hastalık özellikleri ile yaşam kalitesi arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi, hem klinik uygulamalar hem de hemşirelik bakımının geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Hem hastaların tedaviye uyumunu güçlendirmekte hem de sağlık profesyonellerine birey odaklı bakım planları geliştirme konusunda bilimsel kanıt sunmaktadır. Bu araştırmanın amacı hemodiyaliz tedavisi alan hastalarda hastalık özellikleri ile yaşam kalitesi arasındaki ilişkinin değerlendirilmesidir.

Materyal Metod

Bu araştırma, tanımlayıcı tipte olup Şubat - Mayıs 2025 tarihleri arasında bir hemodiyaliz merkezinde kronik diyaliz tedavisi alan toplam 76 hemodiyaliz hastası ile yürütülmüştür.

Araştırmaya dahil edilme kriterlerini karşılayan ve çalışmaya katılmayı kabul eden hastalardan veriler toplanmıştır. Veriler, araştırmacı tarafından yüz yüze görüşme yöntemi ile elde edilmiştir. Katılımcılara çalışmanın amacı açıklanmış, gönüllü onamları alındıktan sonra veri toplama formları doldurulmuştur.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada, katılımcıların sosyodemografik ve hastalık özelliklerini belirlemek amacıyla araştırmacılar tarafından hazırlanmış Hasta Tanılama Formu ve yaşam kalitesini değerlendirmek amacıyla Yaşam Kalitesi Ölçeği (SF-12) kullanılmıştır.

Hasta Tanılama Formu: Hastalara ilişkin sosyodemografik özellikleri, hastalığa ve tedaviye özgü soruları içeren bu form literatür dahilinde araştırmacılar tarafından oluşturulmuştur.

Yaşam Kalitesi Ölçeği (SF-12): SF-12 Sağlık Anketi, belirli bir yaş veya hastalık grubuna odaklanmaksızın son dört haftalık dönemde yaşam kalitesini değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir (Ware ve ark., 1996). SF-12, toplam 12 maddeden ve sekiz alt boyuttan oluşmaktadır: fiziksel işlevsellik (2 madde), fiziksel rol (2 madde), beden ağrısı (1 madde), genel sağlık (1 madde), enerji (1 madde), sosyal işlevsellik (1 madde), duygusal rol (2 madde) ve ruhsal sağlık (2 madde). Fiziksel ve duygusal rol ile ilgili maddeler ikili (evet-hayır) olarak yanıtlanırken, diğer maddeler üç ile altı arasında değişen Likert tipi seçenekler içermektedir. Fiziksel Bileşen Özeti (PCS-12) puanı; genel sağlık, fiziksel işlevsellik, fiziksel rol ve beden ağrısı alt boyutlarından elde edilirken; Mental Bileşen Özeti (MCS-12) puanı sosyal işlevsellik, duygusal rol, ruhsal sağlık ve enerji alt boyutlarından elde edilmektedir. PCS-12 ve MCS-12 puanları 0 ile 100 arasında değişmekte olup, yüksek puanlar daha iyi sağlık durumunu göstermektedir (Soylu & Kütük, 2021).

İstatistik

Toplanan veriler bilgisayar ortamında değerlendirilmiştir. Analizlerde tanımlayıcı istatistiklerden (sayı, yüzde, ortalama, standart sapma) yararlanılmıştır. Hastaların yaşam kalitesi puanlarının bazı değişkenlere göre karşılaştırılmasında Student t testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Ayrıca, hastalık özellikleri ile yaşam kalitesi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edilmiştir.

Bulgular

Hemodiyaliz tedavisi alan hastaların sosyodemografik ve hastalık özelliklerinin dağılımı Tablo 1'de verilmiştir. Hastaların %50'sinin kadın, %50'sinin erkek, %80.3'ünün evli, %51.3'ünün ilkokul mezunu, %53.9'unun gelirinin gidere denk, %86.8'inin damar yolunun fistül olduğu, %85.5'inin haftada üç kez diyalize girdiği sonucuna ulaşılmıştır. Hastaların yaş ortalamasının 49.20±13.40 yıl, toplam hemodiyaliz sürelerinin 3.20±1.80 yıl, Kt/V değeri 1.73±0.48, URR değeri ise 69.28±12.97 olarak hesaplanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Hemodiyaliz tedavisi alan hastaların sosyodemografik ve hastalık özelliklerinin dağılımı (n=76)

Özellikler	**n (%)**
Cinsiyet	
Kadın	38 (%50)
Erkek	38 (%50)
Medeni Durum	
Evli	61 (%80.3)
Bekar	15 (%19.7)
Eğitim	

Okur yazar	13 (%17.1)
İlkokul	39 (%51.3)
Ortaokul / Lise	21 (%27.6)
Üniversite	3 (%3.9)
Ekonomik Durum	
Gelir giderden az	26 (%34.2)
Gelir gidere denk	41 (%53.9)
Gelir giderden fazla	9 (%11.8)
Damar Yolu	
Kateter	10 (%13.2)
Fistül	66 (%86.8)
Diyaliz Sayısı (Haftalık)	
Haftada 1	1 (%1.3)
Haftada 2	10 (%13.2)
Haftada 3	65 (%85.5)
	Ort.±SS
Yaş (yıl)	49.20±13.40
Toplam Hemodiyaliz Süre (yıl)	3.20±1.80
Kt/V	1.73±0.48
URR	69.28±12.97
Ort: Ortalama; SS: Standart Sapma	

Hemodiyaliz tedavisi alan hastaların sosyodemografik ve bazı hastalık özelliklerinin, SF-12 Fiziksel ve SF-12 Mental puanları ile ilişkisi incelenmiş olup; cinsiyet, medeni durum, eğitim, ekonomik durum, damar yolu ve haftalık diyaliz sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlılık görülmemiştir ($p>0.05$) (Tablo 2).

Tablo 2. Hemodiyaliz tedavisi alan hastaların sosyodemografik ve bazı hastalık özelliklerinin, SF-12 Fiziksel ve SF-12 Mental puanları ile ilişkisi

Özellikler	**SF-12 Fiziksel Puan**	**SF-12 Mental Puan**
Cinsiyet	**Ort±SS**	**Ort±SS**
Kadın	40.51±7.41	43.67±8.68
Erkek	41.30±7.18	42.77±9.01
Test*	t: -0.470 p: 0.640	t: 0.446 p: 0.657
Medeni Durum		

Evli	40.96±7.62	43.75±8.23
Bekar	40.70±5.81	41.06±10.85
Test*	t:0.123 p:0.902	t:1.063 p:0.291
Eğitim		
Okur yazar	38.49±7.30	45.37±7.97
İlkokul	42.01±6.96	44.10±7.52
Ortaokul / Lise	40.14±7.53	40.95±10.56
Üniversite	42.51±9.83	38.27±13.82
Test**	F:0.899 p:0.446	F:1.179 p:0.324
Ekonomik Durum		
Gelir giderden az	39.62±7.90	44.35±8.64
Gelir gidere denk	42.02±6.79	43.58±7.99
Gelir giderden fazla	39.56±7.40	38.31±11.86
Test*	F:1.049 p:0.356	F:1.681 p:0.193
Damar Yolu		
Kateter	39.32±7.84	44.43±7.97
Fistül	41.15±7.20	43.04±8.95
Test*	t:-0.740 p:0.461	t:0.465 p:0.644
Diyaliz Sayısı (Haftalık)		
Haftada 1	36.35±0.01	42.03±0.01
Haftada 2	40.45±7.38	43.31±8.84
Haftada 3	44.35±5.86	42.72±9.38
Test**	F:1.467 p:0.237	F:0.029 p:0.972
** Independent t-test; ** One Way ANOVA*		

Araştırmaya dahil olan hemodiyaliz hastalarının yıllık toplam hemodiyaliz süreleri azaldıkça, SF-12 Fiziksel ve SF-12 Mental puanlarının istatistiksel olarak arttığı sonucuna ulaşılmıştır ($p<0.05$) (Tablo 3).

Tablo 3. Hastaların yaş, toplam hemodiyaliz süre, Kt/V ve URR değerlerinin SF-12 Fiziksel ve SF-12 Mental puanları ile ilişkisi

Özellikler	**SF-12 Fiziksel Puan**	**SF-12 Mental Puan**
Yaş (yıl)	0.087	0.111
Toplam Hemodiyaliz Süre (yıl)	**-0.170***	**-0.253***
Kt/V	0.038	0.137
URR	0.124	0.110
** Pearson korelasyon p<0.05*		

Tartışma

Bu araştırmada, hemodiyaliz tedavisi alan hastaların sosyodemografik ve hastalık özellikleri ile yaşam kalitesi arasındaki ilişki incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre hastaların çoğunluğunun orta yaş grubunda, evli, ilkokul mezunu ve ekonomik açıdan gelir-gider dengesine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca damar yolu olarak büyük ölçüde fistül kullanıldığı, hastaların çoğunluğunun haftada üç kez diyalize girdiği, ortalama diyaliz süresinin yaklaşık üç yıl olduğu ve yeterlilik göstergeleri olan Kt/V ve URR değerlerinin kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmüştür. Bu sosyodemografik ve hastalık özellikleri ile SF-12 fiziksel ve mental bileşen puanları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamış, ancak hemodiyaliz süresi azaldıkça yaşam kalitesi puanlarının arttığı belirlenmiştir.

Literatür incelendiğinde, hemodiyaliz hastalarında yaşam kalitesinin çok boyutlu faktörlerden etkilendiği görülmektedir. Fiziksel sağlık, yaşam kalitesinin en temel belirleyicilerinden biridir. Diyabet, hipertansiyon, kardiyovasküler hastalıklar ve anemi gibi ek morbiditeler hastaların günlük yaşam aktivitelerini ve fonksiyonel bağımsızlıklarını sınırlandırmakta; kas gücü kaybı, mobilite kısıtlılığı ve yorgunluk gibi sorunlara yol açarak yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir (Alnahas et al., 2023; Evangileen et al., 2023; Parlak & Şahin, 2021). Bu çalışmada da benzer şekilde diyaliz süresinin artmasının, fiziksel ve mental yaşam kalitesi puanlarını olumsuz etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Diyaliz süresi uzadıkça komplikasyon risklerinin artması ve tedaviye bağlı yaşam kısıtlılıklarının belirginleşmesi bu sonucu açıklayabilir.

Aile desteği ve sosyal ilişkiler, hemodiyaliz hastalarının yaşam kalitesi üzerinde koruyucu bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Güçlü aile bağlarına sahip olan hastaların baş etme mekanizmalarının geliştiği, duygusal olarak daha dengeli oldukları ve tedaviye daha iyi uyum sağladıkları bildirilmektedir (Hasnidar et al., 2022; Titusman et al., 2021). Bununla birlikte ekonomik durum da yaşam kalitesini etkileyen önemli bir değişkendir. Diyaliz tedavisi, ilaçlar ve ek sağlık harcamaları, özellikle düşük gelirli hastalarda stres düzeyini artırmakta ve tedaviye erişimi zorlaştırmaktadır (Evangileen et al., 2023). Çalışmamızda ekonomik durum ile yaşam kalitesi arasında anlamlı fark saptanmamış olsa da, literatürde düşük sosyoekonomik düzeyin yaşam kalitesini olumsuz etkilediğine dair güçlü kanıtlar bulunmaktadır (Yonata et al., 2022).

Ayrıca yaşam tarzı faktörleri de yaşam kalitesini etkilemektedir. Düzenli fiziksel aktivite, hemodiyaliz hastalarında fiziksel kapasiteyi artırmakta, yorgunluk düzeyini azaltmakta ve psikolojik iyilik halini desteklemektedir (Rossi et al., 2014; Wu et al., 2022). Bunun yanı sıra, eğitim programlarıyla hastaların öz yeterliliklerinin artırılması, tedaviye uyumlarını ve sağlık sonuçlarını olumlu yönde etkilemektedir (Raheb et al., 2018; Ghavidel et al., 2014).

Sonuç

Bu araştırma, hemodiyaliz tedavisi alan hastalarda yaşam kalitesini etkileyen faktörleri incelemiş ve özellikle diyaliz süresinin yaşam kalitesi üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmada sosyodemografik ve bazı klinik değişkenlerle yaşam kalitesi arasında anlamlı bir ilişki bulunmaması, yaşam kalitesinin yalnızca demografik özelliklere indirgenemeyeceğini; bunun yerine fiziksel, psikolojik, sosyal ve yaşam tarzı faktörlerinin birlikte değerlendirildiği çok boyutlu bir çerçevede ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Klinik uygulamalar açısından bakıldığında, hemodiyaliz hastalarının yalnızca fiziksel sağlık durumlarının değil, aynı zamanda psikososyal gereksinimlerinin de dikkate alınması önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, aile katılımının desteklenmesi, hasta eğitim programlarının yaygınlaştırılması, semptom yönetimine yönelik girişimlerin artırılması ve psikososyal destek uygulamalarının bakım planlarına entegre edilmesi önerilmektedir.

Hemşirelik bakımının temel hedeflerinden biri bireylerin yaşam kalitesini korumak ve yükseltmektir. Hemodiyaliz hastalarında yaşam kalitesinin belirleyicilerinin anlaşılması, bakım planlarının geliştirilmesinde ve hasta yönetiminde yol gösterici olmaktadır. Özellikle hasta eğitimi, öz-yeterliliğin artırılması ve destekleyici bakım uygulamaları, bu hastaların yaşam kalitesini iyileştirmede önemli stratejiler arasında yer almaktadır.

KAYNAKÇA

Abdelghany, M. and El-Gohary, E. (2016). Assessment of health-related quality of life in patients receiving regular hemodialysis. *Journal of Nephrology & Therapeutics*, 06(02).

Alnahas, N., Shahin, E., & Bogdady, E. (2023). Health needs and self-efficacy for patients undergoing hemodialysis. *Port Said Scientific Journal of Nursing*, 10(2), 159-180.

Aswadi, M. and Putra, W. (2022). Family support and quality of life for chronic kidney disease (ckd) patients hemodialysis therapy at undata hospital. *Journal of Health and Nutrition Research*, 1(1), 6-10.

Baykan, H. and Yargıç, İ. (2012). Depression, anxiety disorders, quality of life and stress coping strategies in hemodialysis and continuous ambulatory peritoneal dialysis patients. Klinik *Psikofarmakoloji Bülteni-Bulletin of Clinical Psychopharmacology*, 22(2), 167-176.

Evangileen, B., Meenakshi, G., Kumar, J., Priyanka, V., & Dhanalakshmi, G. (2023). Impact of hemodialysis on health-related quality of life of the patient. Journal of Advanced Scientific Research, 14(08), 15-21.

Ghavidel, F., Bahadori, M., Mohammadzadeh, S., & Ravangard, R. (2014). The effects of an interventional program based on self-care model on health-related quality of life outcomes in hemodialysis patients. *Journal of Education and Health Promotion,* 3(1).

Hoang, V., Green, T., & Bonner, A. (2021). Examining social support, psychological status and health-related quality of life in people receiving haemodialysis. *Journal of Renal Care,* 48(2), 102-111.

Parlak, A. and Şahin, Z. (2021). The effect of covid 19 fear on quality of life in hemodialysis patients: a correlation study in turkey. *Samsun Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(2), 367-382.

Peyravi, M., Amirkhani, M., abadi, f., Abbasijahromi, A., Sheidaie, S., & Modreki, A. (2020). The effect of positive thinking training on different dimensions of quality of life of hemodialysis patients: a randomized controlled clinical trial. *Nephro-Urology Monthly*, 12(3).

Raheb, G., Kazemi, S., & Alipour, F. (2018). Effectiveness of self-care training program based on empowerment model on quality of life among hemodialysis patients in the city of sari, iran. World Family Medicine Journal/Middle East Journal of Family Medicine, 16(2), 16-23.

Rossi, A., Burris, D., Lucas, F., Crocker, G., & Wasserman, J. (2014). Effects of a renal rehabilitation exercise program in patients with ckd. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 9(12), 2052-2058.

Soylu, C., & Kutuk, B. (2021). Reliability and Validity of the Turkish Version of SF-12 Health Survey. *Turkish Journal of Psychiatry*.

Sułkowski, L., Matyja, A., & Matyja, M. (2024). Social support and quality of life in hemodialysis patients: a comparative study with healthy controls. *Medicina*, 60(11), 1732.

Titusman, H., Budi, N., & Sari, R. (2021). Relationship of family support with quality of life of hemodialized patients using study literature review method. Journal of Vocational Nursing, 2(2), 132.

Ware, J. E., Kosinski, M., & Keller, S. D. (1996). A 12-Item Short-Form Health Survey. *Medical Care,* 34(3), 220–233.

Wu, Y., Hsu, Y., & Tzeng, W. (2022). Physical activity and health-related quality of life of patients on hemodialysis with comorbidities: a cross-sectional study. I*nternational Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(2), 811.

Yonata, A., Islamy, N., Taruna, A., & Pura, L. (2022). Factors affecting quality of life in hemodialysis patients. *International Journal of General Medicine*, Volume 15, 7173-7178.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

SHOULD WE PERFORM APPENDECTOMY IN AMYAND HERNIA? CASE PRESENTATION

Exp. Dr. Hüseyin GARİP
Nizip State Hospital, General Surgery Department, Gaziantep, Turkey
ORCID: ID/0000-0001-8582-8322

ABSTRACT
Introduction: An abdominal hernia is the protrusion of abdominal organs through a defect in the abdominal wall. It is most commonly seen in the inguinal region. The omentum is frequently observed within the hernia sac. In addition, Meckel's diverticulum (Littre's hernia), partial intestinal wall (Richter's hernia), bladder, and vermiform appendix (Amyand hernia) may also be present. Amyand hernia is more common in males. Amyand hernia is a rare condition with diagnostic challenges preoperatively and varying opinions regarding treatment. A patient who underwent surgery for a diagnosis of right inguinal hernia and was found to have Amyand hernia is presented as a case study in our hospital.
Case: A 52-year-old male patient who presented to the general surgery outpatient clinic with complaints of right groin pain and swelling was found to have a reducible right inguinal hernia on physical examination. Laboratory tests revealed no pathology, and ultrasound (USG) reported a 2 cm defect in the right inguinal region. Elective surgery was planned for the patient. During surgery, the vermiform appendix was found inside the hernia sac. Appendectomy was performed, and the hernia was repaired with mesh (Lichtenstein repair). The patient was discharged without any postoperative complications.
Discussion and conclusion: The need for appendectomy in inguinal hernia surgery is still controversial. Losanof and Basson have defined the types of inguinal hernias and their treatments. Appendectomy is recommended even if there are no signs of appendicitis in adolescents. There are also publications that recommend appendectomy for all patients. Prophylactic appendectomy has been recommended to prevent inflammation that may develop as a result of manual manipulation. Appendectomy is not recommended in elderly patients. In addition, mesh repair is not recommended in cases where wound infection may occur, such as suppurative inflammation and perforation. In our patient, appendectomy was performed due to adhesion to the hernia sac and manipulation. In our case, mesh was applied since there was no inflammation. In Amyand hernias, the decision to perform appendectomy and mesh repair should be based on the patient's age, the extent of dissection, and the presence of inflammation.
Keywords: Amyand hernia, Appendix, Appendectomy, Mesh repair

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

A CASE OF ILEUS ON THE BACKGROUND OF CLOSED PERFORATION SECONDARY TO SIGMOID COLON DIVERTICULITIS

Exp. Dr. Hüseyin GARİP
Nizip State Hospital, General Surgery Department, Gaziantep, Turkey
ORCID: ID/0000-0001-8582-8322

Exp. Dr. Muhanned ALKHATIB
Nizip State Hospital, General Surgery Department, Gaziantep, Turkey
ORCID: ID/0009-0009-3940-0216

ABSTRACT
Introduction: Diverticulosis of the colon is quite common in America and Europe due to a low-fibre diet. The condition in which colonic diverticula cause symptoms is called diverticular disease. Diverticulitis, abscess, fistula, perforation, bleeding, and obstruction may develop. Diverticulitis develops in 10-25% of patients with diverticulosis of the colon. Recently, the incidence of diverticulitis has increased by 60%, and as a result, hospitalisation and surgery rates have also increased. Smoking, physical inactivity, use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs, and obesity are considered risk factors for the development of diverticulitis. The most sensitive imaging method for the diagnosis of diverticulitis is computed tomography (CT). A case of a patient who underwent surgery due to ileus secondary to closed perforation following sigmoid colon diverticulitis is presented in our hospital.
Case: A 60-year-old male patient with no known medical history presented to the emergency department with complaints of pain in the left lower quadrant, nausea, vomiting, and inability to pass stool for 4-5 days. Physical examination revealed widespread distension and tenderness in the abdomen. The patient had a body mass index of 36 and a history of chronic constipation. The CT scan revealed wall thickening in a 7 cm segment of the sigmoid colon, widespread air-fluid levels in the intestines, a pericolic abscess, and inflammation in the pericolic adipose tissue. The patient was then taken into emergency surgery. During surgery, a closed perforation and abscess mimicking an obstructive mass were observed in the sigmoid colon. Sigmoid colon resection was performed, and an end colostomy was created. The pathology result was reported as diverticulitis and inflammatory changes.
Discussion and conclusion: Patients with diverticulitis most commonly present with abdominal pain. However, as in our case, complicated diverticulitis may also present with findings of perforation, abscess, and mechanical bowel obstruction due to stricture. In obese patients with chronic constipation, diverticulitis and its complications should be considered in the presence of ileus symptoms, and laparotomy should not be avoided for the purpose of diagnosis and treatment.
Keywords: sigmoid diverticulitis, perforation, ileus

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

LACTATION MANAGEMENT AFTER PERINATAL LOSS

Tuba DEĞERLİ
Adıyaman University, Institute of Health Sciences, Department of Midwifery, Adıyaman – Türkiye
ORCID ID: 0009-0008-0696-099X

Doç. Dr. Semiha AYDIN ÖZKAN
Adıyaman University, Faculty of Health Sciences, Department of Midwifery, Adıyaman – Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-4538-0396

ABSTRACT
This seminar addresses the topic of lactation management following perinatal loss. The lactation process begins as early as the 16th week of pregnancy and continues until the end of gestation. However, in certain situations, lactation suppression becomes necessary. In particular, in cases such as viral infections like HIV, adoption, or loss, lactation should be suppressed. The aim is to ensure that grieving mothers can be relieved from the lactation process, which physiologically reminds them of their loss, in a relatively painless and short period. In order to shorten this process, both pharmacological and non-pharmacological methods are used. Another important point to be considered during this period is that the methods applied to the breasts should not act as a stimulus that prolongs the lactation process. **Pharmacological methods** include bromocriptine (an ergot-derived drug), cabergoline (a non-ergot-derived drug), and combinations of estrogen and androgen. **Non-pharmacological methods** can be examined under three main categories. In mechanical and physical methods, practices such as yoga, massage, and breast binding are commonly used. In **herbal and traditional approaches**, the effects of oils and teas obtained from plant roots or stems on lactation suppression are investigated.As a final categor**y, dietary and fluid intake regulation**, although not actively used today, was reported in studies conducted in 1976 to have effects on lactation suppression.
The purpose of this seminar is to examine the effectiveness of these methods in the light of scientific literature. Approaches to lactation management and their mechanisms of action are discussed. The sources were obtained from academic databases such as Google Scholar and PubMed. As a result, although many pharmacological methods have short-term effects on lactation, their side effects cannot be disregarded. On the other hand, non-pharmacological methods such as tight bandaging, cabbage leaves, and several herbal and physical practices require further research to be examined in more detail regarding their effectiveness.
Keywords: Perinatal loss, Lactation, Lactation suppression, Non-pharmacological methods, Pharmacological approaches, Grief

PERİNATAL KAYIP SONRASI LAKTASYON YÖNETİMİ

ÖZET
Bu seminerde perinatal kayıp sonrası laktasyon yönetimi konusu ele alınmıştır. Laktasyon süreci gebeliğin 16 haftasından itibaren salgılanmaya başlayıp gebelik sonunda da devam eden bir süreçtir. Fakat bazı durumlarda laktasyon baskılanması gerekmektedir. Özellikle hıv gibi viral enfeksiyonlar veya evlatlık verilme, kayıp gibi durumlarda laktasyon baskılanmalıdır. Perinatal kayıp sonrası yas yaşayan annelerin fizyolojik olarak kaybı anımsatan laktasyon sürecinden oldukça ağrısız ve kısa süreli kurtulmaları amaçlanmaktadır. Sürecin kısa sürmesi için farmakolojik ve nonfarmakalojik yöntemlerle desteklenmektedir. Bu süreçte dikkat edilmesi gereken bir başka konu da memelere uygulanacak yöntemlerin bir uyarana dönüşüp laktasyon sürecini devam ettirmemektir.
Farmakolojik yöntemler olarak; brokompritin (ergot türevi bir ilaç), kabergolin(non-ergot türevi bir ilaç), östrojen ve androjen kombinasyonları kullanılmaktadır.
Non farmakolojik yöntemlerde ise 3 ana başlık altında inceleyebilmekteyiz. Mekanik ve fiziksel yöntemlerde başta yoga olmak üzere masaj ve meme bağlama yöntemleri kullanılmaktadır.

Bitkisel ve geleneksel yaklaşımlarda bitki kök veya gövdelerinden elde edilen yağ ve çayların laktasyon baskılama üzerindeki etkilerine bakılmaktadır.
Son bölüm olarak ele alınan beslenme ve sıvı alımının ayarlanmasında günümüzde aktif olarak kullanılmasada 1976 yılında Yapılan çalışmalarda laktasyon baskılama üzerine etkileri olduğu ortaya sunulmaştır.
Seminerdeki amaç kullanılan bu yöntemlerin etkilerini bilimsel literatür doğrultusunda incelenmektir. Laktasyon yönetimi konusundaki yaklaşımlar etki mekanizmaları üzerinde durulmuştur. Elde edilen kaynaklar Google scholar Pubmed gibi akademik veri tabanlarından elde edilmiştir. Sonuç olarak kullanılan birçok farmakolojik yöntemin laktasyon üzerindeki kısa etkisi yan etkilerini göz ardı etmemektedir. Diğer yandan kullanılan nonfarmakolojik yöntemlerden sıkı bandaj lahana yaprağı ve kullanılan birçok bitkisel ve fiziksel yöntemin etkilerinin daha detaylı incelenmesi için araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Perinatal kayıp, Laktasyon / Süt salınımı, Laktasyonun baskılanması, Farmakolojik olmayan (nonfarmakolojik) yöntemler, Farmakolojik yaklaşımlar, Yas / Yas süreci

INTRODUCTION

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) perinatal dönemi, gebeliğin 22. haftasından başlayarak doğum sonrası ilk haftayı kapsayan dönem olarak tanımlamıştır (World Health Organization, 2006). Perinatal dönem, kadınların fizyolojik ve psikolojik olarak gebeliğe ve postpartum döneme adapte olmalarını gerektirir. Ancak, kadınların psikolojik olarak en kırılgan oldukları zaman dilimlerindendir. (Koukopoulos, A. E., Angeletti, G., Sani, G., Janiri, D., Manfredi, G., Kotzalidis, G. D., & De Chiara, L., 2020). Perinatal dönemde yaşanan kayıplar, ebeveynler için oldukça sarsıcı bir sürece dönüşebilmektedir. Oluşan travma sonrası psikolojik bozuklukların etkisi, bireylerde kalıcı izler bırakabilmektedir(Berry, S. N. (2022). Bu izler yalnızca geçici değil, aynı zamanda derin ve sarsıcı bir boyut kazanabilmektedir. Bu nedenle, yaşanan yasın doğru şekilde tanımlanması ve profesyonel biçimde yönetilmesi büyük önem arz etmektedir (Burden, C., Bradley, S., Storey, C., Ellis, A., Heazell, A. E. P., Downe, S., & Kirkham, M., 2016).

Perinatal Dönem

Perinatal dönem kavramı zaman içerisinde belirli tanımlarla şekillendirilmeye çalışılmıştır. 1987 yılında yapılan bir çalışmada perinatal dönem, doğumdan bir yıl öncesi ile doğumdan sonraki 1.5 ila 2 yılı kapsayan bir süreç olarak ifade edilmiştir (Helfer 1987). 2006 yılında ise Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) perinatal dönemi, gebeliğin 22. haftasından başlayarak doğum sonrası ilk haftayı kapsayan dönem olarak tanımlamıştır (World Health Organization, 2006). Klinik jinekoloji literatüründe ise perinatal dönem, gebeliğin 22. haftasında başlayıp postpartum 7. gün ile 28. güne kadar uzayabilen bir dönem olarak adlandırılmaktadır (Cunningham et al., 2018). Perinatal dönem, kadınların fizyolojik ve psikolojik olarak gebeliğe ve postpartum döneme adaptasyonların sağlandığı dönemdir. Ancak, bu dönem kadınların psikolojik olarak en kırılgan oldukları zaman dilimidir (Koukopoulos et al., 2020). Özellikle bu dönemde sağlanacak psikolojik destekler, hem anne hem de yenidoğan açısından uzun vadede olumlu etkiler yaratacaktır (Esmeralda R. Garcia & Ilona S. Yim, 2017). Ancak gebelik süreci her durumda istendik şekilde olumlu sonuçlanmayabilir bu dönemde perinatal kayıplarda yaşanabilmektedir. Perinatal dönemde yaşanan kayıplar, ebeveynler için oldukça sarsıcı bir sürece dönüşebilmektedir. Oluşan travma sonrası psikolojik bozuklukların etkisi, bireylerde kalıcı izler bırakabilmektedir (Berry, 2022). Bu izler yalnızca geçici değil, aynı zamanda derin ve sarsıcı bir boyut kazanabilmektedir. Bu nedenle, yaşanan yasın doğru şekilde tanımlanması ve profesyonel biçimde yönetilmesi büyük önem arz etmektedir (Burden et al., 2016). Bu dönemde, kaybı sürekli hatırlatan fizyolojik değişiklikler özellikle meme büyümesi ve spontan süt salınımı (laktasyon) depresyon riskini daha da artıran etmenler arasında yer almaktadır. Annelerin perinatal kayıplara verdikleri tepkiler, ebelik bakımının şekillenmesinde etkili olmaktadır (Körükçü & Kukulu, 2010).
Bu doğrultuda çalışmamızın temel amacı, prenatal kayıp yaşamış annelerde kaybı hatırlatan ve literatürde "beyaz gözyaşı" (white tears) olarak tanımlanan süt salınımı (laktasyon) sürecinin yönetimini incelemektir (Parish & Doherty, 2021).

Laktasyonun bu bağlamdaki psikolojik etkilerinin anlaşılması, perinatal yas sürecine dair ebelik bakımının bütüncül destek mekanizmalarının geliştirilmesine katkı sunabilir.

Yas, Perinatal Yas Ve Psikolojik Etkiler

Yas süreci, bireyin hem fizyolojik hem de psikolojik tepkiler gösterdiği, vücudun çok yönlü değişimler yaşadığı bir dönemdir. Bu dönem, psikiyatrik rahatsızlıkların ortaya çıkması açısından en savunmasız evrelerden biri olarak kabul edilmektedir (Koukopoulos et al., 2020). Ancak bireylerin yası deneyimleme biçimleri; kişisel, kültürel, dinsel ve toplumsal faktörlere bağlı olarak farklılık gösterebilir. Yas süreci; kayıp sonrası bireyin yaşadığı duygusal çöküntü, inkâr, öfke, pazarlık, depresyon ve kabullenme gibi evreleri içerebilir (Kübler-Ross, 1969; Woodroffe, 2013).

Perinatal yas, gebelik sürecinde (prenatal dönem), doğum sırasında veya doğumdan kısa bir süre sonra (postnatal dönem) fetüsün veya yenidoğanın ölümü ile sonuçlanan kayıplara karşı gelişen yas tepkilerini ifade eder. Bu tür kayıplar; spontan düşük (abortus), ölü doğum (stillbirth), neonatal ölüm ve bazı durumlarda isteyerek sonlandırılan gebelikler (indüklenmiş abortus) sonrası yaşanabilir. Perinatal kayıp, yalnızca biyolojik bir kayıp değil; annenin doğacak çocuğa dair hayalleri, kimliği ve geleceğe yönelik beklentilerini de kapsayan çok katmanlı bir psikolojik kayıp olarak değerlendirilmektedir (Cacciatore, 2013; Fenstermacher & Hupcey, 2013; Côté-Arsenault & Denney-Koelsch, 2011). Doğum öncesi dönemde gelişen bağlanma nedeniyle anneler, kayıptan sonra bile bebekleriyle bağlarını sürdürmeye çalışabilirler (Oreg, 2020). Bu süreçte hormon düzeylerindeki değişim, yoğun duygusal tepkiler ve suçluluk duygusu, perinatal yası diğer yas türlerinden ayıran başlıca unsurlardır (Pinilla & Hermosillo, 2021). Toplumda prenatal kayıplar çoğu zaman "tam büyümemişti" gibi ifadelerle sıradanlaştırıldığından, kadınlar bu kayıplara dair duygularını çoğunlukla bastırmak zorunda kalır. Bu durum, annenin yas sürecinin "sessiz yas" şeklinde içselleştirilmesine yol açar. Bu sessizliği bozan nadir unsurlardan biri, annenin süt bağışı yapmasıdır. Laktasyona bağlı olarak bedenin hâlen doğum yapmış gibi davranması, annenin ölüm deneyimini sürekli olarak hatırlamasına ve yasın daha derin yaşanmasına neden olmaktadır (Oreg, 2020).

Perinatal kaybın yalnızca kadın için değil, tüm aile bireyleri için beklenmedik ve derin bir üzüntü kaynağı olduğu bilinmektedir (Obst et al., 2020). Aile üyeleri arasında en baskın duygulardan biri olan yas, kişiden kişiye değişkenlik gösterir (Gür et al., 2023; Woodroffe, 2013). Özellikle beklenmedik ve travmatik kayıplarda komplike yas (CG) gelişme riski artar (Kersting & Wagner, 2012). Yas belirtileri yaygın, bozucu ya da uzun süreli olabilir. Ayrıca, yas süreci henüz tamamlanmadan bir yıl içinde gerçekleşen yeni gebelikler, sevinç ve hüznün iç içe geçtiği duygusal karmaşalara neden olabilir (Donegan, Noonan & Bradshaw, 2023). Türk toplumunda, yeniden gebe kalmanın kadının iyileşmesini sağlayacağına dair yaygın bir inanış bulunmakta; bununla birlikte çocuksuz kadınların daha derin bir keder yaşadığı düşünülmektedir (Gözüyesil et al., 2022). Yas sürecinin bireyin "kurtulması gereken" bir durumdan ziyade, yaşanan kayba verilen olağan bir psikolojik tepki olarak değerlendirilmesi önemlidir (Aşçıoğlu Önal & Yalçın, 2019). Bu sürecin sağlıklı yönetilmesinde sağlık profesyonellerinden alınan desteğin belirleyici bir rol oynadığı gösterilmiştir (Bulut, Kartal & Aker, 2024). Annelerin perinatal kayıplara verdikleri tepkiler, ebelik bakımının şekillenmesinde etkili olmaktadır (Körükçü, Ö., & Kukulu, K., 2010). Ebeler kayıp yaşayan ailenin tedavi eğitim ve bakımlarından sorumludur (Qian et al., 2023) Kayıp yaşayan aileler, psikolojik süreçlerin sonuçlarının sağlık personellerinden destek alıp almamalarına göre değiştiğini ifade etmektedir. Yas sürecini kontrol edemeyen ebeler, ebeveynlerin travmalarını olumsuz etkilemektedir (Qian et al., 2022). Ebeler süreci anlayışlı bir şekilde anlaşılır bir dille ifade etmeli, bebeği görebilecek hatta fotoğraf kıyafet gibi hatıraları verebilecek alan sağlamalıdır (Shen et al., 2022). Bu dönemde, kaybı sürekli hatırlatan fizyolojik değişiklikler özellikle meme büyümesi ve spontan süt salınımı (laktasyon) depresyon riskini daha da artıran etmenler arasında yer almaktadır.

Laktasyon Tanımı ve Önemi

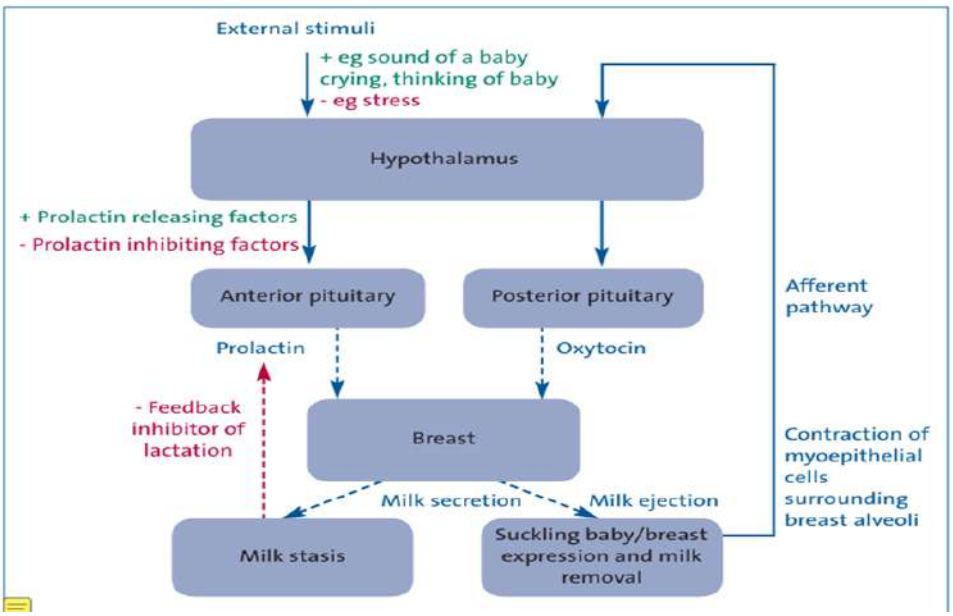
Laktasyon, kadının yaşamında gebelikle birlikte süregelen fizyolojik süreçlerden biridir (Çınar, 2018). Bu süreç, üreme sisteminin ayrılmaz bir parçası olarak değerlendirilmekte ve süt üretimi yoluyla yenidoğanın besin ihtiyacını karşılayan temel bir döngü olarak öne çıkmaktadır (Del Ciampo & Del Ciampo, 2018; Erçin & Köseoğlu, 2022). Anne sütüyle beslenme, yalnızca yenidoğanın günlük gereksinimlerini karşılamakla kalmaz, aynı zamanda ileriki yaşamda karşılaşabileceği metabolik hastalıklara karşı koruyucu etki göstermektedir (Uçar & Ongün Yılmaz, 2020). Masrafsız olması nedeniyle de tercih edilen bu beslenme biçimi, UNICEF'in 2019 yılında yaptığı çalışmaya göre, dünyada ilk altı ay yalnızca anne sütü ile beslenen bebeklerin oranının %41 olduğunu ortaya koymuştur (Turan et al., 2024). Gelişmekte olan ülkelerde emzirme konusunda bilgi düzeyinin daha yüksek olduğu ve annelerin sık emzirmeye özen gösterdiği görülmektedir (Cazorla-Ortiz et al., 2020). Türkiye'de ise 2018 verilerine göre emzirme oranı %97'ye ulaşmış olup, bu durum emzirme konusunda önemli bir ilerleme kaydedildiğini göstermektedir (Çırlak et al., 2024).

Anne sütü, yenidoğan gelişimini destekleyen benzersiz bir besin kaynağıdır (Özkan & Sakar, 2017). Doğumdan hemen sonra başlanarak ilk altı ay yalnızca anne sütü verilmesi hem bebek hem de anne açısından büyük bir öneme sahiptir (Doğan & Yücel, 2023). Anne sütü; sağlığın geliştirilmesi ve korunması, sosyal ve psikolojik gelişim ile bağışıklık sisteminin desteklenmesi gibi birçok alanda önemli faydalar sağlamaktadır (Dönmez, A., & Yeyğel, Ç. 2022). İçeriğinde bulunan makrofajlar, immünoglobulinler ve enterovirüslere karşı koruyucu özellikleri sayesinde gastrointestinal sistem enfeksiyonlarına karşı da etkilidir (Demirtaş, 2011). Anne sütündeki proteinin yaklaşık %60'ını whey protein oluşturmakta olup, bu durum laktasyonun devamlılığını desteklemektedir (Gür, 2019). Çocukluk dönemindeki zihinsel gelişim ile emzirme arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Emzirme süresi ile zihinsel yetenekler arasında pozitif yönde anlamlı sonuçlar elde edilmiş; altı aydan uzun süren emzirmenin ise dil gelişimi üzerinde olumlu katkılar sağladığı belirlenmiştir (Eker, 2019). Ayrıca laktasyon anneyi over ca meme ca ve tip 2 diyabetten de koruma sağlar (Hannan et al., 2023).

Laktasyon Fizyolojisi

Meme bezi gelişimi beş aşamada oluşur: embriyogenez, mammogenez, laktogenez, laktasyon ve involüsyon (Altıparmak & Karadeniz, 2024). Laktasyon, süt oluşumu ve salınımının gerçekleştiği bir durumdur. Meme, miyoepitelyal hücrelerle çevrelenmiş alveoller ünitesinden oluşan bir yapıdır (Farah et al., 2021). Meme bezi, tekrarlayan büyüme, farklılaşma ve gerileme döngülerine sahip, etkin bir dış salgı organıdır (Truchet & Honvo-Houéto, 2017). Gebeliğin ilk yarısında östrojen hormon düzeyinin artmasıyla birlikte duktal sistemin hacmi artar ve bu yapı yağ dokusuna doğru yayılım gösterir. Östrojen düzeyindeki artış, yağ hacminde azalmaya, duktal proliferasyona ve uzamaya neden olur. Östrojenin hipofiz bezini uyarmasıyla prolaktin düzeyleri artmaya başlar (Alex, Bhandary & McGuire, 2020). Alveolar hücreler, gebeliğin ikinci trimesterinde süt üretebilme yeteneğine sahiptir ve bu evre birinci laktogenez veya sekresyon başlangıcı olarak adlandırılır (Parish, Doherty et al., 2021). Birinci laktogenezde kolostrum birikimi başlar. Bu aşamada memedeki doku hacmindeki değişim ile laktasyonun işlevselliği arasında doğrudan bir ilişki bulunmamaktadır (Hassiotou & Geddes, 2013). Laktogenez 2 olarak isimlendirilen aşamada ise bol süt salgılanmasını sağlayan endokrin sistem tarafından kontrol edilir. Bu evrede göğüslerden dolgunluk geri dönütleri alınır (Farah et al., 2021)

Doğumdan 48–72 saat sonra progesteron düzeyinde azalma, prolaktin düzeyinde ise görece bir artış gözlenir (Hassiotou & Geddes, 2013). Prolaktin, süt salınımının devamlılığında rol oynarken; oksitosin, sütün bebek tarafından emilmesinde işlev görür (Altıparmak & Karadeniz, 2024). Emme işlevi sona erdiğinde prolaktin ve oksitosin düzeylerinde düşüş meydana gelir ve süt üretimi durur (Bermejo et al., 2023).



(Parish & Doherty, 2021)

Laktasyon Baskılanması

Annelerin büyük bir kısmı bebeklerini emzirmek istemektedir. Ancak, annede ya da yenidoğanda ortaya çıkan bazı sağlık problemleri ya da yenidoğanın kaybı, emzirme isteğinin yerine getirilememesine neden olabilmektedir (Spitz et al., 1998). Yenidoğan kaybı yaşayan anneler, laktasyonun baskılanması konusunda iki farklı görüşe sahip olabilmektedir. Bazı anneler süt üretiminin baskılanmasını tercih ederken, bazıları ise süt sağımına devam etmeyi istemektedir (Parish & Doherty, 2020).

Süt sağımına devam etmek isteyen annelerin başvurduğu ilk kurumlar, kar amacı gütmeyen süt bankaları olmaktadır. Süt bağışında bulunan annelerin görüşlerinin incelendiği bir çalışmada, bu annelerin bebeklerinin hatıralarını yaşattıkları ve onlarla bir bağ kurdukları ifade edilmiştir (Oreg, 2020). Perinatal kayıp yaşayan bazı annelerde ise laktasyon süreci farklılık gösterebilmektedir. Kayıp yaşayan anneler, gebeliği bir hayal ürünü olarak değerlendirebilmekte ve bu bağlamda laktasyonun baskılanması yöntemlerini reddedebilmektedir (Özkaya & Körükcü, 2023).

Laktasyonun baskılanma süresi, annenin sütünü sağması ya da hiç emzirmemesi gibi faktörlere göre değişkenlik gösterebilir. Bebek emmediği sürece laktasyon üretimi zamanla sona ermektedir; ancak bu süreçte meme şişkinliği, ağrı gibi olumsuzluklar yaşanabilmektedir. Bu etkilerin azaltılması amacıyla çeşitli yöntemlerle laktasyon baskılanmaktadır (Oladapo & Fawole, 2012). Farmakolojik ve farmakolojik olmayan yöntemler ile laktasyon baskılanabilmektedir (Parish & Doherty , 2020).

Farmakolojik Yöntemler

Doğum sonrası emzirmeyen kadınlarda prolaktin seviyesi yaklaşık 6 aylık süreçte normale dönmektedir. Bu süreci kısaltmak amacıyla zaman zaman farmakolojik müdahalelere başvurulabilmektedir (McGuire, 2018; Anderson, 2017).

Bromokriptin, ergot türevi bir ilaç olup, laktasyon baskılanmasında en yaygın kullanılan ajanlardan biridir. Ancak ABD'de miyokard enfarktüsü vakalarında artışa neden olduğu bildirildiği için kullanımına ara verilmiştir (Anderson, 2017).

Kabergolin, non-ergot yapılı bir ilaç olup laktasyon baskılanmasında kullanılan bir diğer farmakolojik ajandır. Kardiyovasküler sistem üzerindeki etkileri tam olarak bilinmemekle birlikte, laktasyon üzerinde hızlı bir yanıt oluşturduğu için doğumdan sonraki ilk 24 saat içinde kullanılması önerilmektedir (Anderson, 2017; Lebedevs & Kendrick, 2019).

Östrojen ve androjen kombinasyonları, tek başlarına kullanıldıklarında laktasyon inhibisyonu oranları açısından farklılık gösterebilmektedir. Bununla birlikte, tromboemboli riskini artırdığı için bu ilaçlar genellikle tercih edilmemektedir (Oladapo & Fawole, 2012).

Nonfarmakolojik Yöntemler

Tarihsel süreçte, laktasyonun baskılanması amacıyla farmakolojik olmayan yöntemler arasında sıkı sütyen kullanımı veya memelerin bağlanması etkili bir çözüm gibi görünmüş olsada, bu yöntemlerin ilerleyen dönemlerde mastit riskini artırabileceği anlaşılmış ve bu nedenle tercih edilmemeye başlanmıştır (Carroll et al, 2020). Annelerin meme bağlamaya eğilim gösterdiği durumlarda, mastit ve enfeksiyon belirtileri konusunda bilgilendirilmeleri büyük önem taşımaktadır (Cole, 2012). Lahana yapraklarının meme dolgunluğu üzerindeki olumlu etkileri bilinmektedir. Ancak, bu yöntemin laktasyon baskılanmasına ilişkin semptomların süresi üzerindeki etkisini ortaya koyan yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır (Carroll et al., 2020). Bir çalışmada ise lahana yaprakları ile soğuk jel paketleri kıyaslanmış ve her iki yöntemin de belirli düzeyde rahatlama sağladığı ancak kanıt kalitesinin zayıf olduğu vurgulanmıştır (Mangesi & Zakarija-Grkovic, 2016). Laktasyon baskılanması üzerine yapılan farmakolojik ve nonfarmakolojik 62 araştırmayı inceleyen bir meta-analiz çalışmasında, nonfarmakolojik yöntemler üzerine yapılan araştırmaların yetersiz olduğu ifade edilmiştir (Oladapo & Fawole, 2012).

Mekanik ve fiziksel yöntemler

Fiziksel aktivite, perinatal kayıp yaşayan annelerin duygusal süreçleriyle başa çıkmada etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Yürüyüş ve yoga gibi aktiviteler, annelerin kayıplarıyla başa çıkmalarına yardımcı olmaktadır. 2014 yılında ABD'de 175 kadınla yapılan bir çalışmada, egzersizin depresyon düzeyini anlamlı şekilde azalttığı sonucuna ulaşılmıştır (Huberty et al., 2014). Yine ABD'de gerçekleştirilen başka bir çalışmada, perinatal kayıp yaşayan annelere yönelik çevrimiçi yoga desteğinin zihinsel ve fiziksel sağlık üzerinde olumlu etkiler yaratması amaçlanmıştır (Huberty et al., 2017).Masaj da fiziksel yöntemlerden biri olarak değerlendirilmekte olup, perinatal kayıp yaşamış anneler açısından maliyeti düşük bir rahatlama yöntemi olarak öne çıkmaktadır (Fogarty et al., 2024). Meme bağlama yöntemi ise bazı kültürlerde duygusal bir rahatlama sağlaması açısından kullanılmaktadır. İsveç'te yapılan bir çalışmada, meme bağlamanın kaybı somutlaştırarak ifade etme aracı olarak kullanılabildiği belirtilmiştir (Cole, 2012).

Bitkisel ve geleneksel yaklaşımlar

Tayvan'da gerçekleştirilen bir araştırmada, perinatal yas sürecine ilişkin geleneksel uygulamalar ele alınmıştır. Bu bağlamda, toplumun ölü doğumlar hakkında konuşulmasına dahi izin vermediği, ölüm belgesi verilmediği, cenaze işlemlerinin hastane tarafından yürütüldüğü ve annenin cenazeyi görmesine izin verilmediği belirtilmiştir (Tseng et al., 2018). Acı ot gibi kullandıkları geleneksel bitki karışımlı çayları ile laktasyon üzerine etki oluşturmayı amaçlamışlardır(Chen et al., 2015). Afrika'da, Kuzey Sotho topluluğunda yapılan bir başka çalışmada, "bolebatsa" adlı bitkinin yas tutan bireyler üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bitkinin, travmatik anıların etkisini azaltarak bireylerin iyileşme sürecine katkı sağladığı öne sürülmüştür. Batı toplumlarında yas süreci daha çok tıbbi uygulamalarla yönetilirken, Afrika toplumlarında sistematik, ruhsal ve etkileşimsel yöntemler ön plana çıkmaktadır (Makgahlela et al., 2021). Bitkiler yas sürecine etki ettiği gibi laktasyon sürecindeki etkileri de ele alınmıştır. Özellikle yasemin çiçeğinin dopamin ilacına yakın etkisi oldu söylenilmektedir (Johnson et al., 2020).

Bitkilerin kök, gövde ve sap kısımlarından elde edilen yağlarla uygulanan aromaterapi, tarihsel olarak 6000 yıl öncesine dayanmaktadır. Bu yöntem, analjezik etkisinin yanı sıra, ruhsal ve fiziksel gevşeme sağlamaktadır. Adaçayı, nane ve maydanoz gibi bitkilerin tüketiminin, laktasyonu baskılayıcı etkileri olduğu ifade edilmektedir (Cole, 2012). Özellikle adaçayının içerdiği tanecikler ve uçucu yağların laktasyon baskılamada etkili olabileceği bildirilmiştir (Drugs and Lactation Database [LactMed], 2021).

Beslenme ve sıvı alımının ayarlanması

Yapılan bir çalışmada, 120 kadına uygulanan furosemid ve sıvı kısıtlaması protokolü sonucunda laktasyonun baskılandığı görülmüştür. Ancak sıvı kısıtlamasının anne sağlığı açısından olumsuz etkileri göz önüne alındığında, bu yöntemin günümüzde aktif olarak önerilmediği belirtilmiştir (Cominos, van der Walt, & van Rooyen, 1976).

Bunun yanın da sıvı kısıtlamasının laktasyon üzerinde doğrudan etkili olmadığına işaret eden güncel araştırmalar da bulunmaktadır. Children's Health Queensland (2023) tarafından yayımlanan klinik rehberde, sıvı alımını azaltmanın süt üretimini azaltmadığı, günlük en az 6–8 bardak su tüketiminin önerildiği belirtilmiştir.

DISCUSSION

Perinatal dönemde yaşanan kayıplar, ebeveynler için oldukça sarsıcı bir sürece dönüşebilmektedir. Oluşan travma sonrası psikolojik bozuklukların etkisi, bireylerde kalıcı izler bırakabilmektedir. Bu dönemde, kaybı sürekli hatırlatan fizyolojik değişiklikler özellikle meme büyümesi ve spontan süt salınımı (laktasyon)—depresyon riskini daha da artıran etmenler arasında yer almaktadır. Yenidoğan kaybı yaşayan anneler, laktasyonun baskılanması konusunda iki farklı görüşe sahip olabilmektedir. Bazı anneler süt üretiminin baskılanmasını tercih ederken, bazıları ise süt sağımına devam etmeyi istemektedir. Doğum sonrası emzirmeyen kadınlarda prolaktin seviyesi zamanla normale dönmektedir. Bu süreci kısaltmak amacıyla kadınlar farmakolojik ve nonfarmakolojik müdahaleleri kullanabilmektedir. Tarihsel süreçte, farmakolojik olmayan yöntemler arasında sıkı sütyen kullanımı veya memelerin bağlanması, lahana yaprakları meme dolgunluğu üzerine olumlu etki gösterdiği, soğuk jel pedlerin kullanılabildiği, adaçayı, nane ve maydanoz gibi bitkilerin tüketiminin, laktasyonu baskılayıcı etkileri olduğu ifade edilmektedir. Yapılan çalışmalarda Laktasyon baskılanması amacıyla sıvı kısıtlamasının önerilmediği belirtilmektedir.

REFERENCES

Alex, A., Bhandary, E., & McGuire, K. P. (2020). Anatomy and Physiology of the Breast during Pregnancy and Lactation. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, *1252*, 3–7. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41596-9_1

Altıparmak, S., & Karadeniz, Z. (2024). Laktasyon-Relaktasyon Süreci Ve Ebelik Yaklaşımları. *Göbeklitepe Medical Science Journal*, *7*(16).

Anderson P. O. (2017). Drugs that Suppress Lactation, Part 1. *Breastfeeding Medicine: The Official Journal of the Academy of Breastfeeding Medicine*, *12*, 128–130. https://doi.org/10.1089/bfm.2017.0012

Aşçıoğlu Önal, A., & Yalçın, İ. (2019). Yas Sürecinin Grupla Psikolojik Danışmada Ele Alınması Üzerine Bir İnceleme. *Turkish Psychological Counseling and Guidance Journal*, *9*(55), 1013-1051.

Bermejo-Haro, M. Y., Camacho-Pacheco, R. T., Brito-Pérez, Y., & Mancilla-Herrera, I. (2023). The hormonal physiology of immune components in breast milk and their impact on the infant immune response. *Molecular and Cellular Endocrinology*, *572*, 111956. https://doi.org/10.1016/j.mce.2023.111956

Berry, S. N. (2022). The Trauma of Perinatal Loss: A Scoping Review. *Trauma Care*, *2*(3), 392–407. https://doi.org/10.3390/traumacare2030032

Bulut, A., Kartal, Y. A., & Aker, S. (2024). Ebelerin Perinatal Kayıp ve Yas Ebeliği Hakkında Bilgi, Tutum ve Deneyimleri: Nitel Bir Çalışma. Euroasıa Journal Of Socıal Scıences & Humanıtıes, 11(41), 10-24.

Burden, C., Bradley, S., Storey, C., Ellis, A., Heazell, A. E. P., Downe, S., Cacciatore, J., & Siassakos, D. (2016). From grief, guilt, pain and stigma to hope and pride – A systematic review and meta-analysis of mixed-method research of the psychosocial impact of stillbirth. BMC Pregnancy and Childbirth, *16*(1), 9. https://doi.org/10.1186/s12884-016-0800-8

Carroll, K., Noble-Carr, D., Sweeney, L., & Waldby, C. (2020). The "Lactation After Infant Death (AID) Framework": A Guide for Online Health Information Provision About Lactation After Stillbirth

and Infant Death. Journal of Human Lactation: Official Journal of International Lactation Consultant Association, *36*(3), 480–491. https://doi.org/10.1177/0890334420926946

Cazorla-Ortiz, G., Obregón-Guitérrez, N., Rozas-Garcia, M. R., & Goberna-Tricas, J. (2020). Methods and Success Factors of Induced Lactation: A Scoping Review. Journal of Human Lactation: Official Journal of International Lactation Consultant Association, *36*(4), 739–749. https://doi.org/10.1177/0890334420950321

Chen, F. H., Chen, S. L., & Hu, W. Y. (2015). Taiwanese Women's Experiences of Lactation Suppression After Stillbirth. *Journal of obstetric, gynecologic, and neonatal nursing : JOGNN*, *44*(4), 510–517. https://doi.org/10.1111/1552-6909.12724

Children's Health Queensland. (2023, October). *Suppressing lactation.* Queensland Government. https://www.childrens.health.qld.gov.au/health-a-to-z/breastfeeding/suppressing-lactation

Cole, M. (2012). Lactation after perinatal, neonatal, or infant loss. *Clinical Lactation*, *3*(3), 94–100. https://doi.org/10.1891/2158-0782.3.3.94

Cominos, D. C., van der Walt, A., & van Rooyen, A. J. (1976). Suppression of postpartum lactation with furosemide. *South African Medical Journal = Suid-Afrikaanse Tydskrif Vir Geneeskunde*, *50*(8), 251–252.

Cunningham, F. G., Leveno, K. J., Bloom, S. L., Spong, C. Y., Dashe, J. S., Hoffman, B. L., & Casey, B. M. (2018). *Williams obstetrics* (25th ed.). McGraw-Hill Education.

Çınar, N. (2018). Laktasyon döneminde gebelik ve emzirme. *STED*, *27*(2), 143–146.

Del Ciampo, L. A., & Del Ciampo, I. R. L. (2018). Breastfeeding and the Benefits of Lactation for Women's Health. Aleitamento materno e seus benefícios para a saúde da mulher. *Revista Brasileira De Ginecologia E Obstetricia: Revista Da Federacao Brasileira Das Sociedades De Ginecologia E Obstetricia*, *40*(6), 354–359. https://doi.org/10.1055/s-0038-1657766

Demirtas, B. (2011). Türkiye'de Anne Sütü Bankaları Olmalı Mı?. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, *14*(1), 73-77.

Doğan, E. K., & Yücel, Y. (2023). Anne Sütü ve Laktasyon. In *Sağlık Bilimleri Araştırmaları: Hemşirelik & Ebelik-IV* (p. 53).

Donegan, G., Noonan, M., & Bradshaw, C. (2023). Parents experiences of pregnancy following perinatal loss: An integrative review. *Midwifery*, *121*, 103673. https://doi.org/10.1016/j.midw.2023.103673

Dönmez, A., & Yeyğel, Ç. (2022). Kadın ve Çocuk Sağlığında Anne Sütü ve Emzirmenin Önemi. *Artuklu International Journal of Health Sciences*, *2*(3), 54-58. https://doi.org/10.58252/artukluder.1189798

Drugs and Lactation Database (LactMed). (2021). *Peppermint (Mentha) – Lactation and Breastfeeding*. National Library of Medicine (USA). Retrieved from NCBI Bookshelf.

Eker, A. (2019). *Sezaryen sonrası laktasyon yönetim modelinin geliştirilmesi ve etkinliğinin değerlendirilmesi* (Order No. 31896700) [Doctoral dissertation, [University Name]]. ProQuest Dissertations & Theses Global. https://www.proquest.com/dissertations-theses/sezaryen-sonrası-laktasyon-yönetim-modelinin/docview/3164107608/se-2

Erçin, E., & Köseoğlu, S. Z. A. (2022). Güncel Bilgilerle Laktasyon Dönemi Ve Etkileyen Faktörler. *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *4*(2), 94-99. https://doi.org/10.47769/izufbed.1116606

Farah, E., Barger, M. K., Klima, C., Rossman, B., & Hershberger, P. (2021). Impaired Lactation: Review of Delayed Lactogenesis and Insufficient Lactation. *Journal of Midwifery & Women's Health*, *66*(5), 631–640. https://doi.org/10.1111/jmwh.13274

Fogarty, S., Heazell, A. E. P., Munk, N., & Hay, P. (2024). Swedish massage as an adjunct approach to Help suppOrt individuals Pregnant after Experiencing a prior Stillbirth (HOPES): a convergent parallel mixed-methods single-arm feasibility trial protocol. *Pilot and Feasibility Studies*, *10*(1), 67. https://doi.org/10.1186/s40814-024-01499-z

Garcia, E. R., & Yim, I. S. (2017). A systematic review of concepts related to women's empowerment in the perinatal period and their associations with perinatal depressive symptoms and premature birth. *BMC Pregnancy and Childbirth*, *17*, 1-13.

Geddes, D. T., Gridneva, Z., Perrella, S. L., Mitoulas, L. R., Kent, J. C., Stinson, L. F., Lai, C. T., Sakalidis, V., Twigger, A. J., & Hartmann, P. E. (2021). 25 Years of Research in Human Lactation: From Discovery to Translation. *Nutrients*, *13*(9), 3071. https://doi.org/10.3390/nu13093071

Gozuyesil, E., Manav, A. I., Yesilot, S. B., & Sucu, M. (2022). Grief and ruminative thought after perinatal loss among Turkish women: one-year cohort study. *Sao Paulo Medical Journal = Revista Paulista De Medicina*, *140*(2), 188–198. https://doi.org/10.1590/1516-3180.2021.0148.R1.09062021

Gür, E. (2019). Bebek Beslenmesinde Anne Sütünün Önemi ve Emzirme Tekniği. *Klinik Tıp Pediatri Dergisi*, *11*(5), 225-232.

Gür, E. Y., Uzun Özer, B., & Ejder Apay, S. (2022). Perinatal kayıp yaşayan kadınların yas düzeylerinin belirlenmesi: Tanımlayıcı-kesitsel çalışma. *Türkiye Klinikleri Sağlık Bilimleri Dergisi*, *7*(3), 756–768. https://doi.org/10.5336/healthsci.2021-85383

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Deontoloji Anabilim Dalı. (2014). *Süt bankacılığı ve etik boyutu*. https://deontoloji.hacettepe.edu.tr/ekler/pdf/makale_sunulari/sut_bankaciligi.pdf

Hannan, F. M., Elajnaf, T., Vandenberg, L. N., Kennedy, S. H., & Thakker, R. V. (2023). Hormonal regulation of mammary gland development and lactation. *Nature Reviews. Endocrinology*, *19*(1), 46–61. https://doi.org/10.1038/s41574-022-00742-y

Hassiotou, F., & Geddes, D. (2013). Anatomy of the human mammary gland: Current status of knowledge. *Clinical Anatomy (New York, N.Y.)*, *26*(1), 29–48. https://doi.org/10.1002/ca.22165

Helfer, R. E. (1987). The developmental basis of child abuse and neglect: An epidemiological approach. In R. E. Helfer & R. S. Kempe (Eds.), *The battered child* (4th rev. & expanded ed., pp. 60–80). University of Chicago Press.

Huberty, J., Matthews, J., Leiferman, J., Cacciatore, J., & Gold, K. J. (2017). A study protocol of a three-group randomized feasibility trial of an online yoga intervention for mothers after stillbirth (The Mindful Health Study). *Pilot and Feasibility Studies*, *4*, 12. https://doi.org/10.1186/s40814-017-0162-7

Johnson, H. M., Eglash, A., Mitchell, K. B., Leeper, K., Smillie, C. M., Moore-Ostby, L., Manson, N., Simon, L., & Academy of Breastfeeding Medicine (2020). ABM Clinical Protocol #32: Management of Hyperlactation. *Breastfeeding medicine : the official journal of the Academy of Breastfeeding Medicine*, *15*(3), 129–134. https://doi.org/10.1089/bfm.2019.29141.hmj

Kersting, A., & Wagner, B. (2012). Complicated grief after perinatal loss. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, *14*(2), 187–194. https://doi.org/10.31887/DCNS.2012.14.2/akerstin

Koukopoulos, A. E., Angeletti, G., Sani, G., Janiri, D., Manfredi, G., Kotzalidis, G. D., & De Chiara, L. (2020). Perinatal mixed affective state: Wherefore art thou? *Psychiatric Clinics of North America*, *43*(1), 113–126. https://doi.org/10.1016/j.psc.2019.10.004

Körükcü, Ö., & Kukulu, K. (2010). Perinatal kayıp ve ebeveynlere yansıması. *Dicle Tıp Dergisi*, *37*(4), 429-433.

Laura, V., Ahmad, M., Enrica, S., & Cristina, S. (2024). Perinatal loss: attachment, grief symptoms and women's quality of life. *Journal of Reproductive and Infant Psychology*, 1–17. Advance online publication. https://doi.org/10.1080/02646838.2024.2419374

Lebedevs, T., & Kendrick, C. (2019). Pharmacological management of common lactation problems. *Journal of Pharmacy Practice and Research*, *49*(2), 192–198. https://doi.org/10.1002/jppr.1561

Makgahlela, M., Mabidilala, M., Lesolang, N., Jidong, D. E., & Monera-Penduka, T. G. (2021). Using traditional medicine to help with bereavement loss and coping: An interpretative phenomenological analysis of traditional healers' experiences. *The Journal of Mental Health Training, Education and Practice*, *16*(4), 321–334. https://doi.org/10.1108/JMHTEP-07-2021-0087

Mangesi, L., & Zakarija-Grkovic, I. (2016). Treatments for breast engorgement during lactation. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, *2016*(6), CD006946. https://doi.org/10.1002/14651858.CD006946.pub3

McGuire T. M. (2018). Drugs affecting milk supply during lactation. *Australian Prescriber*, *41*(1), 7–9. https://doi.org/10.18773/austprescr.2018.

Obst, K. L., Due, C., Oxlad, M., & Middleton, P. (2020). Men's grief following pregnancy loss and neonatal loss: a systematic review and emerging theoretical model. *BMC Pregnancy and Childbirth*, *20*, 1-17.

Oladapo, O. T., & Fawole, B. (2012a). Treatments for suppression of lactation. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, *2012*(9), CD005937. https://doi.org/10.1002/14651858.CD005937

Oladapo, O. T., & Fawole, B. (2012b). Treatments for suppression of lactation. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, *2012*(9), CD005937. https://doi.org/10.1002/14651858.CD005937

Oreg A. (2020). The grief ritual of extracting and donating human milk after perinatal loss. *Social Science & Medicine (1982)*, *265*, 113312. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2020.113312

Özkan, H., & Sakar, T. (2017). Emzirmenin Yeniden Başlatılması: Relaktasyon. *Çağdaş Tıp Dergisi*, *7*(1), 113-117. https://doi.org/10.16899/gopctd.303030

Özkaya, M., & Körükcü, Ö. (2023). Perinatal Kayıp Yaşayan Kadınların Laktasyon Dönemindeki Deneyimlerinin Deck Chair Teorisine Göre İncelenmesi. *Selçuk Sağlık Dergisi*, *4*(1), 98-115.

Parish, A., Doherty, C., & other authors. (2021). Outcomes of delivery room resuscitation of bradycardic preterm infants: A retrospective cohort study of randomised trials of high vs low initial oxygen concentration and an individual patient data analysis. *Resuscitation*, *167*, 1–8. https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.08.025

Pinilla, R., & Hermosillo, R. (2021). Perinatal grief caracteristics. *European Psychiatry*, *64*(S1), S603–S603. https://doi.org/10.1192/j.eurpsy.2021.1609

Qian, J., Sun, S., Wang, M., Liu, L., & Yu, X. (2022). Effectiveness of the implementation of a perinatal bereavement care training programme on nurses and midwives: protocol for a mixed-method study. *BMJ Open*, *12*(8), e059660. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-059660

Sereshti, M., Nahidi, F., Simbar, M., Bakhtiari, M., & Zayeri, F. (2016). An exploration of the maternal experiences of breast engorgement and milk leakage after perinatal loss. *Global Journal of Health Science*, *8*(9), 234.

Shen, Q., Luo, X., Feng, X., & Gao, Y. (2022). Development, validation and reliability testing of 'Perinatal Bereavement Care Confidence Scale' (PBCCS) for nurses and midwives. *Asian Nursing Research*, *16*(3), 180–186. https://doi.org/10.1016/j.anr.2022.06.002

Snellen, M., Power, J., Blankley, G., & Galbally, M. (2016). Pharmacological lactation suppression with D2 receptor agonists and risk of postpartum psychosis: A systematic review. *The Australian & New Zealand Journal of Obstetrics & Gynaecology*, *56*(4), 336–340. https://doi.org/10.1111/ajo.12479

Spitz, A. M., Lee, N. C., & Peterson, H. B. (1998). Treatment for lactation suppression: little progress in one hundred years. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, *179*(6 Pt 1), 1485–1490. https://doi.org/10.1016/s0002-9378(98)70013-4

Truchet, S., & Honvo-Houéto, E. (2017). Physiology of milk secretion. *Best Practice & Research. Clinical Endocrinology & Metabolism*, *31*(4), 367–384. https://doi.org/10.1016/j.beem.2017.10.008

Tseng, Y. F., Hsu, M. T., Hsieh, Y. T., & Cheng, H. R. (2018). The meaning of rituals after a stillbirth: A qualitative study of mothers with a stillborn baby. *Journal of Clinical Nursing*, *27*(5-6), 1134–1142. https://doi.org/10.1111/jocn.14142

Turan, A. (2018). *Primipar annelerde doğum şeklinin emzirme başarısı ve emzirme öz yeterliliğe etkisi* (Master's thesis, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

Turan, İ., Gözüyeşil, E., Avcıbay, B., & Gökyıldız Sürücü, Ş. (2024). Laktasyon Sürecinde Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları ve Ebelik Bakımı. *Kadın Sağlığı Hemşireliği Dergisi*, *10*(2), 129-137.

Uçar, Z., & Ongün Yılmaz, H. (2020). Laktasyon döneminde beslenme: Enerji ve Makro Besin Öğeleri. *Sağlık Profesyonelleri Araştırma Dergisi*, *2*(1), 37-46.

Woodroffe I. (2013). Supporting bereaved families through neonatal death and beyond. *Seminars in Fetal & Neonatal Medicine*, *18*(2), 99–104. https://doi.org/10.1016/j.siny.2012.10.010

World Health Organization. (2006). *The World Health Report 2006: Working together for health*. World Health Organization .

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF GLAUCOCALYXIN A ON TGF-B-INDUCED EPITHELIAL-MESENCHYMAL TRANSITION IN SH-SY5Y CELL LINE

Manolya SANCAKTAR
MD, Specialist Physician, Gaziantep City Hospital, Department of Medical Histology and Embryology, Gaziantep, Turkey
ORCID: 0009-0004-6314-8165

Assoc. Prof. Dr. Nuray BOSTANCİERİ
Gaziantep University, Faculty of Medicine, Department of Histology and Embryology, Gaziantep, Turkey
ORCID: 0000-0002-3765-8274

Asst. Prof. Dr. Çiğdem KARACA
Gaziantep Islamic Science and Technology University, Faculty of Medicine, Department of Histology and Embryology, Gaziantep, Turkey
ORCID: 0000-0003-2106-2422

Research Assistant Dr. Merve BOZKURT
Gaziantep University, Faculty of Medicine, Department of Histology and Embryology, Gaziantep, Turkey
ORCID: 0009-0005-3513-6412

ABSTRACT

Objective: Epithelial-Mesenchymal Transition (EMT) is a process in which epithelial cells lose their apicobasal polarity, acquire mesenchymal properties, and gain enhanced migratory capacity. Glaucocalyxin A (GLA), a natural ent-kaurane diterpenoid isolated from *Isodon* species, is known for its anti-inflammatory, antibacterial, anti-fibrotic, antioxidant, and anti-tumor activities. Traditionally, it has been used in the treatment of conditions such as hepatitis, gastritis, liver cancer, and breast cancer. The present study aimed to evaluate the effects of GLA on the EMT process induced by TGF-β in the SH-SY5Y neuroblastoma cell line.

Materials and Methods: The cytotoxic effect of GLA on SH-SY5Y cells was determined using the MTT assay. Increasing concentrations of GLA were applied, and at 10 and 15 µM, cell viability was reduced by up to 55%. A treatment dose of 10 µM was selected. To assess cell migration, the wound healing (scratch) assay was performed. Four experimental groups were established: Control, TGF-β, GLA, and TGF-β+GLA. The wound closure areas in the cells were evaluated and photographed at 0, 24, and 48 hours using an inverted microscope. Image analyses were performed with the ImageJ software.

Results: In the TGF-β group, wound closure progressed over time, whereas in the GLA group, wound areas increased with time. In the TGF-β+GLA group, GLA markedly inhibited the pro-migratory effect of TGF-β ($p<0.001$). The smallest wound area was observed in the TGF-β group, while the widest wound area was recorded in the GLA group.

Conclusion: This study demonstrated that TGF-β promotes migration and proliferation in SHSY-5Y cells, while GLA effectively counteracts these effects. Our findings suggest that GLA may suppress the EMT process induced by TGF-β, providing potential implications for future cancer- and fibrosis-related studies.

Keywords: SH-SY5Y, EMT, Glaucocalyxin A, TGF-β, Fibrosis

GLAUCOCALYXİN-A'NIN SH-SY5Y HÜCRE HATTINDA TGF-β İLE İNDÜKLENEN EPİTELYAL MEZENKİMAL GEÇİŞ'E ETKİSİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Amaç: Epitelyal Mezenkimal Geçiş (EMT), epitel hücrelerinin apikobazal polaritelerini kaybettiği, mezenkimal özellikler kazandığı ve göç yeteneklerinin arttığı bir süreçtir. Glaucocalyxin-A (GLA); anti-inflamatuar, antibakteriyel, anti-fibrotik, antioksidan ve anti-tümöral etkileriyle bilinen geleneksel tıpta; hepatit, gastrit, karaciğer ve meme kanseri gibi hastalıklarda kullanılan Isodon bitkisinden elde edilen bir bileşiktir. Çalışmamızda, SHSY-5Y nöroblastom hücre hattında TGF-β ile epitelyal-mezenkimal geçiş (EMT) modeli oluşturularak, doğal bir ent-kaurane diterpenoid olan Glaucocalyxin A (GLA)'nın bu geçiş süreci üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: GLA'nın SH-SY5Y hücre hattındaki sitotoksik etkisini belirlemek amacıyla MTT analizi yapılmıştır. GLA uygulamasında artan dozlar kullanılmış, 10 ve 15 µM konsantrasyonlarında GLA uygulaması sonucu hücre canlılığı %55 e kadar azalmıştır. Tedavi dozu olarak 10 µl GLA uygulanmasına karar verilmiştir. Hücre göçünü değerlendirmek amacıyla yara iyileşme (scratch) metodu uygulanmıştır. Toplam 4 deney grubu oluşturulmuştur. Kontrol grubu, TGF-β grubu, GLA grubu, TGF-β+GLAgrubu.

Hücrelerde yara kapanma alanları 0. 24. ve 48. saatlerde inverted mikroskopla değerlendirilip fotoğraflanmıştır. Görüntü analizleri ImageJ programı ile yapılmıştır.

Bulgular: TGF-β grubunda ilerleyen saatlere göre yara yeri alanı azalırken, GLA uygulanan grubunda yara yeri alanı ilerleyen saatlerde artış göstermiş ve TGF-β+GLA grubunda ise GLA, TGF-β'nın migrasyon arttırıcı etkisini büyük ölçüde engellemiştir ($p<0,001$). En düşük yara açıklığı TGF-β grubunda, en geniş yara açıklığı ise GLA grubunda gözlenmiştir.

Sonuç: Bu çalışmada TGF-β'nın SH-SY5Y hücrelerinde migrasyon ve proliferasyonu arttırdığı, GLA' nın ise bu etkiyi engellediği görülmüştür. Çalışmamızda sonuç olarak GLA'nın TGF-β ile indüklenen EMT modelinde bu geçiş sürecini baskılayabileceği gösterilmiş olup, kanser ve fibrozis odaklı yapılacak yeni çalışmalara katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: SH-SY5Y, EMT, Glaucocalyxin A, TGF-β, Fibrozis

Introduction

Neuroblastoma is a malignant solid tumor originating from neural crest cells and associated with the sympathetic nervous system, and it is the most common malignant solid tumor in infants. In children and adolescents, it is the second most common extracranial solid tumor after brain tumors. Approximately 90% of patients are under the age of 5. Neuroblastomas account for 7% of all cancers in children and adolescents and 15% of childhood cancer-related deaths. After the age of one, neuroblastomas grow rapidly and uncontrollably, metastasizing via the lymphatic system to organs such as bone, bone marrow, liver and skin (Alexander, 2000; Brodeur, 2003; DuBois et al., 1999; Maris, 2010; Radic-Sarikas et al., 2017) The SH-SY5Y human neuroblastoma cell line is one of the first in vitro models frequently used in neurotoxicity experiments.

Epithelial-Mesenchymal Transition (EMT) is a reversible process in which epithelial cells lose their intercellular junctions and transform into a spindle-shaped mesenchymal cell phenotype (Chen et al., 2017; Kalluri & Weinberg, 2009; Ojima et al., 2021). EMT enhances the migratory and invasive abilities of tumor cells (Kalluri & Weinberg, 2009). The role of EMT in tumor metastasis is highly significant. EMT leads to the loss of tight junctions between cancer cells, increases tumor invasion, and inhibits apoptosis (Iwatsuki et al., 2010; Micalizzi et al., 2010). Inhibition of EMT is considered one of the most important strategies for controlling cancer dissemination (Ke et al., 2024). The primary inducer of EMT is TGF-β (Wei et al., 2013; Wendt et al., 2009). TGF-β–induced EMT was first reported by Miettinen et al. in 1994 (Miettinen et al., 1994). Numerous studies have since demonstrated that TGF-β is the key regulator of EMT (Miettinen et al., 1994; Taylor et al., 2010). TGF-β is involved in various biological processes such as embryogenesis, cell differentiation, and wound healing. Excessive activation of TGF-β has been associated with fibrosis and malignancy.

Moreover, its ability to suppress the immune system and stimulate angiogenesis contributes to its tumor-promoting effects (Massagué, 2008; Moustakas & Heldin, 2007). The main biomarkers of EMT are E-cadherin, N-cadherin, and Vimentin (Zeisberg & Neilson, 2009). Loss of expression of epithelial markers such as E-cadherin is accompanied by an increased expression of mesenchymal markers such as N-cadherin and Vimentin (Kalluri & Weinberg, 2009; Nieto et al., 2016).
Glaucocalyxin A (GLA), an ent-kauranoid diterpenoid derived from the *Isodon* plant, is a compound with multiple biological activities, including antioxidant, antitumor, antibacterial, anticoagulant, antithrombotic, and anti-neuroinflammatory effects (Gao et al., 2011; Li et al., 2013; Xiang et al., 2014; Xiao et al., 2013). The antitumor properties of GLA have been demonstrated in various cancers; it has been shown to inhibit the proliferation of liver cancer cells by inducing cell cycle arrest and to induce cell death in human breast cancer cells. In addition, GLA has been reported to promote apoptosis in human HL-60 leukemia cells by disrupting glutathione (GSH) and mitochondrial metabolism (Gao et al., 2011; Li et al., 2013; Tang et al., 2016). In our study, we investigated the effect of GLA, which has shown antitumor activity in many types of cancer, on EMT induced in the SH-SY5Y cell line. For this purpose, we first determined the effective dose using the MTT assay and then evaluated its impact through the wound healing assay.

Materıals and Methods

Cell Culture

The SH-SY5Y cell line was obtained from the American Type Culture Collection (ATCC). Cells were cultured in DMEM medium supplemented with 10% FBS and 1% penicillin/streptomycin under standard conditions (37°C, 5% CO_2) in an incubator. The cells were maintained in 75 cm^2 (T75) culture flasks until confluence was reached, with the medium being replaced every two days. Once confluent, the cells were passaged, and 5×10^5 cells were seeded into 6-well culture plates. When the cells reached approximately 80% confluence, experimental groups were established.
Cells treated with TGF-β were incubated with TGF-β1 (5 ng/mL) for 48 hours. Cells treated with GLA were exposed to appropriate concentrations, including 10 µM GLA. Cell morphology was assessed under an inverted microscope (200× magnification), and images were recorded. All experiments were performed in triplicate.

MTT Assay

SH-SY5Y cells (1×10^5 cells/well) were seeded into 96-well plates and incubated for 24 hours. Cell viability was assessed, and the half-maximal inhibitory concentration (IC_{50}) was determined. Cells were treated with increasing concentrations of GLA (2.5, 5, 10, and 15 µM) for 48 hours. At the end of the incubation period, 20 µL of 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl-2H-tetrazolium bromide (MTT) solution (5 mg/mL) was added to each well, and the cells were further incubated for 4 hours. The supernatant was then removed, and 100 µL of DMSO was added to dissolve the formazan crystals. Absorbance was measured at 570 nm using a Thermo Multiskan Microplate Reader.

Experimental Groups
Based on the data obtained from spectrophotometric measurements, the experimental groups were established as follows:

- Control: Untreated group
- TGF-β: Cells treated with 5 ng/mL TGF-β
- GLA: Cells treated with 10 µM GLA
- TGF-β + GLA: Cells treated with 5 ng/mL TGF-β and 10 µM GLA

Wound Healing Assay

To evaluate the migration capacity of the cells, a wound healing assay was performed. SH-SY5Y cells were seeded into 6-well plates and cultured until reaching approximately 80% confluence. Once confluent, a sterile 1000 µL pipette tip was used to create a straight scratch across the well, generating a cell-free area. The wells were then washed with PBS.

Fresh medium was added, and the corresponding treatments were applied to the experimental groups. The ability of SH-SY5Y cells to close the scratch area was monitored at 0, 24, and 48 hours, photographed under an inverted microscope, and recorded. The images were analyzed using the ImageJ software and wound closure areas were quantified.

Statistical Analysis

Statistical analyses were performed using the SPSS software package (Statistical Package for Social Sciences for Windows, Version 29.0). All data were presented as mean ± standard deviation. One-way ANOVA was used to determine differences among groups. For data showing significant differences, post-hoc tests were applied for pairwise comparisons. In cases where variances were not homogeneous, the Tamhane post-hoc test was used. A p-value of <0.005 was considered statistically significant.

Findings and Discussion

The MTT assay results showed that increasing doses of GLA reduced the viability of SH-SY5Y cells. The IC_{50} dose was determined to be 10 µM.

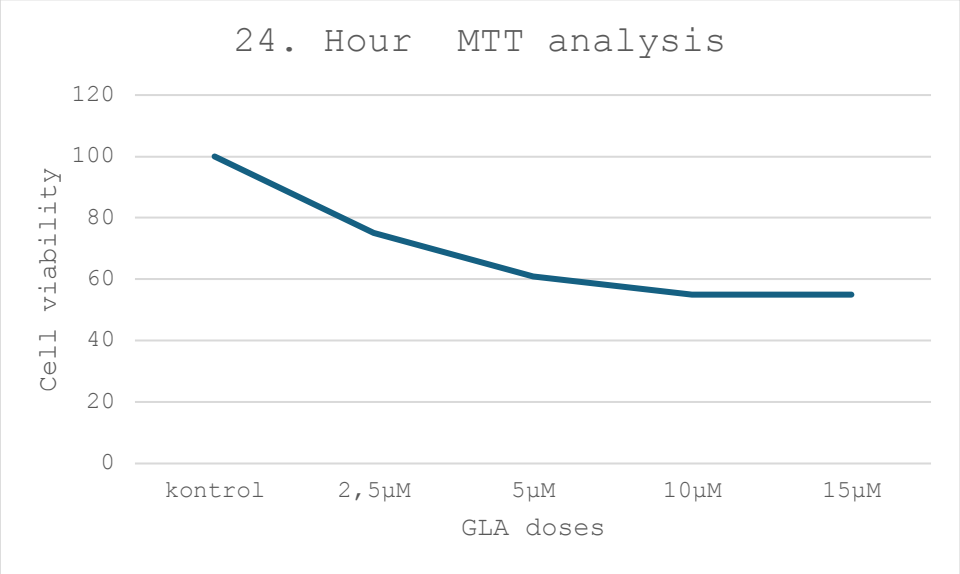


Figure 1.MTT assay results

Wound Healing Assay

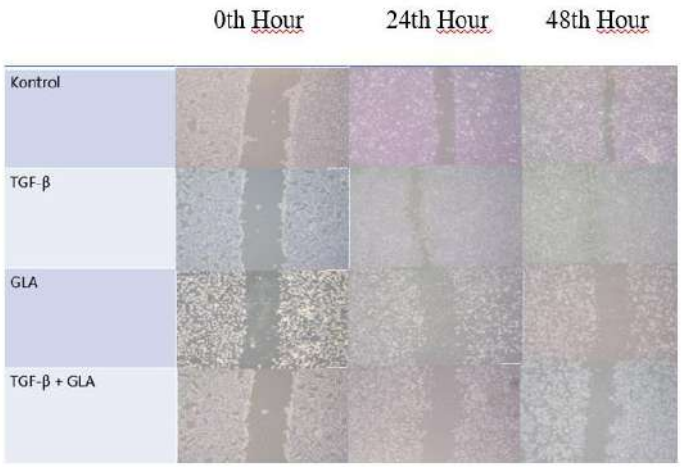


Figure 2. Wound closure images

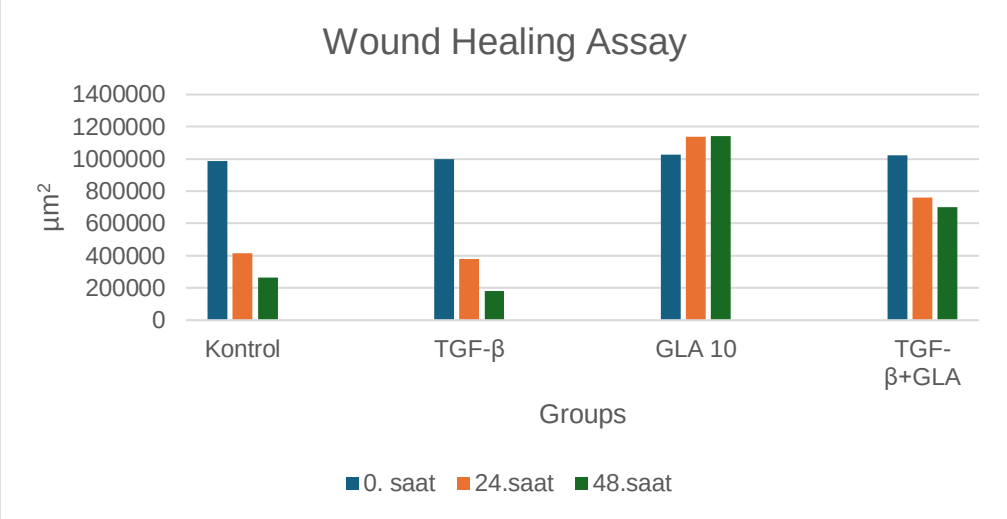


Figure 3. Wound closure rates

Neuroblastoma is the most common solid tumor after central nervous system tumors. Although some neuroblastomas can differentiate in response to chemotherapy, current treatment options include surgery, chemotherapy, and radiotherapy. In patients with a high risk of relapse, additional therapies such as high-dose chemotherapy, autologous stem cell transplantation, and immunotherapy with antibodies are also employed (Yiallouros, 2013). In our study, morphological observations were made in the SH-SY5Y cell line treated with 5 ng/mL TGF-β, and the cells were seen to lose their epithelial characteristics, with reduced cell–cell contacts and transformation into a fibroblast-like mesenchymal phenotype. The wound healing assay showed that the scratch area in the TGF-β-treated group closed more extensively compared to the control group ($p < 0.005$), indicating that TGF-β significantly enhances cell migration. In a study using TGF-β, similar to our work, EMT induction was demonstrated in the SH-SY5Y cell line after TGF-β1 treatment, as evidenced by changes in cell morphology, decreased E-cadherin expression, and increased α-SMA expression (Shao et al., 2017). In another study, in vivo experiments showed that GLA inhibited EMT in a dose-dependent manner. In this study, GLA upregulated miR-374b-5p levels over time and downregulated the expression of HMGB3, Wnt3a, and β-catenin in tumor tissues (Chen et al., 2022). In another study, GLA inhibited TGF-β1-induced EMT in osteosarcoma cells by suppressing the TGF-β1/Smad2/3 signaling pathway, thereby preventing cell migration (Jiang et al., 2019). In human gastric cancer cells, GLA prevented hypoxia-induced epithelial–mesenchymal transition via the PI3K/Akt signaling pathway (Zhou et al., 2022). Additionally, in non-small cell lung carcinoma, GLA induced apoptosis by inhibiting the PI3K/Akt/GSK3β pathway (Zhang et al., 2022). Therefore, GLA has been shown to prevent EMT in various cancer cells by affecting multiple signaling pathways. In our study, the wound healing assay demonstrated that GLA alone significantly reduced cell migration, and when combined with TGF-β, it prevented the migration-promoting effect of TGF-β.

Conclusion and Recommendations

In neuroblastoma, in addition to current treatments, there is a need for therapeutic options with relatively fewer side effects that can prevent metastasis and improve disease progression. In our study, we demonstrated through the wound healing assay that GLA inhibited TGF-β-induced EMT in SH-SY5Y cells. A literature search revealed no previous studies investigating the effect of GLA on EMT in the SH-SY5Y cell line, suggesting that our study could serve as a reference for future research. Considering the antitumor effects of GLA, there is a need for further studies to explore its potential as an adjunct to existing therapies and to elucidate its mechanisms of action in more detail. In this regard, our study may provide guidance for future investigations.

REFERENCES

Alexander, F. (2000). Neuroblastoma. Urol Clin North Am, 27(3), 383-392, vii. https://doi.org/10.1016/s0094-0143(05)70087-2

Brodeur, G. M. (2003). Neuroblastoma: biological insights into a clinical enigma. Nat Rev Cancer, 3(3), 203-216. https://doi.org/10.1038/nrc1014

Chen, F., Sun, F., Liu, X., Shao, J., & Zhang, B. (2022). Glaucocalyxin A inhibits the malignant progression of epithelial ovarian cancer by affecting the MicroRNA-374b-5p/HMGB3/Wnt-β-catenin pathway axis. *Frontiers in Oncology*, *12*, 955830.

Chen, T., You, Y., Jiang, H., & Wang, Z. Z. (2017). Epithelial–mesenchymal transition (EMT): A biological process in the development, stem cell differentiation, and tumorigenesis. *Journal of cellular physiology*, *232*(12), 3261-3272.

DuBois, S. G., Kalika, Y., Lukens, J. N., Brodeur, G. M., Seeger, R. C., Atkinson, J. B., Haase, G. M., Black, C. T., Perez, C., Shimada, H., Gerbing, R., Stram, D. O., & Matthay, K. K. (1999). Metastatic sites in stage IV and IVS neuroblastoma correlate with age, tumor biology, and survival. *J Pediatr Hematol Oncol*, *21*(3), 181-189. https://doi.org/10.1097/00043426-199905000-00005

Gao, L. W., Zhang, J., Yang, W. H., Wang, B., & Wang, J. W. (2011). Glaucocalyxin A induces apoptosis in human leukemia HL-60 cells through mitochondria-mediated death pathway. *Toxicology in vitro*, *25*(1), 51-63.

Iwatsuki, M., Mimori, K., Yokobori, T., Ishi, H., Beppu, T., Nakamori, S., Baba, H., & Mori, M. (2010). Epithelial–mesenchymal transition in cancer development and its clinical significance. *Cancer science*, *101*(2), 293-299.

Jiang, X., Zhang, Z., Song, C., Deng, H., Yang, R., Zhou, L., Sun, Y., & Zhang, Q. (2019). Glaucocalyxin A reverses EMT and TGF-β1-induced EMT by inhibiting TGF-β1/Smad2/3 signaling pathway in osteosarcoma. *Chemico-biological interactions*, *307*, 158-166.

Kalluri, R., & Weinberg, R. A. (2009). The basics of epithelial-mesenchymal transition. *The Journal of clinical investigation*, *119*(6), 1420-1428.

Ke, B., Huang, Y., Gong, Y., Zhong, H., & Shi, L. (2024). Overexpression of microRNA-611 inhibits TGF-β-induced epithelial-mesenchymal transition and migration in lung cancer cells through MAPKAP1. *Cellular Signalling*, *123*, 111357.

Li, M., Jiang, X.-G., Gu, Z.-L., & Zhang, Z.-B. (2013). Glaucocalyxin A activates FasL and induces apoptosis through activation of the JNK pathway in human breast cancer cells. *Asian Pac J Cancer Prev*, *14*(10), 5805-5810.

Maris, J. M. (2010). Recent advances in neuroblastoma. *N Engl J Med*, *362*(23), 2202-2211. https://doi.org/10.1056/NEJMra0804577

Massagué, J. (2008). TGFβ in cancer. *Cell*, *134*(2), 215-230.

Micalizzi, D. S., Farabaugh, S. M., & Ford, H. L. (2010). Epithelial-mesenchymal transition in cancer: parallels between normal development and tumor progression. *Journal of mammary gland biology and neoplasia*, *15*(2), 117-134.

Miettinen, P. J., Ebner, R., Lopez, A. R., & Derynck, R. (1994). TGF-beta induced transdifferentiation of mammary epithelial cells to mesenchymal cells: involvement of type I receptors. *The Journal of cell biology*, *127*(6), 2021-2036.

Moustakas, A., & Heldin, C. H. (2007). Signaling networks guiding epithelial–mesenchymal transitions during embryogenesis and cancer progression. *Cancer science*, *98*(10), 1512-1520.

Nieto, M. A., Huang, R. Y.-J., Jackson, R. A., & Thiery, J. P. (2016). EMT: 2016. *Cell*, *166*(1), 21-45.

Ojima, T., Kawami, M., Yumoto, R., & Takano, M. (2021). Differential mechanisms underlying methotrexate-induced cell death and epithelial-mesenchymal transition in A549 cells. *Toxicological Research*, *37*(3), 293-300.

Radic-Sarikas, B., Halasz, M., Huber, K. V. M., Winter, G. E., Tsafou, K. P., Papamarkou, T., Brunak, S., Kolch, W., & Superti-Furga, G. (2017). Lapatinib potentiates cytotoxicity of YM155 in neuroblastoma via inhibition of the ABCB1 efflux transporter. *Sci Rep*, *7*(1), 3091. https://doi.org/10.1038/s41598-017-03129-6

Shao, J.-B., Gao, Z.-M., Huang, W.-Y., & Lu, Z.-B. (2017). The mechanism of epithelial-mesenchymal transition induced by TGF-β1 in neuroblastoma cells. *International journal of oncology*, *50*(5), 1623-1633.

Tang, L., Jin, X., Hu, X., Hu, X., Liu, Z., & Yu, L. (2016). Glaucocalyxin A inhibits the growth of liver cancer Focus and SMMC-7721 cells. *Oncology letters*, *11*(2), 1173-1178.

Taylor, M. A., Parvani, J. G., & Schiemann, W. P. (2010). The pathophysiology of epithelial-mesenchymal transition induced by transforming growth factor-β in normal and malignant mammary epithelial cells. *Journal of mammary gland biology and neoplasia*, *15*, 169-190.

Wei, J., Li, Z., Chen, W., Ma, C., Zhan, F., Wu, W., & Peng, Y. (2013). AEG-1 participates in TGF-beta1-induced EMT through p38 MAPK activation. *Cell biology international*, *37*(9), 1016-1021.

Wendt, M. K., Allington, T. M., & Schiemann, W. P. (2009). Mechanisms of the epithelial–mesenchymal transition by TGF-β. *Future Oncology*, *5*(8), 1145-1168.

Xiang, Z., Wu, X., Liu, X., & Jin, Y. (2014). Glaucocalyxin A: a review. *Natural product research*, *28*(24), 2221-2236.

Xiao, X., Cao, W., Jiang, X., Zhang, W., Zhang, Y., Liu, B., Cheng, J., Huang, H., Huo, J., & Zhang, X. (2013). Glaucocalyxin A, a negative Akt regulator, specifically induces apoptosis in human brain glioblastoma U87MG cells. *Acta Biochim Biophys Sin*, *45*(11), 946-952.

Yiallouros, M. (2013). Nöroblastom (Kısa Bilgiler)(Neuroblastom).

Zeisberg, M., & Neilson, E. G. (2009). Biomarkers for epithelial-mesenchymal transitions. *The Journal of clinical investigation*, *119*(6), 1429-1437.

Zhang, D., Deng, T., Yuan, W., Chen, T., & Jiang, S. (2022). Glaucocalyxin A induces apoptosis of non–small cell lung carcinoma cells by inhibiting the PI3K/Akt/GSK3β pathway. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, *49*(8), 797-804.

Zhou, X., Ma, W., Li, X., & Xu, J. (2022). Glaucocalyxin a prevents hypoxia-induced epithelial-mesenchymal transition in human gastric cancer cells through the PI3K/Akt signaling pathway. *Journal of Receptors and Signal Transduction*, *42*(2), 109-116.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

NURSING CARE OF A PATIENT DIAGNOSED WITH INFERIOR MYOCARDIAL INFARCTION ACCORDING TO THE ROY ADAPTATION MODEL: A CASE REPORT

İlkyaz KARAHAN
Prof. Dr. Süleyman Yalçın City Hospital, Specialist Nurse, Istanbul, Turkey
ORCID: 0000-0003-4520-0850

Nazlı KARA
Kartal Dr. Lütfi Kırdar City Hospital, Specialist Nurse, Istanbul, Turkey
ORCID: 0009-0006-0442-2173

Prof. Dr. Selda ÇELİK
University of Health Sciences, Hamidiye Faculty of Nursing, Department of Internal Medicine Nursing, Istanbul, Turkey
ORCID: 0000-0003-4328-3189

ABSTRACT
Inferior Myocardial Infarction (MI) is an Acute Coronary Syndrome (ACS) that is usually detected by obstruction in the right coronary arteries, right ventricular involvement, and Electrocardiographic (ECG) changes (Pardee waves). Findings such as pressure-like chest pain, hypotension, nausea and bradycardia may be observed in patients. In the management of the process, it is vital for the patient to make a diagnosis as soon as possible and for nurses to plan patient care and implement interventions according to appropriate priority order. In this context, getting support from nursing theories/models helps determine the priority order in care and increases the quality of care by ensuring that care is provided in an evidence-based manner. The Roy Adaptation Model (RAM) aims to adapt individuals to their changing environments through their responses, thus protecting and improving their health. The model examines the four mode of adaptation: the '*physiological-physical mode*', '*the self-concept*', '*the role function mode*', and '*the interdependence mode*'. Individuals are considered biopsychosocial beings. The purpose of this case report is to evaluate the nursing care of a patient diagnosed with inferior MI according to RAM. An 85-year-old male patient has known diabetes, Hypertension (HT), and Atrial Fibrillation (AF) diagnoses. The patient underwent coronary artery bypass graft surgery in 2018 and presented to the emergency room with pressure-like chest pain. The patient's vital signs were checked (blood pressure: 155/92 mm/Hg, pulse: 150/min, SpO2 value: 88%) and an intravenous catheter was inserted and blood samples (HS-Troponin T: 890 ng/L) were taken. The ECG result taken in the emergency room was determined to be compatible with inferior MI. Upon physician's request, the patient was given 300 mg acetylsalicylic acid and 600 mg clopidogrel, written consent was obtained from the physician, and the procedure was carried out in the angiography unit. During the procedure, the patient was administered 5000 units of heparin and contrast material for imaging purposes. The patient, who had a stent placed in his right coronary artery, was transferred to the coronary intensive care unit for close monitoring. The patient was monitored. An ECG was performed. A Foley catheter was inserted to assess the effect of the contrast medium on creatinine levels, intake and output monitoring was performed. According to the physician's order, 1000 mL normal saline was infused at 50 mL/h. The patient was maintained in an immobilized position with an 8-kg sandbag and monitored for a period of 8 hours. Nursing diagnoses determined according to RAM were determined as Acute Pain, Impaired Gas Exchange, Decreased Cardiac Output, Anxiety, Impaired Tissue Perfusion, Lack of Knowledge, Risk of Bleeding, Activity Intolerance and Risk of Infection. According to the results of the study, it was concluded that RAM is an effective model in the care of patients diagnosed with inferior MI.
Keywords: Nursing, Myocardial Infarction, Roy Adaptation Model

ROY ADAPTASYON MODELİNE GÖRE İNFERİOR MİYOKARD İNFARKTÜSÜ TANILI HASTANIN HEMŞİRELİK BAKIMI: OLGU SUNUMU

ÖZET

İnferior Miyokard İnfarktüsü (MI), genellikle sağ koroner arterde obstrüksiyon, sağ ventrikül tutulumu, Elektrokardiyografi (EKG) değişiklikleri (Pardee dalgaları) ile bulgulanan bir Akut Koroner Sendrom (AKS) tablosudur. Hastalarda baskı tarzında göğüs ağrısı, hipotansiyon, bulantı, bradikardi gibi bulgular görülebilmektedir. Sürecin yönetiminde, en kısa sürede tanı konulması ve hemşirelerin hasta bakımını planlaması, uygun öncelik sıralamasına göre girişimleri uygulaması hasta için hayati öneme sahiptir. Bu bağlamda hemşirelik kuram/modellerinden destek alınması, bakımdaki öncelik sıralamasını belirleyebilmek için destek olmakta ve bakımın kanıta dayalı bir şekilde yapılmasını sağlayarak bakımın kalitesini arttırmaktadır. Roy Adaptasyon Modeli (RAM), bireylerin değişen çevrelerine yönelik, verdiği tepkiler sonucu adaptasyon sağlamayı, sağlığı koruma ve iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Modelde, adaptasyon alanları; '*fizyolojik alan*', '*benlik kavramı*', '*rol fonksiyonu*' ve '*karşılıklı bağlılık alanı*' olarak dört başlık altında incelenmiş olup, bireyler biyopsikososyal varlıklar olarak değerlendirilmektedir. Bu olgu sunumunun amacı, RAM'a göre inferior MI tanılı hastanın hemşirelik bakımını değerlendirmektir. 85 yaşındaki erkek hastanın, bilinen Diyabet, Hipertansiyon (HT), Atriyal Fibrilasyon (AF) tanısı bulunmaktadır. Hasta, 2018 yılında koroner arter bypass greft operasyonu geçirmiş olup, acil servise baskı tarzında göğüs ağrısı ile başvurdu. Hastanın yaşam bulgularına bakıldı (kan basıncı: 155/92 mm/Hg, nabız:150/dk, Spo2 değeri: % 88) ve intravenöz katater takılarak, kanları (HS-Troponin T: 890 ng/L) alındı. Acil serviste çekilen EKG sonucunun inferior MI ile uyumlu olduğu belirlendi. Hastaya hekim istemi ile 300 mg asetilsalisilik asit ve 600 mg klopidogrel verilerek, hekim tarafından yazılı onam alındı, anjiyografi ünitesinde işleme alındı. İşlem esnasında hastaya 5000 ünite heparin ve görüntüleme amacı ile kontrast madde uygulandı. Sağ koroner arterine stent yerleştirilen hasta, yakın takip sağlanması için koroner yoğun bakım ünitesine devredildi. Hasta monitörize edildi. EKG kontrolü yapıldı. Kontrast maddenin kreatin değerlerine etkisini değerlendirmek amacı ile hastaya foley katater takıldı ve aldığı çıkardığı takibi yapıldı. Hekim istemi ile hastaya 1000 cc serum fizyolojik 50 cc/h olarak gönderildi. Hasta 8 saat 8 kg kum torbası ile immobil olarak takip edildi. RAM'a göre belirlenen hemşirelik tanıları; Akut Ağrı, Gaz Değişiminde Bozulma, Kardiyak Outputta Azalma, Anksiyete, Doku Perfüzyonunda Bozulma, Bilgi Eksikliği, Kanama Riski, Aktivite İntoleransı, Enfeksiyon Riski olarak belirlendi. Çalışmanın sonucuna göre RAM'ın inferior MI tanılı hastaların bakımında etkili bir model olduğu sonucuna ulaşıldı.

Anahtar kelimeler: Hemşirelik, Miyokard İnfarktüsü, Roy Adaptasyon Modeli

GİRİŞ

İnferior miyokard infarktüsü, bradikardi, iletim bozuklukları, vazovagal semptomlar ile karakterize, sağ koroner arterde meydana gelen obstrüksiyon nedeni ile inferior lokalizasyonda oluşan akut koroner sendromdur. ST elevasyonlu MI tablosu bulunan hastalarda erken tanı, revaskülarizasyon mortaliteyi önemli derecede azaltmaktadır (ESC, 2023). Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre 2022 yılında tahmini olarak 19,8 milyon bireyin kardiyovasküler hastalıklar nedeni ile hayatını kaybettiği ve bu ölümlerin %85'inin MI ve inme nedeni ile gerçekleştiği belirlenmiştir (DSÖ, 2023). Davranışsal, çevresel risk faktörleri belirlenmesi ile sürecin yönetimi sağlanarak kardiyovasküler hastalıklar belirli oranda önlenebilmektedir (ESC, 2023).

Miyokard infarktüsü, bireylerde hemodinamik instabiliteye neden olmaktadır. Bu bağlamda hemşirelerin hastaya holistik yaklaşımı ile hastanın biyopsikososyal bakımdan değerlendirilerek tedaviye uyumunun desteklenmesi sağlanabilmektedir. Bu yaklaşım doğrultusunda bakımın bireyselleştirilmesi, komplikasyonların gelişiminin önlenmesi ve bireyin yaşam kalitesinin yükseltilebilmesi için hemşirelerin sistematik bir bakım planı oluşturması ve bu planda modellerden yararlanması bakımın kalitesini artmasını sağlamaktadır (Moser & Riegel, 2020).

Hastanın çevresel uyaranlara verdiği tepkileri değerlendirme olanağı sunan RAM, hastanın adaptif davranışlarını destekler, holistik bir yaklaşım (fiziksel, psikolojik, sosyal yönleri) odağı oluşturur, uyuma yönelik girişimleri planlama ve uygulamayı sağlamaktadır (Roy & Andrews, 2020).

RAM'ın temel unsurları uyaranlar, adaptasyon modları, hemşirelik hedefi olarak belirlenmiştir. Uyaranlar; fokal uyaran (birincil problemler vb.), aşağı-yönlü uyaran (diğer sağlık problemleri vb.), dolaylı (contextual) uyaran (aile desteği vb.)dır. Roy, adaptasyon modlarını '*fizyolojik alan*', '*benlik kavramı*', '*rol fonksiyonu*' ve '*karşılıklı bağlılık alanı*' olarak dört grupta incelemiştir (Roy & Andrews, 2020):

Fizyolojik alan; fizyolojik gereksinimler, temel yaşam fonksiyonları,

Benlik kavramı; '*fiziksel ben*' (duygular, beden imgesi), '*kişisel ben*' (ruhsal durum), '*kişilerarası ben*' (agresyon),

Rol fonksiyonu; birinci, ikinci ve üçüncü derecedeki roller, toplumsal veya aile içi rolleri,

Karşılıklı bağlılık alanı; sosyal durumu, duygusal bağlarıdır.

Roy, hastanın adaptif yönlerini değerlendirmek amacı ile hemşirelik sürecini tanılama, planlama ve amaç saptama, girişimlere odaklanma ve uygulama, değerlendirme olarak modeline uyarlamıştır (McEwen & Wills, 2021).

Olgu, RAM'a göre değerlendirilmiş olup, hastadan bilgilendirilmiş sözlü/yazılı onam alınmıştır.

Olgu değerlendirilirken Kuzey Amerika Hemşirelik Tanıları Derneği (North American Nursing Diagnosis Association- NANDA) standart hemşirelik tanılarından ve girişimlerinden yararlanılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Olgu

Sosyodemografik veriler; A.K. 85 yaşında, erkek hasta, üniversite mezunu, emekli, evli ve eşi ile birlikte yaşamaktadır.

Hikayesi: Hastanın, bilinen Diyabet, Hipertansiyon (HT), Atriyal Fibrilasyon (AF) tanısı bulunmaktadır. Hasta, 2018 yılında koroner arter bypass greft operasyonu geçirmiş olup, acil servise baskı tarzında göğüs ağrısı ile başvurdu. Hastanın yaşam bulgularına bakıldı (kan basıncı: 155/92 mm/Hg, nabız:150/dk, Spo2 değeri: % 88) ve intravenöz katater takılarak, kanları (HS-Troponin T: 890 ng/L) alındı. Kreatin değeri: 1,82 mg/dL, Üre:82mg/dL ,HGB:11, 9 g/dL'dir. Acil serviste çekilen EKG sonucunun inferior MI ile uyumlu olduğu, Ekokardiyografi sonucunda, Ejeksiyon Fraksiyon (EF) değerinin %45-50 olduğu belirlendi. Hastaya hekim istemi ile 300 mg asetilsalisilik asit ve 600 mg klopidogrel verilerek, hekim tarafından yazılı onam alındı, anjiyografi ünitesinde işleme alındı. İşlem esnasında hastaya 5000 ünite heparin ve görüntüleme amacı ile kontrast madde uygulandı. 6F katater ile sağ femoral arterden giriş sağlanarak sağ koroner arterine stent yerleştirilen hasta, yakın takip sağlanması için koroner yoğun bakım ünitesine devredildi. Hastanın monitörize takibi sağlandı. İşlem sonrası EKG'si çekildi. Kontrast maddenin kreatin değerlerine etkisini değerlendirmek amacı ile hastaya foley katater takıldı ve aldığı çıkardığı takibi yapıldı. Hekim istemi ile hastaya 1000 cc serum fizyolojik 50 cc/h olarak gönderildi. Hasta 8 saat 8 kg kum torbası ile immobil olarak takip edildi. RAM'a göre belirlenen hemşirelik tanıları; Akut Ağrı, Gaz Değişiminde Bozulma, Kardiyak Outputta Azalma, Anksiyete, Doku Perfüzyonunda Bozulma, Bilgi Eksikliği, Kanama Riski, Aktivite İntoleransı, Enfeksiyon Riski'dir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Roy Adaptasyon Modeli Doğrultusunda Belirlenen Problemlere Yönelik Hemşirelik Girişimleri

Olgu değerlendirilirken hemşirelik tanıları ve girişimleri Carpenito- Moyet tarafından hazırlanan ve Erdemir tarafından Türkçe çevirisi yapılan Hemşirelik Tanıları El Kitabından yararlanılmıştır.

1. Fizyolojik Alan

Davranış: Hasta baskı tarzında göğüs ağrısı olduğunu belirtti. Ağrı değerlendirme ölçeğine göre ağrı puanı 9 (çok şiddetli) olarak değerlendirildi.

Uyaran:

- **Odak uyaran:** miyokard infarktüsü nedeni ile bölgedeki perfüzyonun azalması
- **Bağlamsal uyaran:** göğüs bölgesinde baskı tarzı ağrı tariflemesi
- **Art alan uyaran:** önceki ağrı deneyimlerine göre **'ağrının geçmeyeceğine inanması'**

Hemşirelik Tanısı: Akut Ağrı

Hedef / Beklenen Sonuç: Ağrı skalasına göre (0-10 değerlendirme) hastanın ağrısının olmaması, hastanın ağrısının geçtiğini ifade etmesi

Hemşirelik Girişimleri:

- Ağrının özellikleri, süresi, arttıran/azaltan durumlar, şiddeti değerlendirildi.
- Ağrı esnasında EKG çekildi, hekim danışıldı.
- Hekim isteği ile gerekli kan tetkikleri alındı.
- Hasta monitörize takip edildi, yaşam bulguları yakından takip edildi.
- Hastaya hekim istemi ile analjezik ve antianjinal ilaçlar uygulandı.
- Hasta istirahat halinde iken ağrı skalası tekrar değerlendirildi.

Değerlendirme

- Hasta ağrısının kısmen geçtiğini ifade etti.
- Skala değerlendirmesine göre puan 6 olarak belirlendi.

Davranış: Dispne, Spo2:%88 (oda havası), yüzeyel solunum (solunum sayısı 25/dk)

Uyaranlar:

- **Odak uyaran:** EF: %45-50, kardiyak yetmezlik, akciğer konjesyonu değerlendirme
- **Bağlamsal uyaran:** İstirahat, sıvı takibi
- **Art alan uyaran:** Anksiyete

Hemşirelik Tanısı: Gaz Değişiminde Bozulma

Hedef / Beklenen Sonuç: Spo2 değeri %90'ın üzerinde olması

Hemşirelik Girişimleri:

- Hastanın bir dakika solunum sayısı değerlendirildi (25/dk yüzeyel solunum)
- Spo2 takibi yapıldı ve hekim istemi ile oksijen desteği başlandı (4lt/dk oksijen desteği ile).
- Aldığı- çıkardığı sıvı takibi yapıldı (hastanın dengede olduğu belirlendi)
- Derin solunum egzersizleri, hayal kurma gibi gevşeme yöntemleri uygulandı.
- Hastaya semi fowler pozisyınu önerildi, pozisyon çift yastıkla desteklendi.

Değerlendirme:

- Spo2 değeri %92 (4 lt/dk oksijen desteği) olarak belirlendi.
- Solunum sayısı 18/dk olarak belirlendi.
- Hasta kısmen rahatladığını ifade etti.

Davranış: Taşikardi (nabız:150/dk), soğuk ve nemli cilt, dispne, kan basıncı: 155/92 mm/Hg

Uyaranlar:

- **Odak uyaran:** Miyokard kontraktilitesinde azalma
- **Bağlamsal uyaran:** HT (damar elastikiyetinde azalma), istirahat halinde (kardiyak kapasitenin azalması), sempatik aktivasyonun artması
- **Art alan uyaran:** ileri yaş, diyabet

Hemşirelik Tanısı: Kardiyak Outputta Azalma

Hedef / Beklenen Sonuç: Yaşam bulgularının stabil olması (kan basıncı: 120/70 mmHg ve nabız 60-100/dk)

Hemşirelik Girişimleri:

- Hasta monitörize edildi, yaşam bulguları takip edildi.
- Aldığı çıkardığı sıvı takibi yapıldı (dengede)
- İdrar çıkışı özellikle takip edildi.
- İstirahat etmesi sağlandı, semifowler pozisyonu verildi.
- Hekim istemi ile antihipertansif ilaçlar uygulandı
- Anksiyete yönelik gevşeme egzersizleri (dikkati başka yöne çekme) öğretildi.
- Hekim istemi ile oksijen desteği sağlandı (4lt/dk).

Değerlendirme:

- Hasta kendini iyi hissettiğini ifade etti.
- İdrar çıkışı ≥ 30 ml/saat
- Kan basıncı: 138/75 mmHg, nabız: 95/dk olarak değerlendirildi.

- Spo2 değeri %92 (4 lt/dk oksijen desteği) olarak belirlendi.

Davranış: Soğuk, soluk ekstremite
Odak uyaran: Kardiyak outputta azalma
Bağlamsal uyaran: Hipertansiyon, sempatik aktivasyonun artması
Art alan uyaran: Diyabet, ileri yaş (85), Bypass öyküsü
Hemşirelik Tanısı: Doku perfüzyonunda bozulma
Hedef / Beklenen Sonuç: Doku perfüzyonunu sağlamak, ekstremiteler ısınması sağlanacak.
Hemşirelik Girişimleri:

- Kapiler dolum süresi değerlendirildi:

- Parmağın tırnak kısmına basınç uygulandı (>3 sn. üzeri ciddi dolaşım problemi göstergesi olarak kabul edilir, hastanın 2 sn. de geri dönüşü olduğu gözlemlendi).

- Hasta monitörize takip edildi.
- Yaşam bulguları sık aralıklarla takip edildi (monitörizasyon sağlanarak, olumsuz değerlerde uyarı sistemleri aktifleştirildi).
- Ekstremitelerin, renk, ısı, nem durumu kontrol edildi.
- Nabızların, çift ekstremite kontrolü yapıldı.
- Aldığı çıkardığı sıvı takibi yapıldı.
- Semi fowler pozisyonu verildi ve periferik dolaşımın desteklenmesi sağlandı.
- Gevşeme teknikleri (derin solunum egzersizleri) öğretildi.

Değerlendirme:

- Kapiler dolum süresinin 2 sn. de geri döndüğü belirlendi.
- Ekstremitelerde ısı artışı olduğu belirlendi.
- Çift ekstremite nabız kontrolünde herhangi bir olumsuz durum gözlemlenmedi.

Davranış: Taşikardi, dispne
Uyaranlar:
Odak uyaran: Kardiyak outputta azalma
Bağlamsal uyaran: Dispne ve anksiyete
Art alan uyaran: Fiziksel kondüsyon
Hemşirelik Tanısı: Aktivite İntoleransı
Hedef / Beklenen Sonuç: Hasta dispnesi olmadan aktivitelerini gerçekleştirebilecek.
Hemşirelik Girişimleri

- Hastanın yaşam bulguları takip edildi.
- Hasta istirahatinin zorunlu olduğu ancak bu durumun hekim istemi ile belirli bir süre olduğu daha sonra aktivitelerini gerçekleştirebileceği açıklandı.
- Hasta ihtiyaçlarını karşılarken yardım edildi.
- Emosyonel destek sağlandı.
- Anjiyo işlemi sonrası istirahat durumu sonlandırıldığında, yaşam bulguları tekrar değerlendirildi.
- Enerji koruma teknikleri anlatıldı.
- Hekim isteği ile oksijen desteği sağlandı.
- Oda içerisinde mobilize edildi.
- Hasta mobilize edilirken ortostatik hipotansiyon durumu yaşanmaması için öncelikli olarak yatak içerisinde mobilizasyonu sağlandı.

Değerlendirme

- Hastanın aktivitelerini yaparken göğüs ağrısı, baş ağrısı gibi bulgular yaşamadığı gözlemlendi.

Davranış: Gözlemlenen belirti bulunmamaktadır.
Uyaranlar:
Odak uyaran: İşlem öncesi ve esnasında uygulanan antitrombotik ilaçlar
Bağlamsal uyaran: Invaziv girişimler
Art alan uyaran: Cerrahi operasyon sonrası uzun süreli antikoagülan kullanımı mevcut
Hemşirelik Tanısı: Kanama Riski
Hedef / Beklenen Sonuç: Kanama belirti ve bulguları gözlemlenmeyecek.

Hemşirelik Girişimleri:

- Hastanın sağ femoral arterinden girişim yapıldığı için bölge kanama belirti ve bulguları yönünden değerlendirildi; hematom, ekimoz, psödoanevrizma gözlemlenmedi.
- Hemogram ve INR takibi yapıldı.
- Yaşam bulguları değerlendirildi; işlem sonrası monitörize edildi.

Değerlendirme:

- Hastada kanama belirti ve bulguları gözlemlenmedi.

Davranış: Gözlemlenen belirti bulunmamaktadır.
Uyaranlar:
Odak uyaran: İnvaziv girişimler, foley katater varlığı
Bağlamsal uyaran: Hastanın bağışıklık durumu, hastane ortamı
Art alan uyaran: Diyabet, ileri yaş, HT
Hemşirelik Tanısı: Enfeksiyon Riski
Hedef / Beklenen Sonuç: Enfeksiyon belirti ve bulguları gözlemlenmeyecek.
Hemşirelik Girişimleri:

- İnvaziv işlemler aseptik teknikler doğrultusunda yapıldı.
- Foley katater takılırken asepsi kurallarına dikkat edildi.
- Yaşam bulguları takip edildi (ateş takibi)
- İdrar rengi, kokusu, bulanıklık ve hematüri bakımından takibi yapıldı.
- Foley katater bakımı günlük yapıldı.
- El hijyeni eğitimi verildi.
- Yeterli hidrasyon alımı sağlandı.

Değerlendirme:

- Hastada enfeksiyon belirti ve bulguları gözlemlenmedi.

2. Benlik Kavramı
Davranış: Huzursuzluk, Taşikardi (nabız: 150 /dk)
Odak uyaran: MI nedeni ile belirsizlik korkusu, bilgisizlik
Bağlamsal uyaran: İnvaziv girişimler, PTCA uygulaması
Art alan uyaran: Önceki cerrahi deneyimi (CABG)
Hemşirelik Tanısı: Anksiyete
Hedef / Beklenen Sonuç: Hastanın anksiyetesini gidermek
Hemşirelik Girişimleri:

- Hastanın anksiyeteye neden olan faktörleri değerlendirildi.
- Soru sorması için cesaretlendirildi.
- Hastalık ile ilgili tedavi süreci ve yapılacak işlemler hakkında bilgi verildi.
- Aile bireylerinin yanında olması sağlandı.
- Terapötik iletişim tekniklerinden yararlanıldı, hasta ile yavaş ve sakin bir ses tonu ile konuşuldu, iletişim esnasında göz teması kuruldu.
- Anksiyete yönelik gevşeme egzersizleri (dikkati başka yöne çekme) öğretildi.

Değerlendirme:

- Hasta anksiyetesinin kısmen geçtiğini ifade etti ancak huzursuz görünümünün devam ettiği gözlemlendi.

Davranış: Tedavi süreci hakkında sorular sorma
Uyaranlar:
Odak uyaran: Tedavi süreci
Bağlamsal uyaran: Anksiyete
Art alan uyaran: Önceki bilgi düzeyi
Hemşirelik Tanısı: Bilgi Eksikliği
Hedef / Beklenen Sonuç: Hasta bilgi eksikliğinin giderildiğini ifade edecek.
Hemşirelik Girişimleri:

- Hastanın soruları, sakin ve yavaş bir ses tonu ile yanıtlandı.
- Tedavi süreci ve yapılacak girişimler ayrıntılı bir şekilde anlatıldı.
- Aile bireylerinden destek alındı.

Değerlendirme

- Hasta başka sorusu olmadığını, süreç ile ilgili bilgilendiğini ifade etti.

TARTIŞMA

Olguda, RAM'a göre belirlenen problemler sistematik olarak değerlendirilmiş olup, hemşirelik girişimleri planlanmıştır. RAM'ın dört adaptasyon alanlarından fizyolojik alan içerisinde; Akut Ağrı, Gaz Değişiminde Bozulma, Kardiyak Outputta Azalma, Doku Perfüzyonunda Bozulma, Aktivite İntoleransı, Kanama Riski, Enfeksiyon Riski; benlik kavramı altında ise; Anksiyete ve Bilgi Eksikliği hemşirelik tanıları yer almıştır. MI acil müdahale gerektiren bir tanı olduğundan, acile göğüs ağrısı ile başvuran olguya EKG çekilip, defibrile edilmiştir. Yaşam bulguları değerlendirilip, hekim bilgisi dahilinde gerekli ilaç tedavileri ve oksijen desteği sağlanmıştır. Taşikardi ve ağrıya yönelik IV katater takılarak MI için önemli bir parametre olan hs-cTn[a] seviyesini değerlendirmek üzere kan tetkikleri yapılmıştır. Tanı konulan hastadan gerekli izinler alınarak katater laboratuvarına gönderilmiştir. Süreçte hemşirelik tanılarına yönelik hemşirelik girişimleri uygulanmıştır. Hastanın yeni durumuna uyum sağlaması amacı ve gelişebilecek komplikasyonları önlemeye yönelik RAM'ın kullanılmasının uygun olduğu belirlenmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Hemşirelik bakımının, bireye özgü, sistematik, kanıta dayalı ve güvenilir olabilmesi, hasta için gerekli bakımın verilerek zaman kaybının önlenmesi amacı ile bakımda kuram ve modellerden yararlanılması önem arz etmektedir. RAM'ın MI tanılı bireylerde kullanımı modelin hümanizm ve holistik bakım ile temellendirilmiş olması nedeni ile uygun bulunmaktadır. Yapılacak çalışmalarda RAM'ın kronik hastalıklarda daha büyük bir örneklem ile gerçekleştirilmesi önerilebilir.

KAYNAKLAR

Erdemir, F., & Carpenito-Moyet, L. J. (Çev. Ed.). (2021). Hemşirelik Tanıları El Kitabı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.

European Society of Cardiology. (2023). 2023 ESC guidelines for the management of acute coronary syndromes. European Heart Journal, 44(36), 3720–3826. https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad191

McEwen, M., & Wills, E. M. (2021). Theoretical basis for nursing (5th ed.). Wolters Kluwer.

Moser, D. K., & Riegel, B. (Eds.). (2021). Cardiac nursing (7th ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer.

Roy, C., & Andrews, H. A. (2020). The Roy adaptation model (5th ed.). Pearson.

World Health Organization. (2023). Cardiovascular diseases (CVDs). Retrieved September 6, 2025, from https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds).

AKCİĞER KANSERİ TANILI HASTANIN YAŞAM AKTİVİTELERİ MODELİ' NE GÖRE HEMŞİRELİK BAKIMI: OLGU SUNUMU

Nazlı KARA
Uzman Hemşire, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Kartal Dr. Lütfi Kırdar Şehir Hastanesi
ORCID: 0009-0006-0442-2173

İlkyaz KARAHAN
Uzman Hemşire, Prof. Dr. Süleyman Yalçın Şehir Hastanesi
ORCID: 0000-0003-4520-0850

Prof. Dr. Selda ÇELİK
Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hamidiye Hemşirelik Fakültesi İç Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı
ORCID: 0000-0003-4328-3189

ÖZET
Akciğer kanseri dünyada kansere bağlı meydana gelen ölümlerin bir numaralı sebebidir. Sigara başta olmak üzere geçirilmiş akciğer hastalıkları, mesleki ve çevresel maruziyetler akciğer kanserine neden olan faktörler arasındadır. Yaşam Aktiviteleri Modeli' nde günlük yaşam aktiviteleri hemşirelik uygulamalarının temel öğeleri olan koruma, rahatlama ve bağımlı fonksiyonları ile ilgilidir. Yaşam Aktiviteleri Modeli hemşirelik süreci uygulamasının özellikle tanılama aşamasında kolaylık sağlamaktadır. Bu olgu sunumunda akciğer kanseri tanılı hastaya Yaşam Aktiviteleri Modeli doğrultusunda hemşirelik bakımı verildi. 58 yaşında kadın hasta hipertansiyon, hepatit-B ve akciğer kanseri hastalıkları mevcut olup 11.08.2025 tarihinde ağrı ve solunum güçlüğü şikâyeti ile göğüs hastalıkları kliniğine yatışı yapıldı. Hasta 14.08.2025 tarihinde dispne, anüri ve kusma sebebiyle yoğun bakım kliniğine transfer edildi. Yoğun bakım kliniğinde Yaşam Aktiviteleri Modeli doğrultusunda hemşirelik bakımı planlanarak uygulandı. Problem belirlenen alanlar ile ilişkili olmak üzere on tanesi mevcut (doku bütünlüğünde bozulma, öz bakım eksikliği, sıvı volüm fazlalığı, oral mukoz membranda bozulma, barsak boşaltımında değişim: diyare, etkisiz solunum örüntüsü, beden imgesinde rahatsızlık, ağrı, uyku örüntüsünde bozulma, beslenmede dengesizlik: gereksinimden az beslenme) ve üç tanesi düşme riski, enfeksiyon riski, sıvı elektrolit dengesizliği riski) risk tanısı olmak üzere toplam 13 tane hemşirelik tanısı belirlendi. Hastanın beş günlük yoğun bakım tedavisi ve Yaşam Aktiviteleri Modeli doğrultusunda verilen hemşirelik bakımı ile belirlenen problemlerde iyileşme izlenmiş olup halen yoğun bakım kliniğinde takip ve tedavisine devam edilmektedir. Elde edilen sonuçlar, Yaşam Aktiviteleri Modeli'nin hasta bakımında yararlı olduğunu göstermekte olup, akciğer kanseri tanısı alan hastalara hemşirelik bakımının sunumunda bu modelin kullanılması önerilmektedir.
Anahtar kelimeler: Akciğer kanseri, Yaşam aktiviteleri, Hemşirelik bakımı

NURSING CARE OF A PATIENT DIAGNOSED WITH LUNG CANCER ACCORDING TO THE LIFE ACTIVITIES MODEL: A CASE REPORT

ABSTRACT
Lung cancer is the number one cause of cancer-related deaths worldwide. Previous lung diseases, particularly smoking, and occupational and environmental exposures are among the contributing factors. In the Life Activities Model, daily living activities are related to protection, relaxation and dependent functions, which are the basic elements of nursing practice. The Activities of Life Model facilitates the application of the nursing process, particularly during the diagnostic phase. In this case report, a patient diagnosed with lung cancer received nursing care in line with the Activities of Life Model. A 58-year-old female patient with hypertension, hepatitis B and lung cancer was admitted to the chest diseases clinic on 11.08.2025 with complaints of pain and difficulty breathing. The patient was transferred to the intensive care clinic on 14.08.2025 due to dyspnea, anuria, and vomiting. Nursing care was planned and implemented in line with the Life Activities Model in the intensive care clinic.

A total of 13 nursing diagnoses were determined, ten of which were current diagnoses (impairment in tissue integrity, lack of self-care, excess fluid volume, disruption in oral mucous membrane, change in bowel evacuation: diarrhea, ineffective respiratory pattern, disturbance in body image, pain, disruption in sleep pattern, nutritional imbalance: undernutrition) and three of which were risk diagnoses (risk of falling, risk of infection, risk of fluid-electrolyte imbalance).The patient's five-day intensive care treatment and nursing care provided in line with the Life Activities Model resulted in improvement in the identified problems, and her follow-up and treatment are still ongoing in the intensive care clinic. The results obtained show that the Life Activities Model is useful in patient care, and it is recommended that this model be used in the provision of nursing care to patients diagnosed with lung cancer.
Keywords: Lung cancer, Life activities, Nursing care

1.GİRİŞ

Akciğer kanseri dünyada her yıl yaklaşık olarak 1,6 milyon kişinin ölümüne neden olan yaygın bir malignitedir ve kansere bağlı ölümlerin bir numaralı sebebidir. İleri evrede ortaya çıkma ve agresif hastalık süreci ile karakterizedir. Geçirilmiş akciğer hastalıkları ve sigara akciğer kanseri etyolojisinden sorumlu başlıca faktörler arasındadır. Mesleki ve çevresel maruziyetler, diyet ve cinsiyet ile ilişkili olan faktörlerde akciğer kanserinin risk faktörleri arasındadır. Akciğer kanseri tanısı olan hastanın bakımı karmaşık ve zorlu bir süreci içermektedir. Hastanın bakımından sorumlu olan hemşirenin amacı; hastada mevcut ya da potansiyel sorunları önlemek, fiziksel ve ruhsal bakımdan hastayı desteklemek, hastalık nedeniyle ortaya çıkan semptomlarla baş etme yöntemleri geliştirmesine destek olabilmek ve hastanın kendi bakımında aktif olarak rol almasına katkı sağlamaktır (Erboycu, 2020; Kızılırmak ve ark., 2021; Urgancı & Topbaş, 2023).

Modeller, kavramlar ve onlar arasındaki ilişkiler hakkındaki düşünceleri kolaylaştırmada yararlanılan sembolik ya da fiziksel görünümlü fikirlerdir. Modellerden yararlanılarak hemşirelik uygulamalarında kanıta dayalı bakış açısı geliştirilmesi, sistematik ve bütüncül şekilde hemşirelik bakımı verilmesi ve sunulan hemşirelik bakımının kalitesinin arttırılması amaçlanır. Yaşam Aktiviteleri Modeli; 1970 yılında Roper, Logan ve Tierney tarafından geliştirilen doğumdan ölüme kadar olan yaşam süresinde bireyin yaşam kalitesinin değerlendirilmesini sağlayan bir modeldir. Hemşirelik uygulamalarında merkezini birey, aile ve toplumun oluşturduğu yaşam aktivitelerine temelli olan bu model hemşirelik uygulamalarının temel bileşenlerini tanımlamaktadır. Yaşam Aktiviteleri Modeli' nin yaşam süresi, yaşam aktiviteleri, yaşam aktivitelerini etkileyen faktörler, bağımlılık/bağımsızlık dizgesi ve yaşamda bireysellik olmak üzere beş bileşeni bulunmaktadır. Modelde; güvenli çevrenin sağlanması ve sürdürülmesi, iletişim, solunum, beslenme, boşaltım, kişisel temizlik ve giyinme, vücut sıcaklığının kontrolü, hareket, çalışma ve eğlence, cinselliği ifade etme, uyku ve dinlenme ve ölüm olmak üzere birbiri ile ilişkili 12 yaşamsal aktivite yer almaktadır. Bireysel hasta gereksinimlerinin belirlenmesinin ve bu gereksinimlerin giderilmesine yönelik olarak bakım planlarının oluşturulmasını vurgulayan model holistik bir yaklaşım özelliği göstermektedir ve hemşirelikte birçok çalışma alanında kullanılabilmektedir (Yücel & Sayılan, 2023; Altun & Şahin, 2021; Erol & Öner, 2023). Bu çalışmada akciğer kanseri tanısı ile anestezi ve reanimasyon yoğun bakım kliniğinde yatmakta olan olgu ele alınmıştır. Bireyin bütüncül bir şekilde ele alınması, hemşirelik sürecinin planlanması ve değerlendirilmesini sağlamak amacıyla hastanın yaşam aktiviteleri modeli doğrultusunda hemşirelik bakımının sunulması amaçlanmıştır.

2. OLGU

S.Y. 58 yaşında akciğer kanseri tanılı kadın hasta ağrı ve solunum güçlüğü şikayetiyle 11.08.2025 tarihinde göğüs hastalıkları kliniğine yatışı yapılmış olup dispne, anüri ve kusma sebebiyle hastanın 14.08.2025 tarihinde yoğun bakım kliniğine transferi yapıldı. Yatışının ilk gününde hastanın solunumu nazal oksijen kanülü ile desteklendi. Hastaya üriner mesane kateteri ve sol juguler santral venöz kateter takıldı. Hastaya nazogastrik tüp takılarak drenaja alındı. Hemokültür ve idrar kültürü örneği alındı. Yoğun bakıma yatışının 18. saatinde idrar çıkışı olmayan hastaya laboratuvar sonuçları doğrultusunda hemofiltrasyon tedavisi başlandı. Yoğun bakıma yatışının ilk gününde Piperasilin sodyum tazobaktam 3*2,25 gr (IV) ve Teikoplanin 1*400 mg (IV) antibiyotik tedavisi başlandı.

Hastanın kültür sonucu ve C-reaktif protein düzeyinde artış nedeniyle uygulanan antibiyotik tedavisine ek olarak Flukonazol 1*200 mg (IV) ve Metronidazol 3*500 mg (IV) eklendi.

2.1. Tedavi

Hastaya yattığı süre boyunca uygulanan tüm tedaviler; Asetilsistein 3*300 mg (IV), Pantoprazol sodyum seskihidrat 1*40 mg (IV), Metoklopramid hidroklorür 2*10 mg (IV), Piperasilin sodyum tazobaktam 3*2,25 gr (IV), Teikoplanin 1*400 mg (IV), Flukonazol 1*200 mg (IV), Metronidazol 3*500 mg (IV), tramadol hidroklorür 400 mg 20 mg/saat (IV sürekli infüzyon), Oliclinomel- N7 1500 ml 50 ml/saat (IV), Enoksaparin sodyum 1*0,4 IU (subkutan) ve sodyum klorür 100 ml/saat (IV sürekli infüzyon)'tir.

2.2. Öz geçmişi

Hastanın 20 yıldır hipertansiyon, 1 yıldır hepatit-B hastalığı ve 6 aydır akciğer kanseri hastalığı bulunmaktadır. Hastanın sürekli kullandığı ilaçlar; amlodipin 1*10 mg tablet, entekavir monohidrat 1*1 mg tablettir.

Çizelge 1. Laboratuvar bulguları

14.08.2025	
İdrar kültürü	Üreme olmadı.
Hemokültür	Klebsiella pneumoniae üremesi

Çizelge 2. Laboratuvar bulguları

14.08.2025	18.08.2025
Biyokimya Üre: 122,4 mg/dl (17-43) AST: 36 U/L (0-35) ALT:8 U/L (0-35) Potasyum:3,82 mmol/L (3,5-5,1) Kalsiyum: 7,72 mg/dl (8,8-10,6) Na:141 mmol/L (136-146) CRP: 372,17 mg/L (0-5) BUN:57 mg/dL (6-20) Prokalsitonin:19,651 µg/L Albümin:18.0 g/L (35-52) **Hemogram** WBC:8,6 10^9/uL (4-10) PLT:213 10^9/uL (100-400) HGB:8,6 g/dl (11-15) HCT:27,4 % (37-47) **Kan gazı** pH: 7,355 (7,35-7,45) pCO_2: 48,1 mmHg (32-45) pO_2: 51,2 mmHg (83-108) **Koagülasyon** PT-sn:13,6 sn (9,6-13,4) APTT: 29,4 sn (20-31) PT%: 55 % (70-130) INR:1,25 (0,8-1,2)	**Biyokimya** Üre: 36,8 mg/dl (17-43) AST: 20 U/L (0-35) ALT:8 U/L (0-35) Potasyum:3,55 mmol/L (3,5-5,1) Kalsiyum: 8,51 mg/dl (8,8-10,6) Na:136 mmol/L (136-146) CRP: 177,98 mg/L (0-5) BUN:14 mg/dL (6-20) Prokalsitonin:1,406 µg/L Albümin:19.0 g/L (35-52) **Hemogram** WBC:14,3 10^9/uL (4-10) PLT:141 10^9/uL (100-400) HGB:9,5 g/dl (11-15) HCT:30,3 % (37-47) **Kan gazı** pH: 7,415 (7,35-7,45) pCO_2: 46,9 mmHg (32-45) pO_2: 40,9 mmHg (83-108) **Koagülasyon** PT-sn:11,2 sn (9,6-13,4) APTT: 19,1 sn (20-31) PT%: 56 % (70-130) INR:1,02 (0,8-1,2)

2.3. Yaşam Aktiviteleri Modeli Doğrultusunda Olgu Özellikleri

2.3.1. Güvenli çevrenin sağlanması ve sürdürülmesi aktivitesi

- Hasta yoğun bakım kliniğinde tek kişilik bir odada yatmaktadır. Oda sıcaklığı 22 °C, nem %30-60 arasındadır. Odanın ışıklandırılması uygun düzeydedir.
- Olgunun Glasgow koma skalası (GKS) 13 puandır.
- Düşme öyküsü bulunmamaktadır. İtaki düşme riski değerlendirme ölçeği ile düşme riski belirlenmiş (skor: 14) ve yüksek riskli bulunmuştur. Yatak kenarlıkları kaldırıldı. Yatak frenleri kapatıldı.

2.3.2. İletişim aktivitesi

- Olgunun bilinci açık, kooperasyonu vardır ancak yer, zaman ve kişi oryantasyon bozukluğu mevcuttur.
- İşitme duyusunda azalma ve işitme ile ilgili problemi vardır.
- Görme duyusunda ve sözlü iletişimde problem yoktur.
- Hastanın tek kişilik yoğun bakım kliniğindeki odada yatması, refakatçi olmaması, ziyaretçi kısıtlamasının olması hastanın yalnızlık hissetmesine, anksiyete ve korku duyguları yaşamasına neden olmuştur.

2.3.3. Solunum aktivitesi

- Olgunun solunumu yoğun bakım kliniğine yatışının ilk gününde nazal oksijen kanülü ile 4 lt/dk oksijen ile desteklendi.
- Yoğun bakıma yatışının ikinci gününde solunum düzensizliği, takipnesi (solunum sayısı:32/dk) ve periferik oksijen satürasyon düşüklüğü (spO2: %84) olan ve abdominal solunum yaptığı görülen hastanın akciğer sesleri dinlendi ve wheezing olduğu saptanarak solunumu yüksek akım oksijen cihazı (FiO2: %60, Akış: 50 lt/dk) ile desteklenerek takip edildi.

2.3.4. Beslenme aktivitesi

- Yatışının ilk gününde solunum güçlüğü, bulantı ve kusma nedeniyle oral alımı kısıtlanan hastanın dudaklarında kuruluk ve çatlak, ağız mukozasında kırmızılık ve yara gözlendi.
- Nazogastrik tüp takılarak drenaja alınan hastanın nazogastrik tüp aracılığıyla mide içeriği geleni mevcut olup beslenmesi parenteral olarak Oliclinomel -N7 ile 50 ml/saat IV infüzyon ile sağlandı.
- Kusması olan hastanın tedavisine uygun olarak antiemetik ilaç tedavisi uygulandı.
- Hastanın boyu 1,62 cm, kilosu 75 kg, beden kitle indeksi 28,57kg/m^2' dir.
- Hastanın alt ve üst ekstremitelerinde ödem (gode: +2) mevcuttur.

2.3.5. Boşaltım aktivitesi

- Hastanın yoğun bakım kliniğine gelişinde diyare ve anürisi mevcuttur.
- İdrar çıkışı olmayan hastanın mesane irrigasyonu yapıldı. Barsak sesleri dinlendi.
- Hastanın defekasyon sıklığı ve miktarı takip edildi.
- Diürezi 30 ml/saatten az olan hastaya yoğun bakım kliniğinde sol femoral bölgede diyaliz kateteri takılarak hemofiltrasyon tedavisi başlandı.

2.3.6. Kişisel temizlik ve giyinme aktivitesi

- Hastanın yoğun bakım kliğinde sürekli monitörize olarak takip edilmesi, invaziv kateter varlığı, üriner mesane kateteri, nazogastrik tüp varlığı hastanın hareket aktivitesinin kısıtlılığına neden olmuştur.
- Hastanın yaşadığı dispne, ağrı, halsizlik ve yorgunluk hastanın bakım aktivitelerini yerine getirmesini olumsuz şekilde etkileyerek kişisel temizlik ve giyinme aktivitesinde bağımlı duruma gelmesine yol açmıştır. Hasta öz bakım aktivitelerini yerine getirememiştir.
- Hastanın oral mukoz membran bütünlüğü değerlendirilerek dudaklarında kuruluk ve çatlak, ağız mukozasında kırmızılık ve yara gözlendi. Kusma nedeniyle hastanın oral mukozasında hassasiyet olduğu görüldü.
- Hastanın basınç yaralanması riski Braden Ölçeği (skor:11 yüksek risk) ile değerlendirildi.

- Hastanın sakrum bölgesinde 3x4 cm büyüklüğünde 2. evre basınç yaralanması ve sağ ve sol kolunda yaygın ekimoz olduğu görüldü.

2.3.7. Vücut sıcaklığının kontrolü aktivitesi

- Yaşam fonksiyonlarının yerine getirilmesinde vücut sıcaklığının normal değerler arasında olması gereklidir.
- Hastanın yoğun bakım kliniğine kabulünde vücut sıcaklığı 37,2 ℃ olup hasta üşüdüğünü ifade etti.
- Yoğun bakım kliniğinde ortam sıcaklığının düşük olması, hastaya uygulanan sürekli parenteral sıvı infüzyonu ve hemofiltrasyon tedavisi, hasta kıyafetlerinin çıkarılması hipotermi riskine neden olabilir.

2.3.8. Hareket aktivitesi

- Hasta ağrısının (ağrı şiddeti Vizuel Analog Skala (VAS): 7) olduğunu belirtti. Semifawler pozisyonunda solunumunun daha rahat olduğu gözlendi.
- Hastanın yatak içi hareket ederken zorlandığı belirlendi. Hastanın yoğun bakım kliniğinde takip ve tedavisi sırasında sürekli monitörize olarak takip edilmesi, nazogastrik tüp, üriner mesane kateteri, juguler venöz kateter ve femoral bölgede diyaliz kateterinin olması ve hastaya uygulanan hemofiltrasyon tedavisinin uygulanması hastanın hareket kısıtlılığı yaşamasına neden olmuştur.

2.3.9. Çalışma ve eğlence aktivitesi

- Hasta emeklidir. Daha önce hiç çalışmamıştır.
- Ailesiyle birlikte yaşamaktadır ve aile üyeleriyle sohbet etmeyi, yürüyüş yapmayı sevdiğini belirtmiştir. Şu anki sağlık durumu ve hastanede yatarak tedavi alması nedeniyle aktivite yapamamaktadır.
- Yoğun bakım kliniğinde ziyaretçi kısıtlamasının olması, kıyafetlerinin çıkarılması hastanın korku yaşamasına ve sosyal izolasyona neden olmuştur.

2.3.10. Cinselliği ifade etme aktivitesi

- Hasta cinsel kimliğine uygun görünmektedir. Cinsellik ile ilgili herhangi bir sorun belirtmemiştir.
- Kanser taraması ile ilgili kontrollerini düzenli bir şekilde yaptırmamıştır.

2.3.11. Uyku ve dinlenme aktivitesi

- Yeterli ve kaliteli bir uyku hücresel büyüme ve yenilenme, yaşamın devamı ve stres yönetiminde önemli bir yere sahiptir. Hastanın dispne ve ağrısının olması, yoğun bakım kliniğindeki gürültü ve aydınlatmanın fazla olması, hasta odasında tek kalması nedeniyle korku duygusu yaşaması ve kıyafetlerinin çıkarılması nedeniyle kendini rahatsız hissetmesi nedeniyle uyku biçiminde bozulma ve uykusuzluk gözlenmiştir. Hasta uykuya dalmakta zorlandığını ifade etmiştir.
- Hasta hastaneye yatışı olmadan önce uykusunun düzensiz olduğunu ve ortalama 6-7 saat uyuduğunu belirtmiştir.
- Düzensiz uyku nedeniyle gün içerisinde halsizlik, yorgunluk ve uyku hali yaşadığı belirtmiştir.

2.3.12. Ölüm

- Akciğer kanseri nedeniyle üzüntü yaşadığını ve korktuğunu ifade etmiştir.
- Hasta yaşadığı solunum güçlüğü nedeniyle boğulma hissi yaşadığını, nefes almakta güçlük çektiğini belirtmiştir.
- Ölümü yaşamın normal bir sonu olarak belirtmiştir.

2.4. Olgunun Bakım Planı

NANDA hemşirelik tanısı	Tanımlayıcı özellikler	Amaç	Girişimler	Değerlendirme
Düşme riski	-Oryantasyonda bozulma -Hareket kısıtlılığı -Korku	-Hastanın düşmesini önlemek.	-Çevre düzenlemesi yapıldı. -Yatak kenarları kaldırıldı. -Yeterli oda aydınlatması sağlandı. -Düşme riski itaki ölçeği ile belirlendi (Skor:14) ve 6 saat aralıkla düşme riski değerlendirildi. -Hasta yatağını düşme riski olduğunu belirten uyarı işareti takıldı.	-Hasta düşmesi önlendi.
Enfeksiyon riski	-Hastanın ateşinin olmaması -Santral venöz kateter ve diyaliz kateteri bölgesinde enfeksiyon belirti ve bulgusunun olmaması -Hastanın sakrum bölgesinde bulunan basınç yaralanmasında enfeksiyon belirti ve bulgusunun olmaması CRP:372,17 mg/L Prokalsitonin: 19,651 µg/L WBC:8,6 10^3/uL	-Enfeksiyon gelişimini önlemek	-Hastanın yaşam bulguları ve laboratuvar değerleri takip edildi. -Hemokültür ve idrar kültürü örneği alındı. -Kültür sonuçları takip edildi ve kültür sonuçlarına göre hastanın antibiyotik tedavisi düzenlendi. -Yapılan tüm girişimlerde asepsi kurallarına uyuldu. -Gereksiz invaziv işlemlerden kaçınıldı. -Düzenli ağız bakımı uygulandı. -Ziyaretçi sayısı kısıtlandı. -Hastanın izole odada takibi yapıldı. -Hastanın santral venöz kateter ve diyaliz kateteri bakımı yapıldı. -Hastanın basınç yaralanması bakımı için yara bakım hemşiresi ile iş birliği yapılarak yara pansumanı yapıldı.	-Hastaya laboratuvar sonuçları doğrultusunda uygun antibiyotik tedavisi uygulandı. -Hastanın C-reaktif protein değerinde düşüş izlendi. CRP:177,98 mg/L Prokalsitonin: 1,406 µg/L WBC:14,3 10^3/uL
Sıvı elektrolit dengesizliği riski	-Hemofiltrasyon tedavisinin uygulanması -Hastanın kusmasının olması -Oral alımın kısıtlı olması ve nazogastrik tüp varlığı nedeniyle yetersiz beslenme	-Sıvı elektrolit dengesizliğini önlemek -Elektrolit değerlerini normal aralıkta olmasını sağlamak	-Hastanın monitörize şekilde elektrokardiyografi takibi yapıldı. -Elektrolit ve sıvı volüm dengesi değerlendirildi. -Saatlik aldığı ve çıkardığı sıvı izlemi yapıldı. -Kusma içeriği ve miktarı İzlendi ve kayıt edildi. Tedavisinde yer alan antiemetik ilaç tedavisi uygulandı. Kusma sırasında	-Yapılan takip ve gerekli replasman tedavileri ile sıvı elektrolit dengesizliği önlendi. -Toksisite belirtisi gözlenmedi.

			oluşabilecek aspirasyon riskine yönelik hastaya semi fawler pozisyonu verildi. -Hemofiltrasyon tedavisi alan hastanın elektrolit değerleri (bikarbonat, kalsiyum gibi) takip edildi. Gerekli miktarda hekim istemiyle hastaya kalsiyum replasmanı yapıldı. -Hastanın kan gazı takibi aralıklı olarak yapılarak solunumsal veya metabolik asidoz, alkaloz riskine yönelik takibi yapıldı. -Hastanın derin tendon refleksi değerlendirildi. Chvostek bulgusu yönünden hasta değerlendirilmesi yapıldı.	
Doku bütünlüğünde bozulma	-Sakrum bölgesinde 3x4 cm büyüklüğünde 2. evre basınç yaralanmasının olması -Yüksek akım oksijen cihazının hastanın yüzünde basıya neden olması	-Doku bütünlüğünü yeniden sağlamak -Doku bütünlüğünü korumak	-Hastanın basınç yaralanması riski Braden skalası (skor:11 puan-yüksek risk) ile değerlendirilerek belirlendi. -Yara bakım hemşiresi ile iş birliği yapılarak hastanın uygun bakım alması sağlandı. Serum fizyolojik ile yara temizlenerek pansumanı yapıldı. -İki saatte bir pozisyon değişimi sağlandı. -Yatak çarşafları temiz, kuru ve gergin tutuldu. -Basınç bölgelerine bariyer krem sürüldü. -Hastanın bezi aralıklı kontrol edilerek kirlendiğinde bekletilmeden değiştirildi. -Yatak içi pasif ROM egzersizi yaptırıldı. -Tıbbi cihaza bağlı basınç yaralanmasını önlemek için cihazların basınç oluşturmayacak şekilde tutulmasına dikkat edildi.	-Mevcut olan 2. evre basınç yaralanması evre 1'e gerilerek basınç yaralanmasında iyileşme gözlendi. -Hastada tıbbi cihaza bağlı basınç yaralanmasının oluşumu önlendi.
Öz bakım eksikliği	-Öz bakım aktivitelerini yerine getirememe -Kirli saç, ağız kokusu, tırnakların uzun olması, hastanın kötü kokması	-Öz bakım eksikliğini gidermek	-Hastaya yatak banyosu yaptırıldı. -Uzun olan el ve ayak tırnakları kesildi. Tırnak bakımı yapıldı.	-Hastanın öz bakım eksikliği giderildi.

			-Koltuk altı traşı ve perine bölgesi traşı yapıldı. -Saçları taranarak toka ile toplandı. -Hastaya dört saatte bir ağız bakımı ve göz bakımı uygulandı. -Hastanın cildi vazelin ile nemlendirildi. -Hastanın bezi rutin olarak günde üç kez ve kirlendikçe değiştirildi.	
Sıvı volüm fazlalığı	-Hastada +2 gode bırakan ödem olması -Diürezin 30 ml/saatten az olması	-Sıvı volüm fazlalığı düzeltmek	-Yaşam bulguları ve serum elektrolit değerlerinin takibi yapıldı. Hastanın aldığı çıkardığı sıvı izlemi 24 saat boyunca saatlik olarak izlendi. -Sıvı replasman miktarı hastanın aldığı çıkardığı sıvı takibine göre hekim ile iş birliği yapılarak düzenlendi. -Sakrum, tibia, ayak bileğinden ödem kontrolü yapıldı. Ödemli ekstremiteler elevasyona alındı. -Hastanın cildi vazelin ile nemlendirildi, travmalardan korundu. -Hastanın idrar çıkışı olmaması nedeniyle hemofiltrasyon tedavisine başlandı. -Hemofiltrasyon tedavisi boyunca hastanın kan basıncı takibi yapıldı. Oluşabilecek komplikasyonlara (hava embolisi, hipotansiyon, hipotermi, enfeksiyon, metabolik sorunlar gibi) karşı gözlem yapıldı. -Hemofiltrasyon tedavisi boyunca elektrolit dengesizliğini önlemek amacıyla sürekli intravenöz kalsiyum replasmanı ve aralıklı olarak kan gazı takibi yapıldı.	-Hastanın uygulanan girişimler doğrultusunda ödem düzeyi (gode +1) azaldı. -Hemofiltrasyonda saatlik sıvı çekimi 100 ml/saat olarak ayarlandı ve sıvı volüm dengesizliği düzeltildi.
Oral mukoz membranda bozulma	-Hastanın dudaklarında kuruluk ve çatlak olması -Ağız mukozasında kırmızılık ve yara gözlenmesi	-Oral mukoz membran bütünlüğünü sağlamak	-Hastanın oral hijyeni yerine getirebilme yeterliliği değerlendirildi. -Ağız mukozası günlük olarak değerlendirildi. Dört saat aralıkla sodyum bikarbonat	-Hastanın oral mukoz membran bütünlüğü sağlandı.

			kullanılarak ağız bakımı uygulandı. -Dudaklara nemlendirici krem sürüldü.	
Barsak boşaltımında değişim: Diyare	-Hastanın kıvamsız ve sulu şekilde günde 6 defa gaita yapması -Barsak seslerinde artış olması	-Hastanın normal kıvam ve miktarda gaita yapmasını sağlamak	-Hastanın barsak sesleri takip edildi. -Hemofiltrasyon tedavisi, diyare ve kusma nedeniyle oluşabilecek elektrolit dengesizliğini belirlemek ve önlemek amacıyla laboratuvar bulguları takip edildi. -Hastanın bezi kirlendikçe değiştirilecek ve mevcut olan bası yarasının temizliği yapılarak enfekte olması önlendi. -Gaita miktarı ve sıklığı kayıt edildi. -Hastanın beslenmesi solunum güçlüğü nedeniyle invaziv endotrakeal entübasyon olasılığı ve kusmasının olması sebebiyle parenteral beslenme tedavisi ile desteklendi.	-Hasta yatışının üçüncü gününde diyaresi tedavi edildi.
Etkisiz solunum örüntüsü	-Hastanın takipnesinin (solunum sayısı 32 /dk) olması -Yardımcı solunum kaslarının kullanılması -Periferik oksijen satürasyonu düşüklüğü	-Hastanın yeterli ve etkili solunumunu sağlamak -Yeterli periferik oksijenlenme sağlamak -Solunum sayısını normal sınırlarda tutmak	-Hastanın yaşam bulguları takibi yapıldı. -Arteriyal kan gazı takibi aralıklı olarak izlendi. -Tapotman yapıldı ve sekresyonları oro-nazotrakeal olarak aspire edildi. -Semi fawler pozisyonu verildi. -Solunumu nazal oksijen kanülü ve yüksek akım oksijen cihazı kullanılarak nemlendirilmiş oksijen ile desteklendi. -Solunum sesleri dinlendi, solunum hızı ve derinliği izlendi. -Hastanın dil, mukoza ve cildi siyanoz açısından değerlendirildi. -Hastaya ağız bakımı uygulandı. -Endotrakeal entübasyon olasılığına karşı gerekli hazırlıklar yapıldı.	-Hastanın solunumu yoğun bakım kliniğine yatışının ilk gününde nazal oksijen kanülü ile desteklendi. Yatışının ikici gününde solunumu yüksek akım oksijen cihazı ile desteklenerek hastanın periferik oksijen satürasyonu yükseltildi, takipnesi giderildi.
Beden imgesinde rahatsızlık	-Solunumu desteklemek amacıyla yüksek akım cihazının kullanılması - Mide içeriğinin drenajını sağlamak amacıyla nazogastrik tüp varlığı	-Hastanın olumsuz beden imajı algısını düzeltmek	-Hastanın beden imajında rahatsız olduğu durumlar araştırıldı. -Hastaya bağlı ekipmanların geçici süre ile bulunacağı ve bu ekipmanların hasta yararı için gerekli olduğu açıklandı.	-Hastanın beden imajını rahatsızlık duyduğu ekipman ile ilgili bilgi düzeyi arttırıldı.

	-Üriner mesane kateterinin olması -Sol juguler santral venöz kateter varlığı -Hastaya hemofiltrasyon tedavisinin uygulanması		-Yapılan invaziv girişimlerin geçici süre olduğu ve iyileşme süreci ile ortadan kaldırılacağı açıklandı.	
Ağrı	-Hastanın ağrısının olduğunu ifade etmesi - Yüz ifadesinde değişiklik olması	-Hastanın ağrı düzeyini azaltmak	-Hastanın ağrı düzeyi VAS skalası (skor:7) kullanılarak belirlendi. -Ağrının yeri ve ağrıyı arttıran faktörler belirlendi. -Ağrı düzeyini azaltmak için dikkati başka yöne çekme gibi farmakolojik olmayan yöntemler kullanıldı. -Yaşam bulguları ve ağrı düzeyi takip edildi. -Hastanın ağrı düzeyini azaltmak için sessiz bir ortam oluşması sağlandı. -Hastanın tedavisinde yer alan analjezik ilaç uygulandı. Tedavi sonrası ilaç etkinliği değerlendirildi.	-Hastanın ağrı düzeyi azaltıldı. (VAS skoru: 2)
Uyku örüntüsünde bozulma	-Hastanın uykusunun olmadığı belirtmesi -Hastanın uyumakta güçlük yaşaması	-Hastanın yeterli ve kaliteli uykuya sahip olmasını sağlamak	-Hastanın uykusunu olumsuz etkileyen (ışık, gürültü gibi) faktörler belirlendi. Gerekli çevre düzenlemesi yapıldı. -Hemofiltrasyon tedavisinin uygulanması, sürekli intravenöz infüzyon tedavisi gibi nedenlerle hastanın üşümesine neden olan durumda hastanın ısıtıcı ile ısıtılması sağlandı. -Hastanın analjezik tedavi saati düzenlenerek hastanın uyku sırasında ağrı düzeyinin azaltılması sağlandı. -Hastaya tedavisi ve yapılan işlemler ile ilgili bilgi verilerek, yalnız olmadığı açıklanarak korku düzeyi azaltıldı.	-Hastanın yeterli uyuması sağlandı.
Beslenmede dengesizlik: Gereksinimden az beslenme	-Solunum güçlüğü -Nazogatrik tüpten mide içeriğinin gelmesi nedeniyle oral alımının kısıtlı olması -Endotrakeal entübasyon riski ve kusma nedeniyle oral alımın kısıtlanması	-Hastanın yeterli ve dengeli beslenmesini sağlamak	-Hastaya nazogastrik tüp takılarak mide içeriği drenaja alındı. -Diyetisyen ile iş birliği yapılarak gereksinim duyduğu kalori miktarına uygun parenteral olarak beslenmesi sağlandı. -Yatak başı 45 derece yükseltilerek kusma	-Hastanın gereksinim duyduğu kalori miktarına uygun parenteral olarak beslenmesi sağlandı. -Hipoglisemi önlendi.

			sırasında aspirasyon riski önlendi. -Aralıklı olarak tolerasyon kontrolü yapıldı. -Hastanın beslenme desteği parenteral olarak sağlandı. -Hipoglisemi riskine karşı iki saat aralıkla kan glikozu takibi yapıldı.	

3.TARTIŞMA

Bu olgu sunumunda akciğer kanseri tanısıyla yoğun bakım kliniğinde takip ve tedavisi yapılan hastanın Roper, Logan ve Tierney'in Günlük Yaşam Aktiviteleri Modeli ve NANDA hemşirelik tanıları kullanılarak bakım planı hazırlanmıştır. Günlük Yaşam Aktiviteleri Modeli doğrultusunda değerlendirilen hastada; düşme riski, enfeksiyon riski, sıvı elektrolit dengesizliği riski, doku bütünlüğünde bozulma, öz bakım eksikliği, sıvı volüm fazlalığı, oral mukoz membranda bozulma, barsak boşaltımında değişim: diyare, etkisiz solunum örüntüsü, beden imgesinde rahatsızlık, ağrı, uyku örüntüsünde bozulma, beslenmede dengesizlik gereksinimden az beslenme hemşirelik tanıları konularak belirlenen hedefler göz önüne alınarak hastanın gereksinimlerine uygun hemşirelik bakım planı oluşturulmuştur. Erol ve Öner tarafından Yaşam Aktiviteleri Modeli'ne göre Akciğer kanseri tanılı hastanın değerlendirildiği çalışmada yapılan bakım uygulamaları ile hastanın yaşam kalitesinin yükseldiği, ağrısının ve konforunun olumlu şekilde etkilendiği belirlenmiştir (Erol & Öner, 2023). Urgancı ve Topbaş tarafından akciğer kanseri tanılı olgunun değerlendirildiği çalışmada Gordon'unun Fonksiyonel Sağlık Örüntüleri Modeli'ne göre NANDA hemşirelik tanıları doğrultusunda uygulanan hemşirelik bakımı ile bireye özgü hemşirelik bakımının verildiği ve sağlık sorunlarının giderilmesinde iyileşme sağladığı görülmüştür (Urgancı & Topbaş, 2023).

Hemşirelik süreci sağlıklı hasta bireyin sağlık bakım gereksinimlerini tanımlanması ve bireye özgü bakım verilmesinde kullanılan sistematik bir yöntemdir. Sağlıklı ya da hasta bireyin ve ailenin bakım gereksinimlerinin belirlenmesi, gerekli girişimlerin planlanması, uygulanması, sonucun değerlendirilmesi gibi aşamalardan oluşan sistemli bir yaklaşımdır ve hemşirelik uygulamalarının temelini oluşturmaktadır. Hemşirelik tanıları hemşirenin bağımsız olarak uygun hemşirelik yaklaşımları ile önlemek, hafifletmek ya da çözümlemek için ele almaya yetkili olduğu birey/aile/grupların var olan ya da potansiyel sağlık problemleridir. Hemşirelik tanısı, hemşirelik sürecinin ikinci aşamasını oluşturur ve bakım planının başarısında son derece önemlidir (Yücel & Sayılan, 2023; Erol & Öner, 2023; Basit, 2020).

Akciğer kanseri çoğunlukla geç tanı konulan ve tanı sırasında uzak metastaz ile karşımıza çıkan bir kanser çeşididir. Akciğer kanserinde beyin metastazının olduğu hastalarda ağrı, bilinç bozukluğu ve denge bozukluğu gibi semptomlar yaşam kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Solunum paterninde değişim (dispne, wheezing), ağrı ve halsizlik akciğer kanseri tanılı hastalarda en fazla görülen şikayetler arasındadır. Hastalık nedeniyle ortaya çıkan sorunların yönetiminde hemşirelik bakımının amacı; sorunların kontrol alınmasını ve yaşam kalitesinin artmasını sağlamaktır (Kızılırmak ve ark., 2021). Kanser teşhisi konulduktan sonra zaman içinde hastaların yaşam kalitesinin fiziksel ve ruhsal bakımdan azaldığı görülmektedir. Budak ve tarafından yapılan çalışmada akciğer kanseri tanılı hastalarda yaşam kalitesini en çok etkileyen semptomun dispne olduğu ve akciğer kanseri tanılı hastaların yorgunluk düzeylerinin ve fiziksel aktivite düzeyindeki azalmanın meme kanseri ve kolon kanseri hastalarına göre daha fazla olduğu belirlendi (Usgu & Özbudak, 2022).

Ağrı; hastalığın yerleşimine ve metastaz yapması sonucunda hastalar tarafından sık ifade edilen sorunlardan birisidir. Ağrısı olan hastanın gereksinimine göre ağrı değerlendirilmesi yapılmalıdır. Hekimin önerdiği analjezikler uygulanmalı ve analjeziklerin neden olabileceği yan etkiler konusunda hastaya bilgi verilmelidir. Hastaya ağrı ile baş etmede kullanılan farmakolojik olmayan baş etme yöntemleri öğretilmeli ve bu yöntemlerin etkili kullanımı sağlanmalıdır (Can, 2014).

Olgumuzda ağrı; belirlenen hemşirelik tanılarından biridir. Uygulanan hemşirelik girişimleri ile hastanın ağrı düzeyinde azalma olduğu görüldü.
Vücut gereksinimlerinden az beslenme akciğer kanseri hastalarında hastalık, bulantı-kusma, iştahsızlık veya uygulanan tedavinin yan etkisi olarak meydana gelebilmektedir. Kilo kaybı hastanın gereksinimden az beslendiğinin en önemli göstergesidir. Hemşire hastanın yeterli beslenmesini sağlayacak girişimler ile ilgili hastayı bilgilendirmeli, hekim tarafından istenilen tedaviyi uygulamalı ve tedavinin etkinliğini değerlendirmelidir (Can, 2014). Dünyada ve ülkemizde önemli ve yaygın bir sağlık sorunu olarak karşımıza çıkan basınç yaralanması kanser hastalarında sık görülmekte ve ciddi mortalite ve morbiditeye sebep olmaktadır. Basınca bağlı doku iskemi nedeniyle oluşan basınç yaralanmasının oluşumunda çeşitli iç ve dış faktörler etkili olmaktadır. Önlenebilir bir sağlık sorunu olan basınç yaralanması hastanın yaşam kalitesini olumsuz şekilde etkilemekte hastalarda ağrı, yatış süresinin uzaması ve komplikasyonlara sağlık bakım hizmetlerinde ise yüksek tedavi ve bakım maliyetlerine neden olmaktadır. Yetersiz beslenme basınç yaralanması risk faktörleri arasındadır ve yara iyileşmesinde gecikmeye yol açmaktadır. Hastalarda basınç yaralanmasını önlemek ve yara iyileşmesini sağlamak için yeterli besin alımı gereklidir (Yankın & Yıldırım, 2024; Tezcan & Karabacak, 2021). Olgumuzda beslenmede dengesizlik: gereksinimden az beslenme ve doku bütünlüğünde bozulma belirlenen hemşirelik tanıları arasındadır. Uygulanan hemşirelik girişimleri ile hastanın gereksinim duyduğu kalori miktarına uygun olarak beslenmesi ve basınç yaralanmasında iyileşme sağlandı.
Kanser hastaları hastalık ve uygulanan tedavi nedeniyle öz bakımlarını gerçekleştirirken güçlük yaşamaktadır. Kanser hastalarına eğitim verilmesi ile hastaların öz bakımlarını daha iyi gerçekleştirmeleri ve yaşam kalitelerinin artması sağlanmaktadır (Yavuz & Gürsoy, 2021). Olgumuzda öz bakım eksikliği; belirlenen hemşirelik tanılarından biridir. Uygulanan hemşirelik girişimleri ile hastanın öz bakım eksikliği giderildi.
Yoğun bakımda tedavi olan hastaların içinde bulundukları ortam ve şartlar sebebiyle uyku düzenleri olumsuz etkilenmektedir ve uyku sorunları sık görülmektedir. Hasta bireyler için yoğun bakım ünitesinde yatmak stres kaynağı olmaktadır ve hastalarda uykusuzluğa neden olan birçok faktör vardır. Ağrı, rahat olmayan pozisyon, ışıklandırma, çevresel gürültü, hemşirelik girişimleri, invaziv girişimler, takılan kateter, bakım aktiviteleri ve hipotermi yoğun bakım hastalarında uykusuzluğa neden olan etmenler arasındadır. Hemşireler tarafından hastalarda uyku sorunlarına yol açan sorunların belirlenmesi ve bu sorunların çözümüne yönelik girişimlerin uygulanması hastanın iyileşme sürecinde yarar sağlamaktadır (Koçak & Arslan, 2020; Erol & Enç, 2009). Olgumuzda uyku örüntüsünde bozulma belirlenen hemşirelik tanıları arasında yer almaktadır ve uygulanan hemşirelik girişimleri ile hastanın yeterli uyuması sağlanarak uyku örüntüsünde bozulma giderildi.

4.SONUÇ VE ÖNERİLER

Hemşirelik bakım modelleri bireylere sunulan hemşirelik bakımının kontrollü, sistematik, etkili ve sürekli olmasını sağlayarak sağlık bakım profesyonelleri arasında ortak bir dil oluşmasına imkân tanımaktadır. Hemşireler tarafından kanıta dayalı bir şekilde profesyonel olarak bakım verilmesini desteklemektedir. Hemşirelerin hasta bakımını planlanmada kullandıkları modellerden biri olan Yaşam aktivitelerine temelli hemşirelik Modeli sağlıklı/hasta bireyin çevresi ile bir bütün olarak ele alınmasını sağlayarak holistik bir yaklaşımla bakım verilmesine fırsat sağlamaktadır (Altun & Şahin, 2021).
Bu çalışmada akciğer kanseri tanılı hastalara etkili bir hemşirelik bakımı sunabilmek için sistemli ve etkili bir yaklaşım sağlayan Yaşam Aktivitelerine Modeli doğrultusunda NANDA tanıları belirlenerek hemşirelik bakımı uygulanmıştır. Çalışmamız sonucunda elde edilen sonuçlara göre akciğer kanseri tanısı olan bireylerin hemşirelik bakımında Yaşam Aktiviteleri Modeli' ne göre belirlenen NANDA tanıları doğrultusunda etkili bir hemşirelik bakımı verilmiş olup hastanın takip ve tedavisi halen devam etmektedir. Elde edilen sonuçlar göre yoğun bakım kliniğinde takip ve tedavisi yapılan hastaların gereksinimlerinin belirlenmesi ve giderilmesi amacıyla sunulan hemşirelik bakımında Yaşam Aktiviteleri Modeli' nin kullanılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Altun, E., & Şahin, S. (2021). Gebelik ve doğum sonu dönemde preeklampsi yaşayan hastanın Yaşam Aktiviteleri Modeli' ne göre hemşirelik bakımı: olgu sunumu. *Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi,* 3(1), p.53-60. DOI: 10.48071/sbuhemsirelik.84034.

Basit, G. (2020). Bakımın rehberi: hemşirelik süreci. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Genel Sağlık Bilimleri Dergisi,* 2(2), p.77-90. Erişim tarihi: Eylül 01, 2025, https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1065951.

Can, G. (2014). Onkoloji hemşireliği. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, p.609-617. Erişim tarihi: Eylül 02, 2025, https://www.researchgate.net/profile/Gulbeyaz-Can/publication/320259238_Onkoloji_Hemsireligi/links/59d7fc040f7e9b12b3612aa0/Onkoloji-Hemsireligi.pdf.

Erboycu, A.E. (2020). Akciğer kanserinde epidemiyoloji ve risk faktörleri. *Türkiye Klinikleri*, 13(2), p.1-5. Erişim tarihi: Eylül 4, 2025, https://www.researchgate.net/profile/Ahmet-Erbaycu/publication/346786670_Akciger_kanserinde_epidemiyoloji_ve_risk_faktorleri/links/5fd0aaab45851568d14da204/Akciger-kanserinde-epidemiyoloji-ve-risk-faktoerleri.pdf.

Erol, A., & Öner, U. (2023). Yaşam Aktiviteleri Modeli' ne göre akciğer kanseri tanılı hastanın palyatif bakımı: olgu sunumu. *Perspectives in Palliative & Home Care*, 2(1), p.34-46. DOI: 10.29228/pphcjournal.69013.

Erol, Ö., & Enç, N. (2009). Yoğun bakım alan hastaların uyku sorunları ve hemşirelik girişimleri. *Turkiye Klinikleri Journal of Nursing Sciences*, 1(1), p.24-31. Erişim tarihi: Eylül 01, 2025, https://www.turkiyeklinikleri.com/article/en-yogun-bakim-alan-hastalarin-uyku-sorunlari-ve-hemsirelikgirisimleri-53422.html.

Kızılırmak, D., Göktalay, T., Gültekin, Ö., Havlucu, Y., & Çelik P. (2021). Akciğer kanserinin ve kemoterapinin uyku ve yaşam kalitesi üzerine etkisi. *İzmir Göğüs Hastanesi Dergisi*, 35(2), p.82-90. DOI:10.5222/IGH.2021.55265.

Koçak, A.T, & Arslan, S. (2020). Yoğun bakımda uyku yoksunluğuna bir çözüm: Uyku bandı ve kulaklık. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 23(2), p.298-303. Erişim tarihi: Eylül 01, 2025, https://doi.org/10.17049/ataunihem.455023.

Tezcan, B., & Karabacak, B.G. (2021). Basınç yaralanmalarının önlenmesinde daha iyi sonuçlara doğru: Kanıta dayalı uygulamalar. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi,* 10(1), p.49-54. Erişim tarihi: Ağustos 28, 2025, https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1170653.

Urgancı, D.B., & Topbaş, E. (2023). Akciğer kanseri tanılı olan hastaya fonksiyonel sağlık örüntülerine göre verilen hemşirelik bakımı: olgu sunumu. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi,* 8(2), p.867-872. Erişim tarihi: Ağustos 22, 2025, https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1570326.pdf.

Usgu, S., & Özbudak, Ö. (2022). Farklı kanser türüne sahip bireyler ile bakım verenlerinde fiziksel aktivite, yorgunluk düzeyi ve yaşam kalitesinin incelenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Top Fakültesi Dergisi*, 17(2), p.123-133. DOI: 10.17517/ksutfd.939552.

Yankın, S., & Yıldırım, N. (2024). Basınç yaralanmasının önlenmesinde hemşirenin rolü. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 9(1), p.1-11. DOI: 10.52881/gsbdergi.1315223.

Yavuz, M.E., & Gürsoy, A. (2021). Kanser olan hastalara verilen eğitimin öz bakıma etkisi. *Ordu Üniversitesi Hemşirelik Çalışmaları Dergisi*, 4(2), p.273-279. Erişim tarihi: Eylül 01, 2025, https://doi.org/10.38108/ouhcd.854795.

Yücel, İ., & Sayılan, A.A. (2023). Kronik böbrek yetmezliği tanısı ve bası yarası olan bireyin Günlük Yaşam Aktiviteleri Modeli'ne göre değerlendirilmesi. *Aydın Sağlık Dergisi*, 9(1), p.11-12. DOI: 10.17932/IAU.ASD.2015.007/asd_v09i1006.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

A REVIEW OF STUDIİES ON THE USE OF THE REBOZO TECHNIQUE DURING LABOR

Aylin TURAN
Adıyaman University, Institute of Health Sciences, Department of Midwifery, Adıyaman – Türkiye
ORCID:ID/ 0000-0002-8367-0063

Doç. Dr. Semiha AYDIN ÖZKAN
Adıyaman University, Faculty of Health Sciences, Department of Midwifery, Adıyaman – Türkiye
ORCID: 0000-0003-4538-0396

ABSTRACT
Childbirth is a significant and transformative process in a woman's life, encompassing both physiological and psychological dimensions. Pain, stress, fear, and uncertainty experienced during this process can adversely affect the natural progression of labor. Therefore, in managing labor, the use of not only pharmacological methods but also safe and effective non-pharmacological techniques is gaining increasing importance. In recent years, the *Rebozo* technique a traditional, non-invasive method has garnered attention due to its various physiological and psychological benefits during labor. This technique aims to support muscle relaxation, pain relief, correction of fetal malposition, and progression of labor through rhythmic movements applied to the pelvic area. It has been reported that the practice yields positive effects on both the mother and the fetus, contributes to the physiological flow of labor, and enhances the overall birth experience.
In this study, nine scientific research articles evaluating the effects of the *Rebozo* technique during labor were systematically reviewed using databases such as PubMed, Google Scholar, and the National Thesis Center (YÖKTEZ). The findings suggest that the *Rebozo* technique contributes to shortening the duration of the first stage of labor, reducing pain levels, correcting fetal malposition, facilitating a more comfortable birth experience, and increasing maternal participation in the labor process. The reviewed studies emphasize the active role of midwives, highlighting that those with adequate knowledge and experience in the technique provide meaningful support during labor.
In conclusion, the use of the *Rebozo* technique during childbirth emerges as an effective and reliable option for both managing labor duration and alleviating pain. The findings reviewed in this study demonstrate that integrating this technique into obstetric practice particularly through midwives promotes a respectful approach to the physiological process of birth and responds sensitively to the needs of birthing women. Although further high-quality randomized controlled trials (RCTs) are needed, current literature strongly supports the applicability of the *Rebozo* technique during labor.
Keywords: Labor, *Rebozo* technique, Pain management in childbirth

DOĞUM EYLEMİNDE REBOZO TEKNİĞİNİN KULLANIMINA İLİŞKİN YAPILAN ÇALIŞMALARIN İNCELENMESİ

ÖZET
Doğum eylemi, kadın yaşamında hem fizyolojik hem de psikolojik boyutlarıyla önemli ve dönüştürücü bir süreçtir. Bu süreçte yaşanan ağrı, stres, korku ve belirsizlik, doğumun doğal ilerleyişini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu nedenle doğum sürecinin yönetiminde, yalnızca farmakolojik değil, güvenli ve etkili non-farmakolojik yöntemlerin kullanımı giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Son yıllarda geleneksel kökenli *non-invaziv* bir yöntem olan *Rebozo* tekniği, doğum eylemi sırasında sağladığı çeşitli fizyolojik ve psikolojik faydalar nedeniyle dikkat çekmektedir. Bu teknik, pelvis bölgesine uygulanan ritmik hareketlerle kasların gevşemesini, ağrının azalmasını, fetal pozisyonun düzelmesini ve doğumun ilerlemesini desteklemeyi hedeflemektedir.

Uygulamanın hem anne hem de fetüs üzerinde olumlu etkiler yarattığı, doğumun fizyolojik akışına katkı sunduğu, aynı zamanda doğum deneyimini daha olumlu hale getirdiği bildirilmiştir.
Bu çalışmada, doğum eylemi sürecinde *Rebozo* tekniğinin etkilerini değerlendiren 9 bilimsel araştırma PubMed, Google Scholar, YÖKTEZ veri tabanları kullanılarak sistematik biçimde incelenmiştir. Çalışmalar, rebozo tekniğinin doğumun birinci evresindeki sürenin kısalmasına, ağrı düzeyinin azalmasına, fetal malpozisyonun düzeltilmesine yardımcı olduğu doğumun daha konforlu deneyimlenmesine ve annenin doğum sürecine aktif katılımının artmasına katkı sağladığını göstermektedir. Bu çalışmalarda ebelerin aktif biçimde rol aldığı, teknik hakkında bilgi ve deneyimli ebelerin doğum sürecinde destek sağladığı vurgulanmıştır.

INTRODUCTION

Doğum süreci, kadınların yaşamlarında hem biyolojik hem de psikolojik olarak belirleyici etkiler bırakabilen bir dönemdir. Bu süreçte karşılaşılan doğum ağrısı, yalnızca fiziksel değil, aynı zamanda duygusal yönden de kadınları zorlayabilmekte ve doğumun fizyolojik seyrini olumsuz etkileyebilmektedir (Saifuddin, 2013; Indrayani & Djami, 2016). Ağrının yanı sıra gelişen korku ve stres gibi duygusal tepkiler, katekolamin düzeylerinde artışa neden olarak uterin kasılmaları zayıflatmakta ve doğum sürecinin uzamasına yol açabilmektedir (Utami et al., 2019; Waroh & Andarwulan, 2022).Bu doğrultuda doğum sürecinde hem annenin hem de fetüsün sağlığını desteklemeye yönelik non-farmakolojik yöntemlerin kullanımı ön plana çıkmaktadır. Özellikle son yıllarda, geleneksel kökenli ve yan etkisi bulunmayan uygulamalar arasında yer alan Rebozo tekniği dikkat çekmektedir (Iversen et al., 2017; Cohen, 2015). *Rebozo* uygulaması, pelvik bölgeye yapılan yumuşak ve ritmik hareketlerle hem fiziksel gevşeme sağlamakta hem de hormon salınımını destekleyerek doğumun ilerlemesini kolaylaştırmaktadır (Munafiah et al., 2020; Nurpratiwi et al., 2020).
Bu çalışmada, *Rebozo* tekniğine ilişkin yapılmış bilimsel çalışmalar sistematik olarak değerlendirilmiştir. Bulgular, tekniğin doğumun birinci evresinde ağrıyı hafifletme, doğum süresini kısaltma ve annenin genel doğum deneyimini iyileştirme potansiyeli taşıdığını göstermektedir (Widiatirlupi, 2023; Farida et al., 2024; Aritonang et al., 2023). Ayrıca bazı araştırmalarda, *Rebozo*'nun fetal pozisyonu düzeltmeye yardımcı olduğu ve pelvik açıklığın artmasına katkı sunduğu belirtilmiştir (Fumagalli et al., 2024).
Bununla birlikte, *Rebozo* tekniğinin uygulama koşulları, standardizasyonu ve klinik protokollerdeki yeri henüz netleşmemiştir. Bu bağlamda, mevcut bilimsel verilerin sistematik biçimde bir araya getirilmesi, doğum eylemi yönetimi konusunda sağlık profesyonellerine rehberlik edebilecek bilgi birikimini oluşturmak açısından önem arz etmektedir. Bu derleme çalışması, *Rebozo* tekniğine ilişkin bilimsel bilgilerin derlenerek literatürdeki boşluklara ışık tutmayı ve ileride yapılacak çalışmalara zemin hazırlamayı hedeflemektedir.

Doğum Eylemi

Doğum eylemi kasılmaların şiddet ve sıklığının artmasıyla birlikte servikste incelme (efasman) ve genişleme (dilatasyon) meydana gelmesi sonucunda, fetüs ve onunla birlikte gelen yapıların doğum kanalından rahim dışına geçmesi sürecidir.(Aktaş, Derya & Toker, 2022, s. 828).Aynı zamanda doğum fizyolojik olarak üç ana evreden oluşan, dinamik ve kompleks bir süreçtir. Birinci evre, rahim ağzının tam olarak açılmasına kadar geçen süredir ve bu evre kendi içinde latent (gizli), aktif ve geçiş (transisyon) fazlarına ayrılır (Cunningham et al., 2022). Latent faz, rahim ağzının 0-4 cm arasında açıldığı, düzenli ancak genellikle hafif seyreden kasılmaların başladığı evredir. Bu dönemde servikal silinme (incelme) belirgindir ve doğumun başladığına dair ilk belirtiler gözlenir (Lothian, 2014). Aktif faz, rahim ağzı açıklığının 4-7 cm arasında olduğu, kasılmaların sıklığının ve şiddetinin arttığı fazdır; doğumun hızlandığı ve kadının daha yoğun desteğe ihtiyaç duyduğu dönemdir (American College of Obstetricians and Gynecologists [ACOG], 2017). Geçiş fazı ise rahim ağzının 8-10 cm açıldığı, doğumun en yoğun ve zorlu evresidir; annede fiziksel ve duygusal zorlanmalar daha görünür hale gelir (Simkin & Ancheta, 2017).

Rebozo'nun doğumun evreleriyle entegrasyonu, doğum süresini kısaltmaya, ağrıyı hafifletmeye ve doğumun ilerlemesini kolaylaştırmaya yardımcı olabilir. Ayrıca, doğum sürecinde kadının bedenini ve doğum alanını sahiplenmesini teşvik ederek, psikolojik olarak da güçlendirici bir etki yaratır (Rooks, 2012). Dolayısıyla *Rebozo* yöntemi, doğumun fizyolojik süreciyle uyumlu, kültürel temelli ve etkili bir destek aracı olarak doğum pratiğinde giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Rebozo Tekniği

Rebozo, Meksika kültürüne ait geleneksel bir dokuma kumaştır ve genellikle 2–3 metre uzunluğunda olur. Tarihsel olarak kadınların gündelik yaşamda bebek taşıma veya yük taşıma amacıyla kullandıkları bu kumaş, son yıllarda doğum destek teknikleri arasında yerini almıştır (Farag & Ibrahim, 2024). *Rebozo* tekniği, doğum süreci ve doğum sonrası dönemde kadınlara hem fiziksel destek hem de gevşeme sağlaması ile de non-farmokolojik, tamamlayıcı bir uygulamadır. Doğum sürecinde ebeler tarafından kullanılan bu teknik, ağrıyı azaltmak ve bebeğin doğru pozisyonda ilerlemesini kolaylaştırmak için tasarlanmıştır (Tandoğan & Oskay, 2024). Pelvik bölgenin rahatlatılması sayesinde maternal konforun artırılması ve fetüsün optimal pozisyonunun desteklenmesi gibi çeşitli faydalar sunmaktadır (Simkin, 2016; Garcia, 2014).

Rebozo'nun doğumdaki uygulama amaçları arasında:

- Bebeğin pozisyonunu düzeltmek (optimal fetal positioning),
- Doğumu kolaylaştırmak ve hızlandırmak,
- Kasların gevşemesini sağlamak,
- Anneye duygusal destek sunmak,
- Doğal ağrı kontrolü sağlamak yer almaktadır (Dewi, 2024; Marlina et al., 2025).

Rebozo Tekniğinde Uygulanan Pozisyonlar

1.Sırtüstü pozisyonda rebozo tekniği

Bu teknikte gebe kadın sırtüstü pozisyonda konumlandırılır. *Rebozo* adı verilen uzun kumaş, pelvis ve lomber (bel) bölgeyi kapsayacak şekilde dikkatlice yerleştirilir. Kadının mobilitesinin sınırlı olduğu durumlarda, uygulama sırasında bir sağlık profesyonelinin yardımı gereklidir. Manevraların tüm aşamalarında maternal konfor takip edilmeli, olası ağrı ya da rahatsızlık hissi düzenli olarak değerlendirilmelidir (Simkin, 2016).

- ***Hızlı Çekme (Quick Tug):*** *Rebozo*'nun uçları pelvik bölgede tutulur ve yukarı yönde kısa, ritmik çekme hareketleri uygulanır. Bu teknik, pelvik taban dokularını aktive ederek uterin kasılmalara destek olabilir ve fetal pozisyonlanmayı kolaylaştırabilir.
- ***Sallama (Rocking):*** *Rebozo*, pelvisin iki tarafından kavranarak sağa ve sola ritmik şekilde sallanır. Bu manevra, pelvik gevşemeyi artırarak fetüsün doğum kanalındaki yerleşimini optimize etmeye yardımcı olur.
- ***Diz Atlama (Knee Bounce):*** Gebe, dizlerini bükerek ayak tabanlarını yatağa yerleştirir. Uygulayıcı, dizlerin üzerine avuç içiyle hafif ve tekrarlayan baskılar uygulayarak pelvis bölgesinde mikro düzeyde salınımlar oluşturur. Bu yöntem, fetüsün pelvik kavitede daha serbest hareket etmesini sağlayabilir.

2.Eller ve dizler üzerinde rebozo tekniği

Kadın, dizlerinin üzerine yerleştirilerek elleriyle gövdesini destekleyecek şekilde "eller ve dizler" pozisyonuna alınır. Bu pozisyonda abdominal bölgenin altına konumlandırılan rebozo, kalça kemiklerini de içine alacak şekilde sarılır. Üst gövdeyi desteklemek amacıyla doğum topu, sandalye veya yastık kullanılabilir (Sutton & Scott, 2020).

- ***Rebozo Manevrası:*** *Rebozo*'nun uçları, uygulayıcı tarafından sağ ve sol el ile dönüşümlü olarak nazik ve ritmik şekilde yukarı ve geriye doğru çekilir. Bu salınımlar pelvik bölgenin mobilitesini artırır. Uterin kasılma başladığında manevra geçici olarak durdurulur; sakral bölgeye destek uygulaması yapılır ve kasılma sona erdikten sonra manevraya yeniden başlanır.

3.Çocuk pozisyonunda rebozo tekniği (child's pose)

Kadın, yoga'daki "child's pose" pozisyonuna alınarak diz çökme ve öne eğilme pozisyonuna yerleştirilir. Kalçaların üzerine yerleştirilen *Rebozo*, her iki uçtan kavranarak kontrollü biçimde uygulanır (Lopez & Romero, 2015).

- ***Rebozo Manevrası*:** Kalça üzerine yerleştirilen *Rebozo* ile sağa-sola veya öne-arkaya kısa ve hızlı salınım hareketleri gerçekleştirilir. Bu teknik, uterin gevşemeyi ve fetal yerleşimi destekler. Kasılmalar sırasında uygulama durdurularak sakruma karşı hafif bası uygulanır; ardından uygulamaya devam edilir.

Tablo 1. Rebozo Tekniğinin Doğumda Kullanımına İlişkin Yapılan Çalışmalar

Çalışmanın yazarları	Çalışmanın amacı	Çalışmanın Tipi	Örneklem sayısı	Çalışmanın sonucu
Farida, S. ve ark. 2024	Bu araştırma, *Rebozo* tekniğinin doğumun birinci evresinde uygulandığında doğum ağrısı üzerine olan etkisini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. *Rebozo* uygulamasının, rahim ağzı açıklığı ilerlerken (erken aktif fazda) doğum yapan annelerde ağrı düzeyini azaltıp azaltmadığını belirlemek hedeflenmiştir (Farida ve ark., 2024).	Tek gruplu pretest-posttest tasarım	13 gebe	Çalışma bulgularına göre, *Rebozo* tekniği uygulaması sonrası doğumun birinci evresinde ağrı düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma saptanmıştır (p=0.001). Müdahale öncesinde annelerin büyük bir kısmı şiddetli ağrı bildirirken, uygulama sonrasında ağrı düzeyinin hafif ve orta düzeye gerilediği gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, *Rebozo* tekniğinin doğum ağrısını hafifletmede etkili ve uygulanabilir bir non-farmakolojik yöntem olduğunu ortaya koymaktadır (Farida ve ark., 2024).
Uludağ D.S., Kocatürk A.Y 2024	Araştırmanın temel amacı, *Rebozo* uygulamasının ilk kez doğum yapan kadınlarda doğum esnasındaki ağrı hissi ve doğumun süresi üzerindeki etkilerini incelemektir	Deneysel	60 (30 Rebozo grubu, 30 kontrol grubu)	Çalışmanın bulguları, *Rebozo* yönteminin aktif doğum fazı süresini ve doğumun tamamlanma sürecini anlamlı düzeyde kısalttığını, ayrıca ağrı şiddetini azalttığını ortaya koymuştur. Uygulamanın servikal silinmeyi hızlandırdığı ve fetal başın doğum kanalında daha etkin ilerlemesini sağladığı belirlenmiştir. Bu doğrultuda, *Rebozo* tekniği doğum süresini kısaltmak ve ağrı algısını azaltmak adına etkili ve güvenilir bir yaklaşım olarak değerlendirilmiştir.
Farag, W.K.A. ve ark. 2024	Bu araştırma, doğumun aktif evresinde yer alan primipar gebelerde *Rebozo* tekniğinin uygulamasının, doğum sırasındaki ağrı algısı, anksiyete düzeyi ve genel doğum deneyimi üzerindeki etkilerini değerlendirmek.	Yarı deneysel (kontrollü) çalışma	80 primipar gebe (40 deney, 40 kontrol)	Çalışma bulguları, *Rebozo* tekniği uygulanan gruptaki kadınların, servikal dilatasyonun 4 cm ve 8 cm olduğu zaman dilimlerinde, kontrol grubuna kıyasla daha düşük ağrı ve anksiyete düzeyleri bildirdiğini göstermiştir (p=0.021, p=0.022 ve p=0.036, p=0.003). Ayrıca, *Rebozo* uygulanan grubun %87.5'i doğum deneyimini olumlu olarak değerlendirmiştir. Elde edilen

				veriler, *Rebozo* tekniğinin doğum sürecinde ağrıyı ve anksiyeteyi azaltmada ve doğum memnuniyetini artırmada etkili bir non-farmakolojik yöntem olduğunu ortaya koymaktadır.
Fumagalli ve ark. 2024	Bu çalışma, *Rebozo* tekniği ile Spinning Babies® uygulamalarının doğum sürecinde fetal başın persistan oksiput posterior pozisyonda (POPP) kalma olasılığı üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada, bu girişimlerin POPP insidansını azaltma potansiyeline sahip olup olmadığının değerlendirilmesi hedeflenmiştir.	Karma yöntemle yürütülen retrospektif ve prospektif kohort çalışma	Toplam 2.279 kadın (1500 retrospektif kohort, 779 prospektif kohort)	Çalışma bulgularına göre, *Rebozo* ve ileri düzey maternal pozisyonların uygulandığı prospektif grupta POPP görülme sıklığı anlamlı düzeyde azalmıştır. Özellikle nullipar kadınlarda POPP gelişme riski daha yüksek bulunmuş, bu da paritenin önemli bir belirleyici olduğunu göstermiştir. Elde edilen sonuçlar, bu non-invaziv girişimlerin POPP insidansını azaltmada etkili olabileceğini ve doğum yönetiminde faydalı bir uygulama olabileceğini ortaya koymaktadır.
Saadoon ve ark. 2023	Bu çalışmada, aktif doğum eylemi sırasında uygulanan *Rebozo* tekniklerinin primipar kadınların doğum ağrısı algısı, anksiyete düzeyi ve memnuniyet düzeyleri üzerindeki etkilerini incelemek hedeflenmiştir.	Yarı deneysel	124 primipar gebe (62 müdahale, 62 kontrol)	Araştırma bulgularına göre, doğumun aktif fazında *Rebozo* uygulanan kadınların, ağrı ve anksiyete düzeylerinde 1., 2. ve 3. saatlerde anlamlı bir azalma olduğu belirlenmiştir (p=0.001). Ayrıca, bu grubun memnuniyet düzeylerinin kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak daha yüksek olduğu saptanmıştır.
Widiatirlupi, R. M. V. 2023	*Rebozo* tekniğinin primigravida annelerde doğumun birinci evresinin aktif faz süresi üzerindeki etkisini incelemek .	Ön deneysel, karşılaştırmalı grup tasarımı	32 gebe	*Rebozo* tekniği uygulanan grubun büyük çoğunluğunda doğumun aktif faz süresi 6 saatin altında gerçekleşmiştir. Rebozo uygulanmayan grupta ise sürenin 6 saati aştığı görülmüştür. İstatistiksel analiz sonucunda, Rebozo tekniğinin doğum süresini anlamlı düzeyde kısalttığı belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Tandoğan ve Oskay 2021	*Rebozo* tekniğinin doğum süresince algılanan ağrı düzeyi ile doğum deneyimi üzerindeki etkilerini incelemektir.	Randomize ve kontrollü	37–41. haftaları arasında olan 113 gebe	Çalışma bulguları, *Rebozo* tekniği uygulanan grupta doğumun aktif evresinde ortalama servikal dilatasyonun anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur (6.03 cm'ye karşılık 5.71 cm; P < 0.001). Aynı zamanda, doğumun ikinci evresinde *Rebozo* grubundaki kadınların ortalama süresi kontrol grubuna kıyasla daha kısa bulunmuştur (15.97 dakikaya karşılık 31.58 dakika; P < 0.001). Ağrı düzeyleri açısından da *Rebozo* uygulanan grup, doğumun her üç evresinde daha düşük VAS puanları bildirmiştir. Bununla birlikte, *Rebozo* tekniği uygulanan kadınların doğum deneyiminden elde ettikleri memnuniyetin daha yüksek olduğu ve doğuma ilişkin karar alma süreçlerine daha fazla katılım gösterdikleri tespit edilmiştir.
Damayanti A., Fatimah Y. U. 2021	Bu çalışmada, doğum sürecinde non-farmakolojik bir girişim olan *Rebozo* tekniğinin ağrıyı azaltma ve doğumun ilerlemesine katkı sağlama üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.	Kanıta Dayalı Vaka Sunumu (Evidence-Based Case Report)	1 vaka (Mrs. A)	Müdahale öncesinde gebenin ağrısı şiddetli düzeyde (NRS: 7–10) ölçülmüş; uygulanan *Rebozo* tekniğinden sonra ağrı düzeyinin orta şiddete (NRS: 4–6) gerilediği gözlenmiştir. Uygulamanın ardından doğumun birinci evresi yaklaşık 3 saatte tamamlanmıştır.*Rebozo* uygulamasının doğum ağrısını azaltmada ve doğumun ilerlemesini hızlandırmada etkili olduğu sonucuna varılmıştır.
Iversen, M.L. ve ark. 2017	Danimarkada'ki kadınların doğum esnasında uygulanan *Rebozo* tekniğine dair kişisel deneyimlerini nitel verilerle değerlendirmek ve uygulamanın doğum süreci üzerindeki etkilerini analiz etmek.	Nitel keşifsel tasarım	17 gebe	Katılımcı kadınlar *Rebozo* tekniğini ağrıyı hafifletici, gevşemeyi kolaylaştırıcı ve doğum sürecine aktif katılımı destekleyici bir yöntem olarak değerlendirmiştir. Ayrıca, Rebozo uygulamasının ebe ile kadın arasında iş birliğini güçlendirdiği ve doğum sürecini daha olumlu deneyimlemelerine katkı sağladığı bildirilmiştir.

Yapılan deneysel ve tanımlayıcı çalışmaların yanında 2 tane literatür inceleme makalesi de bulunmaktadır.

Rebozo tekniğine dair iki makale, ağrı yönteminin doğum sürecine etkilerini bütüncül biçimde ortaya koymaktadır. Aritonang ve ark. (2023), *Rebozo*'nun birinci evrede ağrıyı azalttığını, doğum süresini kısalttığını ve özellikle primipar kadınlarda konfor sağladığını belirtmiştir. Teknik, parasempatik sistemi uyararak huzur hissi oluşturmakta ve ağrı yönetiminde destek sunmaktadır. Cohen ve Thomas (2015) ise *Rebozo*'nun fetal malpozisyonu düzeltmede etkili olduğunu, doğum sırasında rahim hizalanmasını kolaylaştırarak müdahale ihtiyacını azalttığını aktarmaktadır. Her iki çalışma da *Rebozo*'nun doğum pratiğine entegre edilebilir, güvenli bir yöntem olduğunu vurgulamaktadır.

DISCUSSION

Yapılan 9 akademik çalışmanın bulgularına göre, *Rebozo* tekniği doğumun birinci evresinde doğum süresini kısaltmakta ve doğum ağrısının şiddetini azaltmaktadır. Özellikle aktif fazda uygulandığında, rahim kasılmaları sırasında pelvik bölgenin ritmik hareketlerle gevşetilmesi sayesinde annenin rahatlaması sağlanmakta, oksitosin ve endorfin salınımı desteklenmektedir. Bu durum doğum sürecinin fizyolojik seyrine olumlu katkı sağlamakta, maternal kaygı düzeyini azaltmakta ve doğumun daha olumlu algılanmasını desteklemektedir. Çalışmaların çoğunda, *Rebozo* uygulanan gruplarda doğum süresinin anlamlı düzeyde azaldığı ve ağrı seviyesinin hafiflediği istatistiksel olarak gösterilmiştir.Ayrıca *Rebozo* tekniğinin, doğum pozisyonlarını destekleyici bir müdahale olarak kullanıldığında, fetal pozisyonun optimal konumlanmasını kolaylaştırdığı, pelvis çapının genişlemesine yardımcı olduğu ve özellikle posterior pozisyondaki fetüslerde rotasyonun desteklenmesini sağladığı bildirilmiştir. Bu bağlamda teknik, yalnızca ağrı yönetimi değil, aynı zamanda doğum eyleminin ilerlemesini kolaylaştırma açısından da önemli bir tamamlayıcı girişim olarak değerlendirilmiştir.

- *Rebozo* tekniğinin doğumun erken evrelerinden itibaren, özellikle aktif faz sırasında kullanılması önerilmektedir.
- Tekniğin uygulanmasının, ebelik hizmetlerinde doğrudan katılımı teşvik ederek doğum destek sürecini güçlendirdiği göz önünde bulundurulmalıdır.
- Doğum öncesi dönemde *Rebozo* tekniğine dair bilgi ve uygulama becerilerinin ebe ve sağlık çalışanlarına kazandırılması adına eğitim programları düzenlenmelidir.
- Klinik uygulamalarda, *Rebozo* tekniğinin güvenli, non-invaziv ve maliyet etkin bir girişim olarak kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.
- Gelecekte yapılacak çalışmalarda farklı doğum ortamlarında, farklı parite gruplarında ve doğum ağrısı ile başa çıkma stratejileri ile birlikte değerlendirilerek, tekniğin etkinliği daha geniş örneklemlerle analiz edilmelidir.

REFERENCES

Aktaş, S., Derya, Y. A., & Toker, E. (Eds.). (2022). A'dan Z'ye Temel Ebelik (1. Cilt). İstanbul Tıp Kitabevi.

American College of Obstetricians and Gynecologists. (2017). Approaches to limit intervention during labor and birth (ACOG Committee Opinion No. 687). Obstetrics & Gynecology, 129(2), e20–e25. https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000001877

Beckmann, C. R., Ling, F. W., Smith, R. P., Barzansky, B. M., Herbert, W. N., & Laube, D. W. (2019). Obstetrics and gynecology (8th ed.). Wolters Kluwer.

Cohen, S. R., & Thomas, C. R. (2015). Rebozo technique for fetal malposition in labor. Journal of Midwifery & Women's Health, 60(4), 445–451. https://doi.org/10.1111/jmwh.12352

Cunningham, F. G., Leveno, K. J., Bloom, S. L., Dashe, J. S., Hoffman, B. L., Casey, B. M., & Spong, C. Y. (2022). Williams obstetrics (26th ed.). McGraw-Hill Education.

Damayanti, A., & Fatimah, Y. U. (2021, December). The effect of rebozo technique to reducing pain and progress maternity. In International Conference On Interprofessional Health Collaboration And Community Empowerment (Vol. 3, No. 1, pp. 208-210).

Dewi, R. A. (2024). The effect of Rebozo technique on reducing labor pain. Jurnal Kesehatan Siliwangi, 13(1), 45–51. https://jurnal.polkesban.ac.id/index.php/jks/article/view/2416

Farag, W. K. A., Ibrahim, H. I., & Alam, T. H. M. (2024). Effect of Rebozo Techniques on Pain Intensity, Anxiety and birth experience among Primiparous Women during the Active Phase of Labor. Menoufia Nursing Journal, 9(4), 281-300.

Farida, S., Ismail, N. I., & Asri, N. K. H. (2024). Give Birth Without Pain With The Rebozo Technique.

Fumagalli, S., Antolini, L., Nespoli, A., Panzeri, M., Terenghi, T., Ferrini, S., ... & Ornaghi, S. (2024). Rebozo and advanced maternal postures: A promising set of intrapartum interventions to reduce persistent occiput posterior position of the fetal head. European Journal of Midwifery, 8, 10-18332.

Garcia, J. (2014). Maternal positions and comfort techniques during labor. Birth and Midwifery Press.

Iversen, M. L., Midtgaard, J., Ekelin, M., & Hegaard, H. K. (2017). Danish women's experiences of the rebozo technique during labour: A qualitative explorative study. Sexual & Reproductive Healthcare, 11, 79–85. https://doi.org/10.1016/j.srhc.2016.10.005

Lopez, B., & Romero, M. (2015). Rebozo techniques for optimal fetal positioning. Midwives International Journal, 32(4), 45–52.

Lothian, J. A. (2014). Promoting physiologic birth. Journal of Perinatal Education, 23(1), 41–45. https://doi.org/10.1891/1058-1243.23.1.41

Mahmoud Mahmoud Saadoon, O. H., & Fouad Mohammed, S. (2023). Effect of Applying Rebozo Techniques on Pain Intensity and Anxiety among Primiparous Women during the Active Phase of Labor. Egyptian Journal of Health Care, 14(2), 476-486.

Marlina, L., Daryanti, E., & Rahmawati, A. (2025). Effectiveness of counterpressure massage and Rebozo technique on reducing pain in the first stage of labor. Healthcare Nursing Journal, 5(1), 33–40. https://journal.umtas.ac.id/healtcare/article/view/5596

Munafiah, N., Nurpratiwi, T., & Fitria, R. (2020). The effect of rebozo technique on reducing labor pain. Jurnal Ilmiah Kebidanan, 8(2), 93–98.

Nurpratiwi, T., Munafiah, N., & Fitria, R. (2020). The effectiveness of Rebozo technique in the first stage of labor. Jurnal Ilmiah Kebidanan, 8(2), 93–98.

Rina, A. T. (2023). Efektivitas Rebozo Terhadap Penurunan Nyeri Pada Persalinan Kala I. JURNAL ILMIAH OBSGIN, 15, 808-811.

Rooks, J. P. (2012). Evidence-based practice and the re-emergence of midwifery. Journal of Midwifery & Women's Health, 57(3), 234–240. https://doi.org/10.1111/j.1542-2011.2012.00184.x

Saifuddin, A. B. (2013). Buku Panduan Praktis Pelayanan Kesehatan Maternal dan Neonatal. Yayasan Bina Pustaka Sarwono Prawirohardjo.

Saudia, B. E. P., & Wahyuni, I. G. A. P. S. (2024). The effect of the Rebozo (OLeS) technique on low back pain of pregnant women. Jurnal Keperawatan Terpadu, 14(3), 70–76. http://jkt.poltekkes-mataram.ac.id/index.php/home/article/view/575.

Simkin, P. (2016). Comfort in labor: How you can help yourself to a normal satisfying childbirth. ICEA Publications.

Simkin, P., & Ancheta, R. (2017). The labor progress handbook: Early interventions to prevent and treat dystocia (4th ed.). Wiley-Blackwell.

Simkin, P., & Bolding, A. (2004). Update on nonpharmacologic approaches to relieve labor pain and prevent suffering. Journal of Midwifery & Women's Health, 49(6), 489–504. https://doi.org/10.1016/j.jmwh.2004.07.007

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

DESIGN AND ACOUSTIC PERFORMANCE ANALYSIS OF FUNCTIONALLY GRADED PANELS PRODUCED BY ADDITIVE MANUFACTURING

Nihal YUMAK
Afyon Kocatepe University, Department of Mechanical Engineering, Afyon, Turkey
ORCID: 0000-0003-4492-7142

Tayyib Can BAHADIR
Afyon Kocatepe University, Department of Mechanical Engineering, Afyon, Turkey
ORCID: 0009-0008-1541-8414

ABSTRACT
In this study, panels with and without porosity, featuring varying hole diameters, were designed for use in sound insulation applications via additive manufacturing method. Test specimens were obtained by combining three individual panels, each with a thickness of 15 mm and a diameter of 99 mm. Initially, samples with a constant hole diameter across all three panels were designed. Subsequently, gyroid porous structures with 30% and 60% infill ratios were added to these, thereby increasing the total number of samples to three. This group was utilized as the control samples throughout the study. In the second group, samples were designed with a 15% reduction in hole diameter in each subsequent panel. Furthermore, these samples were modified through the incorporation of gyroid porous structures, with infill ratios of 30% and 60%, respectively. Finally, a further sample was fabricated in which the hole diameter was reduced by 50% across the panels, but no functional grading or porous structure was applied. Consequently, a total of 7 distinct test specimens were prepared. The sound absorption coefficients of the samples were determined using an impedance tube located in the acoustics laboratory of Dokuz Eylul University, Department of Mechanical Engineering, within the frequency range of 100–1000 Hz. In the group exhibiting constant hole diameter, the sample containing a porous structure with a 60% infill ratio demonstrated the optimal acoustic performance. A decline in the infill ratio resulted in a reduction in acoustic performance. In the non-porous sample group, the sample with a 50% reduced hole diameter exhibited the highest sound absorption performance. The samples exhibiting a constant hole diameter, as well as those with a 15% reduction per panel, demonstrated acoustic performance that was similarly deficient. Consequently, this study identified three key factors affecting acoustic performance: the presence of porous structures, the infill ratio of these porous structures, and the diameter of the holes**.**
Keywords: : Additive manufacturing, impedance tube, Acoustic absorption coefficient, porous material, PLA (Polylactic Acid)

FONKSİYONEL DERECELENDİRİLMİŞ PANELLERİN EKLEMELİ İMALAT YÖNTEMİYLE TASARIMI VE AKUSTİK DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ

ÖZET
Bu çalışmada, eklemeli imalat yöntemiyle fonksiyonel olarak derecelendirilmiş gözenekli ve gözeneksiz değişen delik çaplarına sahip paneller ses yalıtımında kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Her biri 15 mm kalınlığında ve 99mm çapındaki 3 panelin bir araya getirilmesiyle ise test numuneleri elde edilmiştir. İlk olarak panel üzerindeki delik boyutunun paneller boyunca sabit kaldığı numuneler tasarlanmıştır. Ardından bunlara %30 ve %60 doluluk oranına sahip gyroid gözenekler eklenerek numune sayısı 3'e çıkarılmış ve bu grup çalışma boyunca kıyas numunesi olarak kullanılmıştır. Bir diğer grupta ise her bir paneldeki delik çapının %15 azaldığı delik boyutuna göre derecelendirilmiş numuneler tasarlanmıştır. Ardından bu numunelere %30 ve %60 doluluk oranına sahip gyroid gözenekler eklenmiştir. Son olarak ise panellerdeki delik çaplarının %50 oranında azaltıldığı fakat herhangi bir fonksiyonel derecelendirme veya gözenek eklemesinin yapılmadığı bir numune daha üretilmiş ve böylece toplamda 7 farklı numune elde edilmiştir.

Test numunelerinin ses yutma katsayıları, Dokuz Eylül Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümü akustik laboratuvarında bulunan empedans tüpü vasıtasıyla 100-1000 Hz arasındaki frekans değerlerinde uygulanarak tespit edilmiştir. Delik boyutunun sabit kaldığı numune grubunda %60 doluluk oranına sahip gözenek içeren numunenin en iyi akustik performansa sahip olduğu görülmüştür. Doluluk oranının azalması ise akustik performansı düşürmüştür. Gözeneksiz numune gruplarında ise delik çapının %50 küçültüldüğü numune en iyi akustik performansı göstermiştir. Paneller boyunca sabit delik çapına sahip ve her bir panelde delik çapının %15 oranında azaldığı gözeneksiz numunelerde ise birbirine yakın ve oldukça düşük bir akustik performans elde edilmiştir. Böylece çalışmada, gözenekli yapıların, gözenekli yapıların doluluk oranının ve delik çapının akustik performansı etkileyen üç ana unsur olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Katmanlı imalat, empedans tüpü, akustik soğurma katsayısı, gözenekli malzeme, PLA (Polilaktik Asit)

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

FABRICATION OF FUNCTIONALLY GRADED CARDIAC PATCHES USING ELECTROSPINNING AND 3D PRINTING METHODS: CURRENT APPROACHES AND FUTURE PERSPECTIVES

Nihal YUMAK
Afyon Kocatepe University, Department of Mechanical Engineering, Afyon, Turkey
ORCID: 0000-0003-4492-7142

ABSTRACT
Cardiovascular diseases are one of the leading causes of death worldwide, and the need for cardiac patches for treatment is increasing due to the limited regenerative capacity of heart tissue. Traditional manufacturing methods are inadequate due to the complex architecture of the heart muscle and the need for patient-focused implants; this increases the importance of advanced manufacturing technologies such as additive manufacturing. Recent studies have shown that combining micro/nanofibrous structures obtained through electrospinning with 3D-printed porous scaffolds increases the mechanical strength of cardiac patches, facilitates cellular adhesion, and accelerates cell proliferation in vitro. Patches with functionally graded porous structures produced by this method can be designed to be both biocompatible and compatible with the dynamic structure of the heart, which constantly contracts and relaxes. In particular, supporting cell adhesion with small pores on the inner surface and elastic deformation with large pores on the outer surface strengthens the integration of implants into the cardiac muscle. The literature indicates that electrospinning and 3D printing techniques have been successfully applied separately to cardiovascular implants, but studies using these two methods in combination are quite limited. This deficiency reveals a significant research gap for the development of functionally graded cardiac patches. Future studies, supported by in vivo testing, are expected to accelerate the transition to clinical applications.
Keywords: Cardiac patches, additive manufacturing, electrospinning, functional grading, biomedical implants, in vitro

FONKSIYONEL OLARAK DERECELENDIRILMIŞ KARDIYAK YAMALARIN ELEKTRO-EĞIRME VE 3B BASKI YÖNTEMLERI ILE ÜRETIMI: GÜNCEL YAKLAŞIMLAR VE GELECEK PERSPEKTIFLERI

ÖZET
Bu çalışmada, eklemeli imalat yöntemiyle fonksiyonel olarak derecelendirilmiş gözenekli ve gözeneksiz değişen delik çaplarına sahip paneller ses yalıtımında kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Her biri 15 mm kalınlığında ve 99mm çapındaki 3 panelin bir araya getirilmesiyle ise test numuneleri elde edilmiştir. İlk olarak panel üzerindeki delik boyutunun paneller boyunca sabit kaldığı numuneler tasarlanmıştır. Ardından bunlara %30 ve %60 doluluk oranına sahip gyroid gözenekler eklenerek numune sayısı 3'e çıkarılmış ve bu grup çalışma boyunca kıyas numunesi olarak kullanılmıştır. Bir diğer grupta ise her bir paneldeki delik çapının %15 azaldığı delik boyutuna göre derecelendirilmiş numuneler tasarlanmıştır. Ardından bu numunelere %30 ve %60 doluluk oranına sahip gyroid gözenekler eklenmiştir. Son olarak ise panellerdeki delik çaplarının %50 oranında azaltıldığı fakat herhangi bir fonksiyonel derecelendirme veya gözenek eklemesinin yapılmadığı bir numune daha üretilmiş ve böylece toplamda 7 farklı numune elde edilmiştir. Test numunelerinin ses yutma katsayıları, Dokuz Eylül Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümü akustik laboratuvarında bulunan empedans tüpü vasıtasıyla 100-1000 Hz arasındaki frekans değerlerinde uygulanarak tespit edilmiştir. Delik boyutunun sabit kaldığı numune grubunda %60 doluluk oranına sahip gözenek içeren numunenin en iyi akustik performansa sahip olduğu görülmüştür. Doluluk oranının azalması ise akustik performansı düşürmüştür. Gözeneksiz numune gruplarında ise delik çapının %50 küçültüldüğü numune en iyi akustik performansı göstermiştir. Paneller boyunca sabit delik çapına sahip ve her bir panelde delik çapının %15 oranında azaldığı gözeneksiz numunelerde ise birbirine yakın ve oldukça düşük bir akustik performans elde edilmiştir.

Böylece çalışmada, gözenekli yapıların, gözenekli yapıların doluluk oranının ve delik çapının akustik performansı etkileyen üç ana unsur olduğu tespit edilmiştir.
Anahtar kelimeler: Katmanlı imalat, empedans tüpü, akustik soğurma katsayısı, gözenekli malzeme, PLA (Polilaktik Asit)

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

INNOVATIVE POWER GENERATION WITH SOFC-GT AND STIRLING ENGINE INTEGRATION

Abdulrazzak AKROOT
Karabük University, Faculty of Engineering Department of Mechanical Engineering, Karabük-Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-1561-7260

ABSTRACT
This study explores the development and thermodynamic performance evaluation of an innovative hybrid energy system that combines Solid Oxide Fuel Cells (SOFC), a Gas Turbine (GT), and a Stirling Engine (SE) to improve energy efficiency and recover waste heat effectively. Two configurations are analyzed in detail: the first integrates SOFC with a gas turbine cycle only, representing a more conventional hybrid system; the second configuration incorporates a Stirling engine downstream to utilize the high-temperature exhaust gases for additional power generation and improved thermal management. Thermodynamic and exergy analyses were carried out using realistic system parameters to assess the performance of both configurations under varying operating pressures and temperatures. The results clearly show that integrating the Stirling engine increases both electrical and exergy efficiencies by approximately 3–5 percentage points, particularly at optimal operating pressures of 8–9 bar. Moreover, raising the SOFC operating temperature up to 850 °C significantly boosts overall system performance. Under these high-temperature conditions, the Stirling engine contributes an additional 18–50 kW of power output, demonstrating its strong capability to recover residual thermal energy that would otherwise be wasted. The inclusion of the Stirling engine not only enhances thermal utilization and boosts net power output but also reduces fuel consumption and improves the environmental sustainability of the system by lowering greenhouse gas emissions.
Keywords: Hybrid Energy System, Stirling Engine (SE), Thermodynamic Analysis, Waste Heat Recovery.

Introduction
The reduction of fossil fuel sources, environmental pollution from their combustion, rising greenhouse gas releases, universal heating, and ozone reduction have driven governments and international organizations to prioritize clean energy and renewable alternatives. Significant global research has recently focused on different fuels and innovative power production technologies (Suthagar & Mishra, 2024). One such advancement is the development of power stations that depend on fuel cells, which directly change chemical fuels into electrical and heat power with efficiency and minimal emissions (Alaedini et al., 2023). Due to their unique benefits, fuel cells and (SOFCs) are specifically suitable for hybrid techniques. Running at high temperatures (750–1000°C), SOFCs can utilize their waste gases to power heat engines, enhancing overall efficiency. The gas turbine (GT) cycle is a versatile system for electricity generation due to its short construction time and quick startup and shutdown capabilities (M. Singh et al., 2021). However, it has a significant drawback in terms of exergy efficiency compared to other cycles. Additionally, the high-temperature waste heat (450–600°C) from GT power plants is a major inefficiency, representing untapped potential for energy recovery (He & Lin, 2020). To address this, researchers have proposed hybrid systems that integrate the GT cycle with other cycles to improve overall efficiency and recover waste heat effectively (Talal & Akroot, 2023, 2024). The Stirling machine, an outside combustion machine able of using different heat resources, such as fossil fuels, hydrogen, or solar power, has emerged as a promising technology. In recent years, it has demonstrated effective performance in power generation, including applications in satellites, submarines, combined heat and energy structures, and nuclear stations (Kirillov, 2000).
In recent decades, rising energy consumption and emissions driven by population and economic growth have prompted industries to prioritize improving efficiency. One active resolution is to integrate industrial procedures or combined power stations systems to enhance productivity and reduce energy use through heat recovery and minimizing exergy loss.

Waste heat recovery systems, which transfer power from exhaust gases to useful power, lower overall energy consumption, cut costs, and improve exergy efficiency (Ji et al., 2024). In such integrated systems, downstream processes utilize the waste heat from upstream processes, reducing emissions and operational expenses compared to standalone systems. Since 1959, research has focused on waste heat recovery to conserve energy and mitigate environmental impacts, such as greenhouse gas emissions. The feasibility of these systems depends on the waste heat temperature and economic considerations (Zhao et al., 2024).

The combination of solid oxide fuels cells with gas turbines (SOFC- GT) besides Stirling engines represents an innovative approach with the potential to enhance system efficiency. While extensive research has been conducted on merging SOFCs with turbines, studies exploring the integration of SOFC-GT with Stirling engines remain scarce. Hybrid systems pairing SOFCs with turbines have demonstrated superior efficiency to traditional integrated cycles, though their application is typically restricted to large-scale power stations (Pirkandi et al., 2020). In contrast, integrated SOFC-GT systems with Stirling engines show significant promise for small-scale heat generation and cogeneration. In this configuration, the Stirling engine operates the gas turbine, utilizing the high-temperature exhaust gases for its heater (Ebrahimi et al., 2021).

Numerous researchers have investigated the SOFC-GT hybrid cycle to improve its performance and boost efficiency. Çerçi et al. (2024 proposed and simulated a desiccant air-cooling cycle combined with steam compression and SOFC, achieving a 9.97% electrical saving, a 3.14% higher COP using R1234ze(Z) refrigerant, and reducing 3984.56 kWh in power consumption during summer in Çanakkale, Turkey. Chen et al. (2024) proposed a hybrid structure integrating municipal solid unused gasification with syngas power stations, including Solid Oxide Fuel Cells (SOFC), increasing entire power plants as of 34,469.50 to 42,967.03 kW as humidity satisfied decreases to zero, with enhanced efficiency using an absorption heat pump. Langner et al. (2024) presented a hybrid modeling approach merging physics-dependent simulations, data-driven methods, and machine learning for (SOFCs), improving predictive accuracy, reducing computational costs, and enhancing clean energy solutions through multiscale and multiphysics models. Akroot et al. (2021) compared ASM and ESM SOFC hybrid systems, achieving 695 kW at 750°C with 64.6% efficiency for ASM and 627 kW at 1000°C with 58.3% efficiency for ESM, highlighting the impact of working temperature and vapor-to-carbon ratio. Khan & Singh (2024a) evaluated a hybrid SOFC-GT-ORC-VARS system, achieving 39.83% higher energy efficiency, 28.48% lower CO_2 emissions, and improved cooling (53.14 kW) and heating (123.20 kW) effects, outperforming conventional SOFC-GT systems in energetic, economic, and environmental metrics. Sinha et al. (2023) planned a biomass-fuel of SOFC-GT hybrid structure, achieving a thermal efficiency of 63.12% at a ratio of pressure for 6 and TIT for 1250K using pine sawdust, with the highest destruction of exergy (2653.14 kW) and the sustainability index lowest (2.09). Leal & Ribeiro (2024) examined a carbon capture plant converting steelmaking gases to energies, optimizing SOFC-GT hybrid systems powered by Fischer Tropsch methanol, achieving 86.5% fuel cell exergy efficiency and 62.3% combustor efficiency, with reduced CO2 emissions via optimized H2/CO and H2/CO_2 ratios. Akroot & Namli (2021) used a zero-dimensional model to evaluate SOFC-GT hybrid systems, achieving maximum power of 717.8 kW in 7.7 bar in ASM with 62.32% efficiency and 630.3 kW at 12 bar in ESM with 56.23% efficiency, highlighting the impacts of operating performance conditions. Zhu et al. (2024) integrated tubular solid oxide fuel cells (TSOFCs) with an annular thermoelectric generator (ATEG), enhancing peak power density by 20.39%, efficiency by 13.89%, and reducing exergy destruction by 7.04% while offering optimized design solutions for waste heat recovery. Khan & Singh (2024b) evaluated a hybrid SOFC-GT-ORC-VARS-VCRS triple generations stations, achieving 34.88% energy efficiency improvement, 25.85% CO2 emission reduction, and outputs of 587.60 kW power, 30.70 kW cooling, and 125.30 kW heating, outperforming conventional SOFC-GT systems in thermodynamic and environmental metrics. Du et al. (2024) introduced a green fuel of hydrogen-ammonia SOFC hybrid structure with split transcortical CO2 energy system (STCC), achieving a 3.96% energy efficiency improvement and 0.6% LCOE reduction, demonstrating optimal thermodynamic and economic performance at an entire power efficiency of 0.7406.

Verma et al. (2023) modeled a SOFC-GT hybrid system, achieving maximum efficiency of 73% by utilizing recuperated waste heat and air-film blade cooling. Sensitivity analysis reveals that increasing recuperation significantly enhances hybrid engines. Wu et al. (2023) integrated CO_2 capture into an SOFC-GT system, achieving 62.0% electrical efficiency and reach-zero releases with a 7.3% power penalty for the SOFC-MRpost process, outperforming the SOFC-MRpre configuration in energy consumption and system efficiency. Kumar et al. (2024) integrated an ORC through SOFC-GT hybrid structure, achieving 55.67% power efficiency and 53.55% efficiency of exergy with R1233zd(E) as the working fluid, reducing CO_2 emissions to 355.8 kg/MWh and improving exergy efficiency by 11.72% over a conventional SOFC-GT system. Beigzadeh et al. (Beigzadeh et al., 2021) evaluated a hybrid SOFC-GT system with various renewable fuels, finding natural gas achieves the highest production (879.03 kW) and exergy efficiency (61.29%), while gasified biomass has the lowest exergy destruction rate (101.12 kW) and total electrical efficiency (56.6%), highlighting fuel-specific thermodynamic impacts. Pirkandi et al. (2020) modeled a hybrid structure combining steam turbines, gas turbines, and SOFC, indicating that the trigeneration's hybrid structure achieves 52% efficiency and generates 200% more net power than a gas turbine system and 15% more than a gas turbine-SOFC hybrid system. Liu et al. (2021) evaluated aviation kerosene-fueled SOFC-GT hybrid systems, achieving up to 70.9% efficiency with anode exhaust recirculation and 69.7% with exhaust recirculation, demonstrating competitive performance in aviation power generation with specific work exceeding 760 kW/kg air. Pirkandi et al. (2023) optimized a gas turbine-Stirling engine hybrid system, achieving a 10.3% reduction in the levelized cost of electricity and a 16.1% improvement in exergetic efficiency compared to a standalone gas turbine cycle, highlighting significant gains in power output and energy integration efficiency. Entezari et al. (2018) evaluated a gas turbine-Stirling engine hybrid system, achieving a 10.3% reduction in the levelized cost of electricity and a 16.1% improvement in exergetic efficiency compared to a standalone gas turbine, showcasing significant gains in power output and energy recovery. While extensive research has been conducted on waste heat recovery and hybrid energy systems, the integration of gas turbine (GT) cycles, solid oxide fuel cells (SOFC), and Stirling engines remains underexplored. This study introduces an innovative configuration that uniquely combines these three technologies to achieve higher efficiency compared to conventional hybrid systems. The novelty of this work lies in its ability to effectively utilize the high-temperature exhaust gases to drive the Stirling engine, significantly enhancing thermal efficiency with exergy efficiency of the cycle. Additionally, this research provides a comprehensive electrochemical, thermal, and thermodynamic examination of the hybrid cycle, offering valuable insights for advancing compact, efficient systems for small-scale energy generation and regeneration applications.

Materials and Methods

The system in figure 1 represents a steady-state SOFC/GT hybrid system designed for efficient energy production. It integrates two main components: an SOFC pack with internal restructuring and a Brayton cycle (BC). Additionally, Model 2 incorporates a Stirling engine, which enhances the system's energy recovery and efficiency by utilizing waste heat. The Brayton cycle contains essential cycle components like fuel and air compressors, recuperators, a burner, a gas turbine (GT), a mixing chamber, and a pump. Air inlets the compressor and is compressed to the necessary pressure. It then passes through a recuperator to gain thermal energy, raising its temperature to the SOFC inlet temperature before entering the SOFC cathode. Methane is gone in the fuel compressor to the required pressure and directed to a mixer. Liquid water enters a pump and is pressurized to the desired level. Then, it is preheated in a recuperator to convert into water vapor. This water vapor is mixed with methane in the mixer. The methane-steam mixture is preheated in a recuperator to reach the SOFC intake temperature and then fed into the anode of SOFC stack. Inside the SOFC stack, the mixture undergoes electrochemical reactions, producing DC power. Residual fuel and air exit the stack are merged and react to increase the exhaust gas temperature. These high-temperature gases expand through the gas turbine to make additional energy, with the exhaust gases subsequently flowing through recuperators to reheat air, water, and fuel. In Model 2, the exhaust gases existing the recuperators are further utilized in a Stirling engine at state point 13.

The Stirling engine converts the remaining thermal energy into additional mechanical power while contributing to water heating through a heat recovery system (RH). The off gases from the Stirling engine are expelled after maximum energy extraction, ensuring optimal system performance. The integration of the Stirling engine into Model 2 is important to improve the structure's total power recovery and efficiency by:

- Utilizing the remaining waste heat from the exhaust after the recuperators.
- Generating additional power through efficient thermal-to-mechanical energy conversion.
- Supporting a water heating system improves the system's thermal management and overall utility.

This hybrid system leverages the SOFC's high efficiency, the Brayton cycle's power generation capabilities, and the Stirling engine's waste heat recovery to achieve superior energy conversion and sustainability. The inlet data used for system simulation is presented in Table 1, and various assumptions are invoked in this study:

- Gases in the structure were handled as ideal gases.
- Entire components in the system were assumed to operate as steady-state environments.
- Potential power and kinetic power terms are considered negligible.
- The air composition is assumed to be 21% O_2 with 79% N_2.
- Intake stream temperature for the SOFC assembly is identical and constant on the anode and cathode.
- Outlet flow temperatures of the SOFC assembly are maintained constantly.
- Ineffective gases were completely oxidized after the burner.
- Just hydrogen undergoes electrochemical reactions in the SOFC, while CO is changed to CO2 with hydrogen through the reaction with water–gas.
- Compressors, gas turbine (GT) and pump are modeled as an adiabatic component.

The input data for the system elements are provided in Table 1.

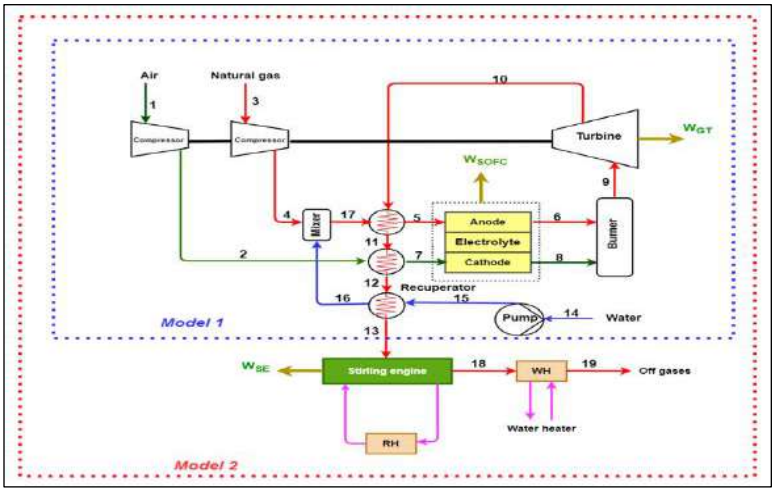


Figure 1. Integrated cogeneration cycle containing a solid oxidized fuel cell (SOFC), Stirling engine (SE), with gas turbine (GT)

Table 1. The integrated cogeneration system input Parameters (Entezari et al., 2018; Saebea et al., 2016). 2016)

SOFC stack	Active surface area, (m^2)	0.011
	Change density for cathode, (A/m^2)	2500
	Change density for the anode, (A/m^2)	6500
	Interconnecting Thickness (m)	$0.32 * 10^{-2}$
	Baseline current density, (A/m^2)	80

	Stack pressure drop, %	2
	Fuel factor	0.85
	Composition of fuel	100% CH4
	Composition of air	21%O2 79%N2
	Anode thickness (μm)	500
	Cathode thickness (μm)	50
	Electrolyte thickness (μm)	10
Recuperator	Pressure drops, %	3
	Effectiveness, %	80
Air compressors	Isentropic efficiency, %	80
Pump	Isentropic efficiency, %	80
Gas turbine (GT)	Isentropic efficiency, %	90
Afterburner	Pressure drops, %	5
	Efficiency, %	99
Stirling Engine	Specific ratio of helium	1.67
	Mechanical efficiency, %	86
	Cooler temperature differentiation, °C	62
	Heater temperature differentiation, °C	124
	Heater efficiency, %	95

The proposed energy cycle performs comprehensive mass and energy analyses to offer worthy insights into cycle efficiency and performance. The overall mass balance and energy balance for all components of the hybrid cycle can be expressed as follows:

$$\sum_{in} \dot{m}_{in} = \sum_{out} \dot{m}_{out} \quad (1)$$

$$\dot{Q} + \sum_{in} \dot{m}_{in} h_{in} = \sum_{out} \dot{m}_{out} h_{out} + \dot{W} \quad (2)$$

where in and out in the sample characterizes inlet and exit in the system, $\dot{W}$ is work rate, and $\dot{Q}$ is heat and work rates. Power output of the integrated cycle is determined as follows:

$$\dot{W}_{Net} = \dot{W}_{SOFC} + \dot{W}_{GT} - \dot{W}_{AC} - \dot{W}_{FC} - \dot{W}_{P} + \dot{W}_{SE} \quad (3)$$

Power output from fuel cell stack is determined using following equation:

$$\dot{W}_{SOFC} = i.A_{cell} \cdot v_{cell} \cdot n_{cell} \quad (4)$$

Here, i represents density in amperes, A_{cell} denotes cell area, v_{cell} cell voltage, and n_{cell} refers to cells in the stack. The cell voltage is calculated using the following equation:

$$v_{cell} = E°_{Nernst} - v_{act} - v_{Ohmic} - v_{con} \quad (5)$$

where $E°_{Nernst}$ is the potential of nernst; v_{act} represents the activation loss; v_{Ohm} denotes the loss of ohmic, and v_{con} is the loss of concentration. The electrochemical equations are taken from References (Ozcan & Dincer, 2015; Singh & Singh, 2019)

Power output for Stirling engine is determined using the following equation:

$$\dot{W}_{Stirling} = \eta_{Stirling} \left(\dot{Q}_{high} - \dot{Q}_{loss} \right) \quad (6)$$

The key parameters of the Stirling engine include the ratio of temperature, ratio of compression, effectiveness generator, and effectiveness of heater, as definite and presented in Table 2.

Table 2. Stirling engine modeling

Ratio of temperature	$\mathrm{TR} = \frac{T_1}{T_3}$
Cooler temperature of wall	$T_{cw} = T_{cw,\,in} + \frac{2}{3}\Delta T_{water}$
The lowest temp	$T_1 = T_{cw} + \Delta T_{low}$
Compression ratio	$\mathrm{CR} = \frac{V_4}{V_3}$
The highest temp	$T_3 = T_{hw} - \Delta T_{heater}$
Regenerator effectiveness	$\varepsilon_r = \frac{T_2' - T_1}{T_3 - T_1}$
Pseudo-Stirling engine efficiency	$\eta_{Stirling} = \frac{[(1-CR^{1-\gamma}) - TR(CR^{\gamma-1}-1)]}{[(1-CR^{1-\gamma}) + (1-TR)(1-\varepsilon_r)]}$

Electrical efficiency of the combined cycle is calculated as:

$$\eta_{th} = \frac{W_{Net}}{m_f LHV_f} \quad (7)$$

Here, m_f represents the fuel mass flow rate, and LHV_f denotes the lowe heating value of the fuel supplying the integrated system. The electrical exergy efficiency is determined as:

$$\psi_{electricity} = \frac{W_{Net}}{\dot{n}_f \bar{e}_f^{kim}} \quad (8)$$

where $\bar{e}_f^{kim}$is represents the fuel chemical exergy.

Findings and Discussion

Table 3 compares cell voltage between the current work and the investigational results after experimental work was performed by (Tao et al., 2005). The comparison is conducted across a range of densities between 0.2 to 0.6 A/m². The data showed that the methods or models used in the present work are reliable and closely aligned with experimental observations. For a density of 0.2 A/m², the cell voltage in the existent work and Tao et al.'s results are identical (0.76 V), resulting in an error percentage of 0%. At 0.3 A/m², the voltage in the present work is slightly higher (0.7 V compared to 0.685 V), yielding a negative error of -2.19%. At 0.4 A/m², the present work shows a slightly higher voltage (0.64 V compared to 0.627 V), with a minimal error of -0.815%. For 0.5 A/m², the values are closely matched (0.57 V vs. 0.567 V), with an error of -0.53%. At 0.6 A/m², the voltage in the present work is slightly lower (0.51 V vs. 0.514 V), resulting in a positive error of 0.778%. The error percentage remains low across all current densities, indicating good agreement between the present work and Tao et al.'s experimental data. The largest deviation (-2.19%) occurs at 0.3 A/m², while the smallest deviation (-0.53%) occurs at 0.5 A/m². The present work demonstrates a high degree of accuracy compared to the experiment data from Tao et al. with minimal error percentages across the current density range.

Figure 2 provides energy assessments for the regeneration cycle under varying operating pressures. The analysis compares Model 2 (with the Stirling engine) and Model 1 (without the Stirling engine) to evaluate their performance. The findings present that Model 2 consistently achieves the highest output power across all pressures, demonstrating the benefits of incorporating the Stirling engine into the system. The output power increases steadily, reaching a peak of approximately 700 kW at higher pressures (10 bar), indicating efficient utilization of energy flows and the SE's contribution to overall performance. On the other hand, Model 1 shows lower output power compared to Model 2 across all pressures, highlighting the absence of the Stirling engine's contribution. The performance stabilizes at around 540 kW at higher pressures, suggesting a less optimized integration of SOFC and GT compared to Model 2. The SOFC remains the primary contributor to total output power, with its performance slightly increasing with pressure, stabilizing at approximately 541 kW at 10 bar. GT's power output peaks at moderate pressures (6 bar) with ~71 kW before gradually decreasing at higher pressures, possibly due to thermal or efficiency constraints. In Model 2, the SE contributes significantly to the system's total power, with its output steadily increasing from ~21 kW at 3 bar to ~41 kW at 10 bar. This indicates the SE's adaptability and its positive impact on the integrated system.

Table 3. Difference for cell voltage achieved in this study and experimental data in (Tao et al., 2005)

Current density (A/m^2)	Experimental work (V)	Present work (V)	Error percentage (%)
0.2	0.76	0.76	0
0.3	0.685	0.7	-2.19
0.4	0.627	0.64	-0.815
0.5	0.567	0.57	-0.53
0.6	0.514	0.51	0.778

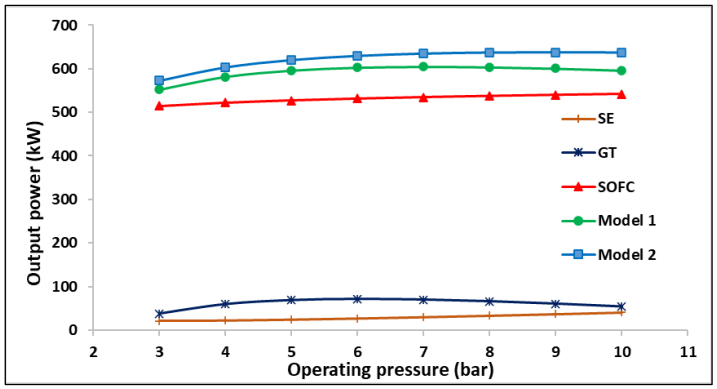


Figure 2. The output power of the cogeneration system under varying operating pressures.

Figure 3 illustrates electrical and exergy efficiencies for the cogeneration cycle under varying operating pressures. The curves show that both models' electrical efficiency increases with pressure, peaking at around 8–10 bar. Model 2 consistently outperforms Model 1 at all pressures, reflecting the positive impact of the Stirling engine in recovering and utilizing waste heat. At 3 bar, Model 2 achieves an electrical efficiency of 58.57%, compared to 56.44% for Model 1. The maximum efficiency for Model 2 reaches 65.13% at 8 bar, compared to 61.83% for Model 1, demonstrating an improvement of ~3.3 percentage points. Like electrical efficiency, exergy efficiency increases with pressure but stabilizes or slightly declines after reaching the peak pressure of around 8–9 bar. Model 2 shows higher exergy efficiency across all pressures compared to Model 1, highlighting better utilization of available energy. At 3 bar, Model 2 achieves an exergy efficiency of 56.50%, compared to 54.44% for Model 1. At 8 bar, Model 2 reaches its highest exergy efficiency of 62.89%, compared to 59.53% for Model 1, demonstrating an improvement of ~3.36 percentage points. Integrating the Stirling engine in Model 2 significantly enhances electrical and exergy efficiency. The Stirling engine contributes by effectively recovering waste heat, leading to improved energy and exergy utilization. The results prove that operating pressure should be maintained between the 8 and 9 bar to achieve optimum efficiency for both models, especially for Model 2.

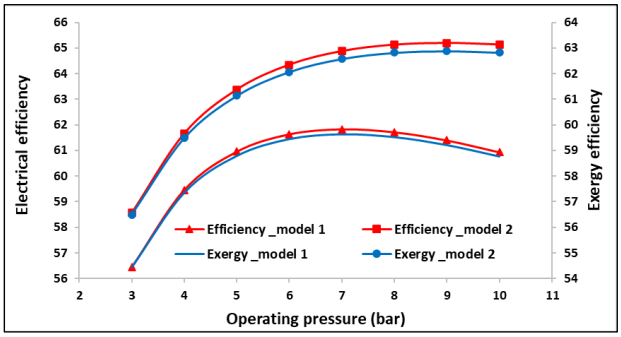


Figure 3. Electrical efficiency and exergy efficiency of the cogeneration cycle under varying operating pressures.

Figure 4 illustrates the output power of an integrated system at varying SOFC operating temperatures. The results showed that higher temperatures significantly improve the performance of all components, particularly GT and SE, due to better thermal energy utilization. The SOFC is the dominant contributor to output power across all temperatures, starting at 400.52 kW at 600°C and increasing to 528.81 kW at 850°C. GT's power output also rises with an increasing temperature, from 35.49 kW at 600°C to 121.25 kW at 850°C. This significant improvement highlights GT's ability to utilize waste heat effectively at higher temperatures. The SE shows the smallest contribution among the components, increasing from 18.91 kW at 600°C to 51.47 kW at 850°C. Model 2 gains additional power and efficiency from its modest contribution. The finding also presents Model 1's total output power increase from 436.01 kW at 600°C to 650.06 kW at 850°C.

In contrast, Model 2 achieves higher output power across all temperatures, starting at 454.92 kW at 600°C and reaching 701.53 kW at 850°C. Overall output is lower than the SE compared to Model 2, which shows how useful the SE is for recovering waste heat. Depending on the operating temperature, the SE adds consistent power gains of 18–50 kW. To achieve maximum output power, especially for Model 2, the system should operate at temperatures close to 850°C.

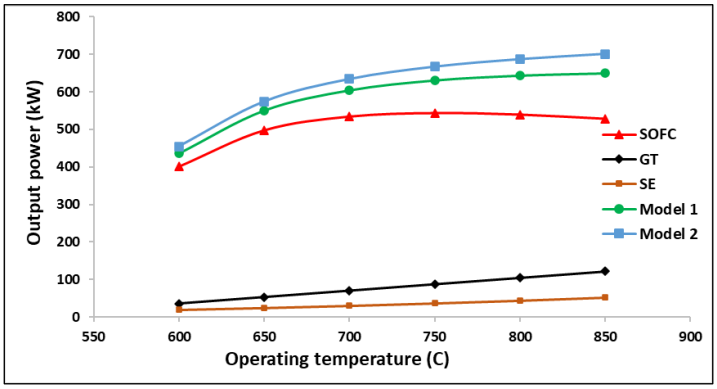


Figure 4. The power output of the cogeneration system at varying SOFC operating temperatures.

Figure 5 displays both first and second law efficiencies for the two models. Model 1 doesn't have a Stirling engine, and Model 2 does. The models are at different SOFC operating temperatures. The graphs showed that operating the system at temperatures between 750°C and 850°C maximizes efficiencies. Due to its superior performance in both thermodynamic and exergetic efficiencies, the graphs suggested that applications requiring higher efficiencies should prioritize Model 2. The Stirling engine in Model 2 contributes significantly both first and second law efficiencies by effectively recovering and utilizing waste heat. The difference in efficiencies becomes more pronounced at higher temperatures, where the Stirling engine performs optimally. At 600°C, Model 1 achieves a thermal efficiency of 44.58%, whereas Model 2 reaches 46.51%, marking an improvement of approximately 2 percentage points. At 850°C, the thermal efficiency of Model 1 increases to 66.46%, while Model 2 achieves 71.72%, indicating a more substantial improvement of around 5 percentage points. Similarly, for exergy efficiency at 600°C, Model 1 achieves 42.99% compared to 44.86% for Model 2. At 850°C, Model 1 reaches 64.11%, while Model 2 achieves 69.18%, again reflecting an improvement of approximately 5 percentage points.

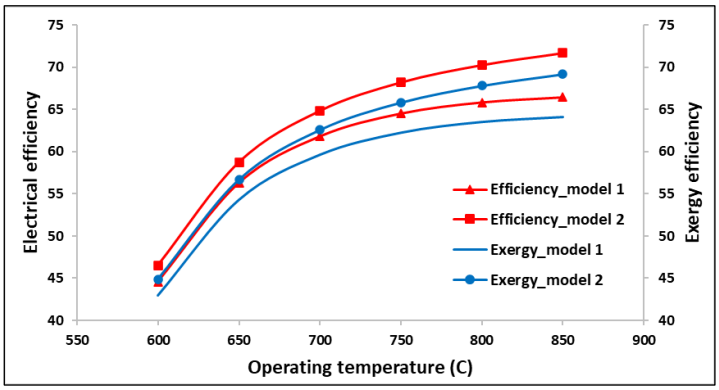


Figure 5. Electrical and exergy efficiencies for the cogeneration cycle at varying SOFC operating temperatures.

The production power for the cogeneration cycle and its parts (SOFC, GT, and SE) is shown in Figure 6 for two models with different fuel utilize factors. In the finales indicate that the Stirling engine in Model 2 significantly enhances overall system performance by recovering waste heat and converting it into additional power. This leads to higher total power, particularly lower fuel utilization factors. For maximum power output, maintain a lower fuel utilization factor (around 0.8). Raising the fuel-utilize factor makes the system more efficient. Still, it also slightly lowers the output power because SOFC has less chemical energy available, and GT and SE have more wasted heat. At a fuel-using factor of 0.8, Model 1 achieves an efficiency of 61.20%, compared to 64.52% for Model 2. Similarly, at a utilization factor of 0.85, Model 1 reaches 61.83%, while Model 2 achieves 64.87%, highlighting the enhanced performance contributed by the Stirling engine.

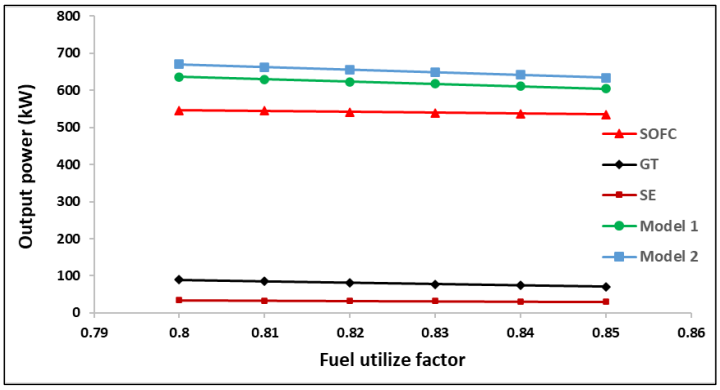


Figure 6. The power production of the cogeneration cycle with another fuel utilization factors.

Figure 7 presents two models' first and second law efficiency at varying fuel utilization factors. The graphs present that the first law efficiency (electrical efficiency) increases slightly with rising fuel utilization factors for both models. Model 2 consistently outperforms Model 1 across all fuel utilize factors, demonstrating the added benefit of the Stirling engine. At a fuel utilize factor of 0.8, Model 1 achieves 61.20%, while Model 2 achieves 64.52%. At 0.85, Model 1 reaches 61.83%, while Model 2 achieves 64.87%. The efficiency gain from Model 2 ranges between 3 and 3.7 percentage points across the utilization range. Also, both models' second law efficiency (exergy efficiency) follows a similar increasing trend with rising fuel utilization factors. Model 2 again consistently shows higher exergy efficiency than Model 1, emphasizing the Stirling engine's role in improving energy utilization. At a fuel utilize factor of 0.8, Model 1 achieves 59.03%, while Model 2 achieves 62.24%. At 0.85, Model 1 reaches 59.64%, while Model 2 achieves 62.58%. The improvement in exergy efficiency from Model 2 is about 3.2–3.5 percentage points.

It is clear from the results that adding the Stirling engine to Model 2 greatly improves both the electrical and exergy efficiencies by recovering and using waste heat. Higher fuel utilization factors also slightly improve the efficiencies for both models.

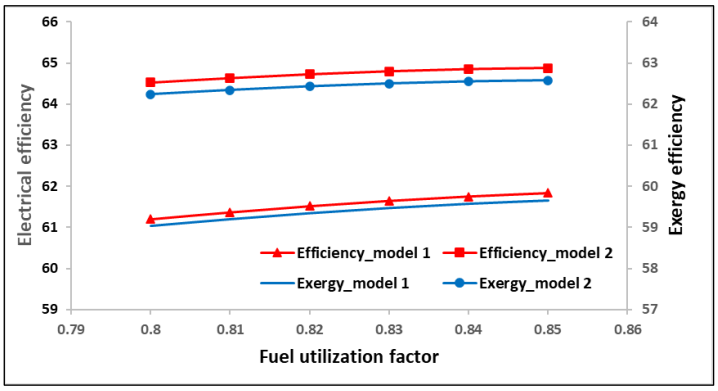


Figure 7. Electrical and exergy efficiencies for the cogeneration cycle at varying fuel utilize factors

Figure 8 presents a Sankey diagram representing rates of exergy destruction (in kW) for various elements of a developed energy system. The total exergy destruction is prominently labeled as 480.85 kW. This represents the sum of all exergy losses across the cycle. The findings present for the combustion chamber (CC) and gas turbines (GT) dominate exergy destruction, together accounting for approximately 54% of the total losses. The air compressor (AC) follows closely, contributing another 18.3%. Components like the pump (0.04 kW) and mixing process (9.52 kW) have significantly lower exergy destruction rates. These components are less critical for system losses but still contribute to overall irreversibility. Combustion chamber contributes the biggest share of destruction for exergy at around 31.3% of the complete. This highlights significant irreversibility in the combustion process, typical in thermal systems, due to combustion inefficiencies and high-temperature gradients. GT accounts for 22.6% of the total exergy destruction. Losses here are primarily due to irreversibility in expansion processes and turbine mechanical inefficiencies. The air compressor contributes 18.3% of the total exergy destruction. Exergy destruction arises from compression inefficiencies, including frictional losses, heat dissipation, and non-ideal compression processes. SOFC represents 6% of total exergy destruction. Irreversibility in electrochemical reactions and thermal losses contributes to this value.

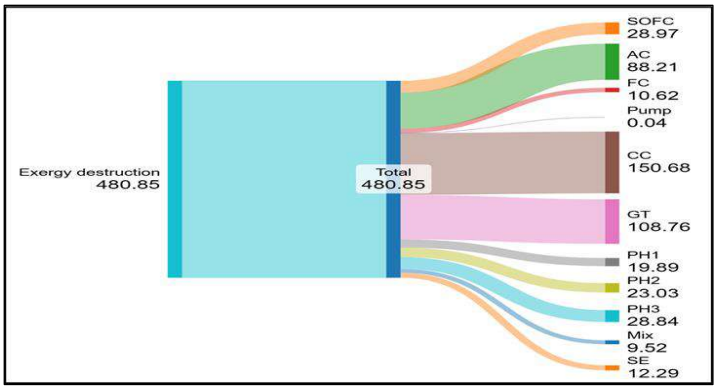


Figure 8. Rates of Exergy destruction for the developed cycle parts.

Conclusion and Recommendations

This investigation presents a unique method to combining a gas turbine (GT) cycle with solid oxide fuel cells (SOFC) and a Stirling engine, aiming to address the challenges of efficiency and energy recovery in power station systems.

By using exhaust gases with high temperature from the GT cycle to power the Stirling engine, the proposed configuration maximizes energy recovery and enhances the system's complete performance. The study includes comprehensive electrochemical, thermal, and thermodynamic evaluation of the hybrid cycle. The innovative design leverages the operating temperature limit of SOFCs to optimize the downstream heat utilization, resulting in a highly efficient and environmentally friendly solution. This research not only contributes to the advancement of hybrid power generation technologies but also provides a viable pathway for reducing energy consumption and emissions in the energy sector. The key conclusion for the research can be summarized as follows:

- The proposed SOFC-GT-Stirling engine configuration achieved higher efficiency to the conventional hybrid systems, addressing the limitations of standalone GT and SOFC systems.
- The hybrid system demonstrated significant capability for small-scale energy and heat regeneration, making it suitable for decentralized energy applications.
- The integration of the Stirling engine effectively utilized the exhaust gases of high temperature in the GT cycle, contributing to improved exergy efficiency.
- The study provides detailed insights into the electrochemical and thermodynamic performance of the SOFC, highlighting its critical role in enhancing system efficiency.
- The proposed system offers a sustainable solution for energy recovery, reducing overall energy consumption, greenhouse gas emissions, and operational costs.
- The study revealed the significant influence of parameters' condition for operating, like flow rates, temperature and pressure, on system running

This research underscores the importance of exploring innovative hybrid configurations to meet the growing demand for efficient, clean, and versatile energy systems.

Future research should focus on experimental validation of the SOFC–GT–SE system to confirm the theoretical findings and assess its real-world performance. A techno-economic analysis is recommended to evaluate the cost-effectiveness and investment feasibility of integrating Stirling engines in hybrid cycles. Additionally, the system should be tested under various renewable energy inputs, such as solar or biomass, to enhance sustainability and reduce dependence on fossil fuels.

REFERENCES

Akroot, A., Namli, L., & Ozcan, H. (2021). Compared Thermal Modeling of Anode- and Electrolyte-Supported SOFC-Gas Turbine Hybrid Systems. *Journal of Electrochemical Energy Conversion and Storage*. https://doi.org/10.1115/1.4046185

Akroot, Abdulrazzak., & Namli, Lutfu. (2021). Performance assessment of an electrolyte-supported and anode-supported planar solid oxide fuel cells hybrid system. *J Ther Eng*, *7*(7), 1921–1935. https://doi.org/10.14744/jten.2021.0006

Alaedini, A. H., Tourani, H. K., & Saidi, M. (2023). A review of waste-to-hydrogen conversion technologies for solid oxide fuel cell (SOFC) applications: Aspect of gasification process and catalyst development. *Journal of Environmental Management*, *329*, 117077. https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2022.117077

Beigzadeh, M., Pourfayaz, F., Ghazvini, M., & Ahmadi, M. H. (2021). Energy and exergy analyses of solid oxide fuel cell-gas turbine hybrid systems fed by different renewable biofuels: A comparative study. *Journal of Cleaner Production*, *280*, 124383. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124383

Çerçi, K. N., Oliveira Silva, I. R., Kaşka, Ö., & Hooman, K. (2024). Summer period analysis of the rotary desiccant - hybrid cooling system combined with solid oxide fuel cells using human waste fuel. *Cleaner Engineering and Technology*, *23*, 100818. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clet.2024.100818

Chen, H., Song, X., & Jian, Y. (2024). Performance Assessment of a Municipal Solid Waste Gasification and Power Generation System Integrated with Absorption Heat Pump Drying. *Energies*, *17*(23), 6034. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/en17236034

Du, Y., Fu, Y., Gao, X., Chen, S., Lou, J., Wang, J., & Zhao, P. (2024). Performance improvements for green hydrogen-ammonia fueled SOFC hybrid system through dead-end anode recirculation and

split transcritical CO2 power cycle. *Renewable Energy*, *237*, 121827. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.renene.2024.121827

Ebrahimi, A., Ghorbani, B., Ziabasharhagh, M., & Rahimi, M. J. (2021). Biomass gasification process integration with Stirling engine, solid oxide fuel cell, and multi-effect distillation. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, *145*(3), 1283–1302. https://doi.org/10.1007/s10973-020-10314-9

Entezari, A., Manizadeh, A., & Ahmadi, R. (2018). Energetical, exergetical and economical optimization analysis of combined power generation system of gas turbine and Stirling engine. *Energy Conversion and Management*, *159*, 189–203. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.01.012

He, T., & Lin, W. (2020). Energy saving research of natural gas liquefaction plant based on waste heat utilization of gas turbine exhaust. *Energy Conversion and Management*, *225*, 113468. https://doi.org/10.1016/J.ENCONMAN.2020.113468

Ji, C., Abed, A. M., Zhou, X., Lei, G., He, L., AlAbdulaal, T. H., Abdullaeva, B., & Safi, M. S. (2024). Energy-environment-economic study and optimization: An advanced heat recovery method for improving gas turbine cycle efficiency. *Case Studies in Thermal Engineering*, *64*, 105514. https://doi.org/10.1016/J.CSITE.2024.105514

Khan, Y., & Singh, P. K. (2024a). Thermo-Economic and Environmental Assessment of a Novel SOFC-Based Hybrid Energy Generation System for Combined Cooling Heating and Power Generation. *Journal of Energy Resources Technology, Part A: Sustainable and Renewable Energy*, *1*(1). https://doi.org/10.1115/1.4066110

Khan, Y., & Singh, P. K. (2024b). Thermo-economic and environmental evaluation of a novel SOFC based trigeneration system using organic Rankine cycle and cascaded vapor compression-absorption refrigeration system. *Thermal Science and Engineering Progress*, 103097. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsep.2024.103097

Kirillov, N. G. (2000). Stirling Machines for High-Efficiency and Ecologically Clean Stand-Alone Energy Supply Systems. *Chemical and Petroleum Engineering*, *36*(11), 726–730. https://doi.org/10.1023/A:1017561409061

Kumar, A., Yadav, A. K., & Sinha, S. (2024). Techno-Economic and Environmental Analysis of a Hybrid Power System formed from Solid Oxide Fuel Cell, Gas Turbine, and Organic Rankine Cycle. *Journal of Energy Resources Technology*, 1–30. https://doi.org/10.1115/1.4065209

Langner, E., Dehghani, H., Hachemi, M. El, Belouettar–Mathis, E., Makradi, A., Wallmersperger, T., Gouttebroze, S., Preisig, H., Andersen, C. W., Shao, Q., Hu, H., & Belouettar, S. (2024). Physics-based and data-driven modelling and simulation of Solid Oxide Fuel Cells. *International Journal of Hydrogen Energy*, *96*, 962–983. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.10.424

Leal, E. M., & Ribeiro, N. (2024). Assessment of carbon capture and utilization in steelmaking: A case study using a hybrid fuel cell - gas turbine system. *International Journal of Hydrogen Energy*, *94*, 883–896. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.11.128

Liu, H., Qin, J., Ji, Z., Guo, F., & Dong, P. (2021). Study on the performance comparison of three configurations of aviation fuel cell gas turbine hybrid power generation system. *Journal of Power Sources*, *501*, 230007. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2021.230007

Ozcan, H., & Dincer, I. (2015). Performance evaluation of an SOFC based trigeneration system using various gaseous fuels from biomass gasification. *International Journal of Hydrogen Energy*, *40*(24), 7798–7807. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2014.11.109

Pirkandi, J., Mahmoodi, M., Shirinfekr, A., & Ebadati, E. (2023). Parametric study and thermodynamic performance analysis of a hybrid solid oxide fuel cell-Stirling engine system for cogeneration applications. *Process Safety and Environmental Protection*, *176*, 25–39. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.psep.2023.05.062

Pirkandi, J., Penhani, H., & Maroufi, A. (2020). Thermodynamic analysis of the performance of a hybrid system consisting of steam turbine, gas turbine and solid oxide fuel cell (SOFC-GT-ST). *Energy Conversion and Management*, *213*, 112816. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.112816

Saebea, D., Authayanun, S., Patcharavorachot, Y., & Arpornwichanop, A. (2016). Effect of anode-cathode exhaust gas recirculation on energy recuperation in a solid oxide fuel cell-gas turbine hybrid power system. *Energy*. https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.10.138

Singh, M., Zappa, D., & Comini, E. (2021). Solid oxide fuel cell: Decade of progress, future perspectives and challenges. *International Journal of Hydrogen Energy*, *46*(54), 27643–27674. https://doi.org/10.1016/J.IJHYDENE.2021.06.020

Singh, O., & Singh, R. (2019). Thermodynamic evaluation of SOFC-GT hybrid power and cooling system. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects*, *00*(00), 1–15. https://doi.org/10.1080/15567036.2019.1663307

Sinha, A. A., Saini, G., Sanjay, Shukla, A. K., Ansari, Mohd. Z., Dwivedi, G., & Choudhary, T. (2023). A novel comparison of energy-exergy, and sustainability analysis for biomass-fueled solid oxide fuel cell integrated gas turbine hybrid configuration. *Energy Conversion and Management*, *283*, 116923. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.116923

Suthagar, K. S., & Mishra, U. (2024). An Optimizing Sustainable Integrated Agricultural Model with Zero Waste and Carbon Neutrality by Bioethanol Truck Transportation with Blockchain Transaction. *Process Integration and Optimization for Sustainability*. https://doi.org/10.1007/s41660-024-00469-5

Talal, W., & Akroot, A. (2023). Exergoeconomic Analysis of an Integrated Solar Combined Cycle in the Al-Qayara Power Plant in Iraq. *Processes*, *11*(3). https://doi.org/10.3390/pr11030656

Talal, W., & Akroot, A. (2024). An Exergoeconomic Evaluation of an Innovative Polygeneration System Using a Solar-Driven Rankine Cycle Integrated with the Al-Qayyara Gas Turbine Power Plant and the Absorption Refrigeration Cycle. *Machines*, *12*(2), 133. https://doi.org/10.3390/machines12020133

Tao, G., Armstrong, T., & Virkar, A. (2005). Intermediate temperature solid oxide fuel cell (IT-SOFC) research and development activities at MSRI. *Nineteenth Annual ACERC&ICES Conference*.

Verma, T. N., Choudhary, T., Sahu, M. K., Rajak, U., & Sanyaj, S. (2023). Thermodynamic sensitivity analysis of SOFC integrated with blade cooled gas turbine hybrid cycle. *Journal of Thermal Engineering*, *9*(1), 205–217. https://doi.org/10.18186/thermal.1245130

Wu, X., Shen, Y., Zhao, J., Wei, H., Li, W., Wang, H., Rajeh, T., & Wang, X. (2023). Design and energy analysis of solid oxide fuel cell and gas turbine hybrid systems with membrane reactor. *International Journal of Green Energy*, *20*(12), 1236–1248. https://doi.org/10.1080/15435075.2022.2030343

Zhao, X., Chen, H., Li, J., Pan, P., Gui, F., & Xu, G. (2024). Thermodynamic and economic analysis of a novel design for combined waste heat recovery of biogas power generation and silicon production. *Energy*, *290*, 130272. https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2024.130272

Zhu, H., Chen, S., & Zhang, H. (2024). *Performance prediction and manipulation strategy of a hybrid system based on tubular solid oxide fuel cell and annular thermoelectric generator*. https://doi.org/doi:10.1515/jnet-2024-0039

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE EFFECT OF HALLOYSITE NANOTUBE ON THE CHARPY IMPACT BEHAVIORS OF TRIAXIAL GLASS FIBER REINFORCED COMPOSITES

İremnur GENÇ
Pamukkale University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering Department, Denizli-Türkiye
ORCID: 0009-0009-2501-4867

Research Assistant İnan AĞIR
Pamukkale University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering Department, Denizli-Türkiye
ORCID: 0000-0001-8845-1452

Assoc. Prof. Özkan ÖZBEK
Pamukkale University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering Department,
Denizli-Türkiye
ORCID: 0000-0003-1532-4262

ABSTRACT
In this study, the low-velocity impact behavior of composite laminates produced using triaxial glass fabric and epoxy resin was investigated. By adding different amounts of halloysite nanotubes (HNT) into the epoxy matrix (1%, 2%, 3% and 4% by weight), the effect of nanoparticle addition on the impact properties of the composites was investigated. The samples were subjected to Charpy impact tests in both flatwise-unnotched and edgewise-notched orientations. The test results revealed that halloysite nanotube addition increased the energy absorption capability and impact toughness of the composites at certain rates. In the neat composites, the average impact energy was measured as 7.28 J for unnotched samples and 12.18 J for notched samples. At low additive rates (1%), these values increased to 7.77 J and 13.11 J, respectively. At medium additive rates (2%), maximum improvements of approximately 10–15% were achieved compared to samples without additives, reaching 8.43 J and 14.07 J. At higher additive rates (3–4%), impact energy and toughness decreased. These results showed that low and medium levels of halloysite nanotube additives increased energy absorption capacity by homogeneously dispersing within the matrix, but impact characteristics was negatively affected at high additive rates due to agglomeration and interface incompatibility. In conclusion, when halloysite nanotube additives were used at appropriate rates, they stand out as an effective method for improving the impact features of triaxial glass fabric/epoxy-based composites. This finding supported the potential use of nanoparticle-added composites, especially in structural applications where impact resistance is critical.
Keywords: Triaxial Glass Fabric, HNT, Charpy Impact

Introduction

Composite materials have witnessed significant growth in aerospace, automotive, marine, and construction applications due to their superior mechanical properties compared to conventional materials. Their high specific strength, excellent stiffness-to-weight ratio, and remarkable corrosion and fatigue resistance have driven widespread adoption (Hihara & Latanision, 1994; Prakash et al., 2018; Gemi et al., 2024). Fiber materials such as carbon, glass, basalt, and Kevlar are popularly used as reinforcement materials in composites today. There are a lot of studies regarding the different fiber reinforcement in the composite area (Singh et al., 2017; Sharma et al., 2014; Singha, 2012). Among these, glass is a synthetic reinforcement material that stands out for its low cost and protection against external impacts.

Despite these advantages, composite materials remain vulnerable to out-of-plane loading conditions such as impact, which can induce complex, often hidden damage modes including matrix cracking, fiber fracture, and delamination that are difficult to detect via standard visual inspection. These concealed defects can severely compromise load-bearing capacity and precipitate premature failure. To mitigate such vulnerabilities, various strategies have been investigated, including fiber reinforcement, optimal fiber orientation.

Also, recent advances in polymer matrix modification have increasingly focused on the incorporation of nanoparticles to tailor interfacial interactions and energy-dissipation pathways (Mourdikoudis et al., 2021; Özbek, 2021). Additionally, they have contributed to the mechanical response of the composites subjected to the loading by improving the mechanical properties of the matrix phase which is the weak component. In literature, numerous studies have demonstrated that the incorporation of nanoparticles can improve the mechanical strength, stiffness, and durability of composite materials. (Özbek, 2021; Li & Xiong, 2017; Bulut, 2017). Bozkurt et al. (2024) who investigates the dynamic behaviors of the nano-silica doped carbon fiber reinforced composites (CFRP) reported that nano-silica modification significantly enhances the mechanical and vibration damping properties of CFRP composites. Nanoparticles have been shown to enhance load transfer within the matrix, thereby increasing the overall mechanical performance of CFRP composites. Bulut (2017) investigated the mechanical characterization of basalt/epoxy composite laminates reinforced with graphene nanopellets. The findings revealed that the addition of graphene nanopellets improved the mechanical performance of the composites, particularly in terms of strength and stiffness.

The literature clearly demonstrates that nanoparticles have significant impacts on the mechanical properties of composite materials. Furthermore, numerous studies on nanoparticles such as graphene, carbon nanotubes, silica, clay, and halloysite have been conducted in the literature (Karippal et al., 2011; Kim et al., 2012; Kwon et al., 2017; Fathy et al., 2017). Among various nanoparticle types, halloysite nanotubes (HNTs) stand out as naturally occurring aluminosilicate minerals with a tubular morphology, high aspect ratio, and cost-effective availability. When dispersed uniformly within an epoxy matrix, HNTs introduce large interfacial areas that facilitate crack-bridging, crack-deflection, and localized plastic deformation. These mechanisms collectively enhance the absorption of impact energy, delaying crack propagation and increasing overall toughness. However, the efficacy of HNT reinforcement critically depends on achieving an optimal filler concentration: insufficient loading underutilizes the nanotubes' potential, whereas excessive amounts promote agglomeration, creating stress concentrators that undermine mechanical performance.

Despite extensive studies on unidirectional and woven glass fiber composites, the Charpy impact behavior of triaxial glass fiber reinforced plastics (GFRPs) modified with HNTs remains underexplored. Triaxial architectures offer multidirectional load transfer and improved damage tolerance, yet their complex fiber orientation poses unique challenges for nanofiller dispersion and interface design. This work aims to elucidate how incremental additions of HNTs influence the Charpy impact toughness of triaxial GFRP/epoxy laminates.

Materials and Methods

Materials

The triaxial E-glass fabric with 202 g/ m² was used as reinforcement materials in the composite laminates. Its orientation was (45/-45/90) for each three layers. For the preparation of the matrix phase, epoxy resin (MOMENTIVE-MGS L160) and hardener (MOMENTIVE-MGS H260) was stirred at stoichiometric weight ratio of 100:35. Lastly, halloysite nanotubes (HNTs) with composition of 50.4 wt% SiO_2, 35.5 wt% Al_2O_3 and having the density of 2.14 g/cm³ were considered as nanoparticles in matrix system.

Sample Preparation

Acording to fabrication plan, four different HNT amounts (1, 2, 3, and 4 wt.% relative to total resin mass) were used in the laminates. Firstly, glass fabrics were cut using a scissors. epoxy resin was mechanically stirred for 5 min and HNTs were added and dispersed via mechanical stirring (5 min) followed by ultrasonic mixing (15 min). Then, hardener was incorporated and mixed for an additional 5 min. Afterwards, the resin mixture was applied to triaxial glass fabric layers using the hand lay-up method. Twelve plies were stacked, ensuring full impregnation. Lastly, laminates were cured under hot pressing at room temperature for a day, then demolded. Post-curing was performed at 40C for 2 hours in a high-capacity furnace. The manufacturing process is seen in Figure 1.

Then, the samples for each HNT percentages were cut by using diamond saw in accordance with 55 mm x 10 mm dimensions. The thicknesses of the samples were measured as 2.75±0.25 mm.

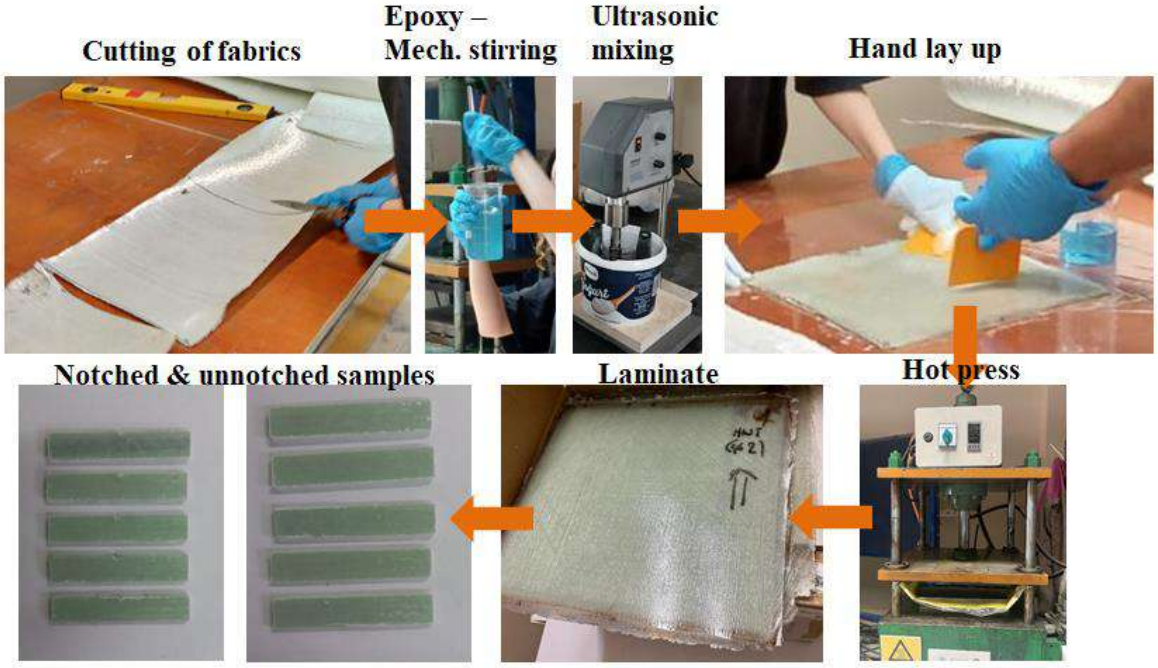


Figure 1. Manufacturing steps

Charpy Impact Testing

Charpy impact tests, as shown in Figure 2, were conducted using a Köger 3/70 impact tester (capacity: 15 J) in accordance with ISO 179/92 (2010). Specimens (55 × 10 mm) were prepared and exposed to impact loading in flatwise (unnotched) and edgewise (notched) orientations. Five samples were tested for each configuration.

Figure 2. Charpy impact test

Impact energy absorbed by the samples (E) and impact strength (a_{cu}) were calculated by Eqn. (1) and (2), respectively:

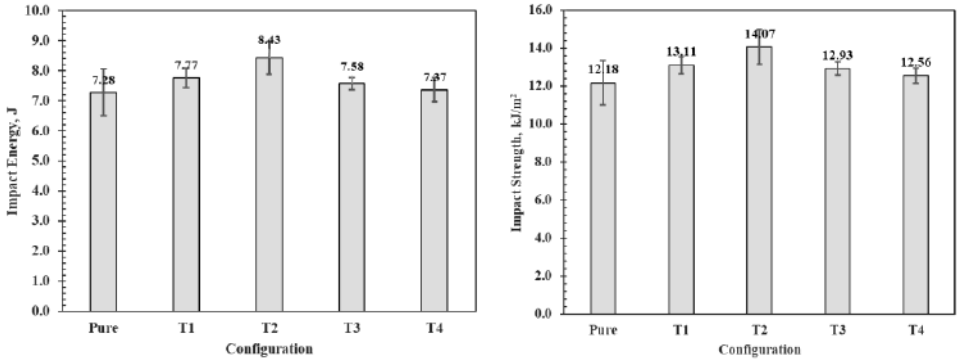
$$E = E_a - E_b \quad (1)$$

$$a_{cu} = E/(bh) \quad (2)$$

where E_a and E_b represent the potential energy before and after pendulum impact to samples, respectively. b and h donate the impacted width and thickness of the samples.

Results and Discussion

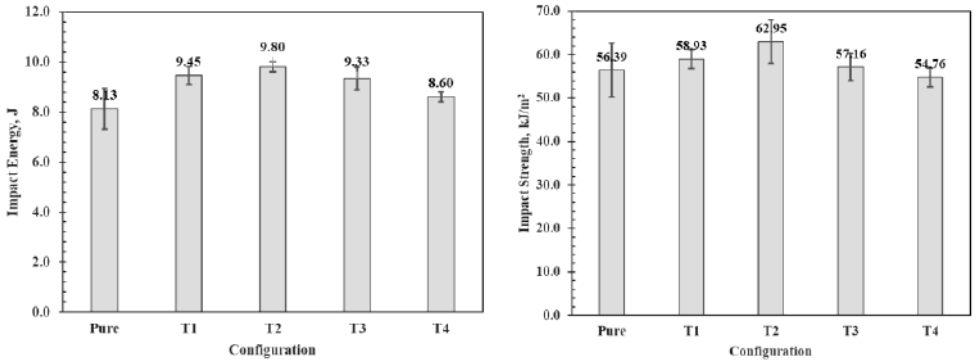
Figure 3 represents the impact energy and strength of the unnotched samples with flatwise orientations. All HNT-doped sampled exhibited the better impact energy characteristics than pure ones. The maximum absorbed energy was obtained from the T2 samples which contains 2 wt.% HNT particles which means 15.8% improvement compared to pure samples. Also, it was seen that there was an increasing trend until 2 wt.% HNT content, then decreases were obtained. In parallel to impact energy results, same tendency was found. This can be related to the agglomerations due to an excessive nanoparticle addition. In literature, some studies revealed that an excessive amounts of nanoparticle incorporation resulted the negative effects in mechanical response of composite materials (Özbek, 2021; Bulut, 2017). While maximum value was obtained from the sample having 2 wt.% HNT (T2 as 14.07 kJ/m^2), minimum impact strength of 12.18 kJ/m^2 was found from the pure sample. The samples with HNT particles as 1%, 2%, 3% and 4% by weight had the improvements of 7.63%, 15.51%, 6.16%, and 3.12% in impact strength, respectively.



a) b)

Figure 3. Unnotched samples with flatwise orientations; a) Impact energy, b) Impact strength

The impact energy and strength values of the notched samples subjected to impact loading in edgewise orientation are presented in Figure 4. Similarly, the maximum values of 9.8 J and 62.95 kJ/m^2 was achieved from the samples with 2 wt.% HNT content. Also, a higher addition than this amount of HNT leading to decreases in impact properties resulted with lower values. This can be attributed to the local stress concentrations as a results of the agglomeration formations. However, almost all nanoparticle amount in samples giving the higher values showed a better performance in impact properties than pure samples.



a) b)

Figure 4. Notched samples with edgewise orientations; a) Impact energy, b) Impact strength

The samples after impact loading are given in Figure 5. The catastrophic fractures were observed from the samples having high impact energy absorption. For all samples, the matrix fragmentations were seen as first failure mode. Fiber cracking failures were detected as the most dominant failure modes. Also, notched samples with higher magnitude of energy showed more destructive structures than unnotched ones.

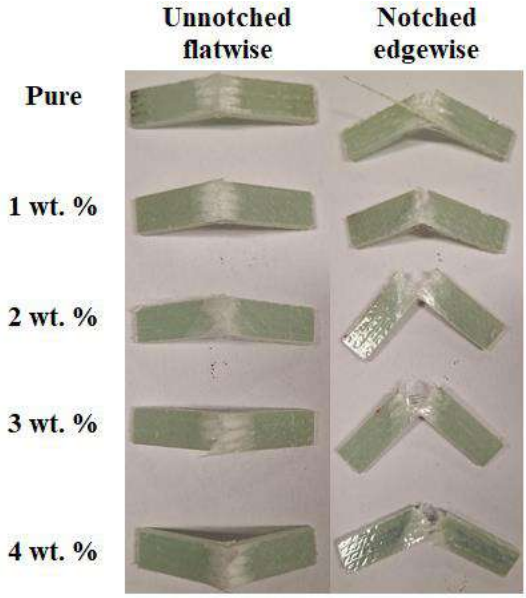


Figure 5. The impacted samples

Conclusions

In this work, the impact of halloysite nanotubes (HNTs) on the Charpy impact behaviors of triaxial glass/epoxy fiber reinforced composite laminates were investigated. The notched and unnotched samples prepared at four different HNT percentages (1%, 2%, 3% and 4% by weight) were exposed to impact loading in both flatwise and edgewise directions, experimentally. The findings demonstrated that the sample having 2 wt.% HNT particle showed maximum improvements. It was detected that increasing trend in impact parameters compared to pure samples was seen until 2 wt.% HNT content, then decreases were observed. This can be attributed to the formation of agglomerations by an excessive amount of nanoparticle addition. In conclusion, it was proved that HNT addition strengthening the fiber/matrix interphases provided the significant improvements in the results.

REFERENCES

Bozkurt, Y. T., Bulut, M., Erkliğ, A., & Özbek, Ö. (2024). SiO nanoparticle modified CFRP composites effecting on mechanical and vibration damping properties. *Polymer Composites*, 45(1), 169-180.

Bulut, M. (2017). Mechanical characterization of Basalt/epoxy composite laminates containing graphene nanopellets. *Composites Part B: Engineering*, 122, 71-78.

Fathy, A., Shaker, A., Hamid, M. A., & Megahed, A. A. (2017). The effects of nano-silica/nano-alumina on fatigue behavior of glass fiber-reinforced epoxy composites. *Journal of Composite Materials*, 51(12), 1667-1679.

Gemi, L., Azeem, M., Yazman, Ş., Kayrıcı, M., & Gök, O. (2024). Investigation of mechanical properties and damage development of filament wound GFRP composite pipes by ring tensile test. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(1), 93-104.

Hihara, L. H., & Latanision, R. M. (1994). Corrosion of metal matrix composites. *International Materials Reviews*, 39(6), 245-264.

ISO 179-1:2010. Plastics—determination of charpy impact properties—Part 1: non-instrumented impact test.

Karippal, J. J., Narasimha Murthy, H. N., Rai, K. S., Sreejith, M., & Krishna, M. (2011). Study of mechanical properties of epoxy/glass/nanoclay hybrid composites. *Journal of Composite Materials*, 45(18), 1893-1899.

Kim, M. T., Rhee, K. Y., Park, S. J., & Hui, D. (2012). Effects of silane-modified carbon nanotubes on flexural and fracture behaviors of carbon nanotube-modified epoxy/basalt composites. *Composites Part B: Engineering*, 43(5), 2298-2302.

Kwon, Y. J., Kim, Y., Jeon, H., Cho, S., Lee, W., & Lee, J. U. (2017). Graphene/carbon nanotube hybrid as a multi-functional interfacial reinforcement for carbon fiber-reinforced composites. *Composites Part B: Engineering*, 122, 23-30.

Li, G., & Xiong, B. (2017). Effects of graphene content on microstructures and tensile property of graphene-nanosheets/aluminum composites. Journal of Alloys and Compounds, 697, 31-36.

Mourdikoudis, S., Kostopoulou, A., & LaGrow, A. P. (2021). Magnetic nanoparticle composites: synergistic effects and applications. *Advanced Science*, 8(12), 2004951.

Özbek, Ö. (2021). Axial and lateral buckling analysis of kevlar/epoxy fiber-reinforced composite laminates incorporating silica nanoparticles. *Polymer Composites*, 42(3), 1109-1122.

Prakash, K. S., Gopal, P. M., Anburose, D., & Kavimani, V. (2018). Mechanical, corrosion and wear characteristics of powder metallurgy processed Ti-6Al-4V/B4C metal matrix composites. *Ain Shams Engineering Journal*, 9(4), 1489-1496.

Sharma, M., Gao, S., Mäder, E., Sharma, H., Wei, L. Y., & Bijwe, J. (2014). Carbon fiber surfaces and composite interphases. *Composites Science and Technology*, 102, 35-50.

Singh, J., Kumar, M., Kumar, S., & Mohapatra, S. K. (2017). Properties of glass-fiber hybrid composites: a review. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 56(5), 455-469.

Singha, K. (2012). A short review on basalt fiber. *International Journal of Textile Science*, 1(4), 19-28.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

AN EXPERIMENTAL STUDY ON HOOP TENSILE CHARACTERISTICS OF GLASS/BASALT INTERPLY FIBER REINFORCED COMPOSITE PIPES

İrfan Berk EFE
Pamukkale University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering Department, Denizli-Türkiye,
ORCID: 0009-0001-5594-4565

İnan AĞIR
Research Assistant, Pamukkale University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering Department, Denizli-Türkiye,
ORCID: 0000-0001-8845-1452

Özkan ÖZBEK
Assoc. Prof., Pamukkale University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering Department, Denizli-Türkiye,
ORCID: 0000-0003-1532-4262

ABSTRACT
The aim of this study was to experimentally investigate the hoop tensile behavior of glass/basalt interply fiber reinforced composite pipes and to evaluate the effects of hybrid fiber stacking on mechanical performance and fracture behavior. Pipe specimens with a total of six layers were manufactured using the filament winding technique. Fiber stacking sequences were coded to represent two layers each: GGG (glass-glass-glass), BBB (basalt-basalt-basalt), and hybrid configurations such as GBG (glass-basalt-glass). Eight different fiber stacking configurations were produced in total. Apparent hoop tensile strength and modulus were determined through split-disk tests in accordance with ASTM D2290, and fracture modes were carefully observed for all specimens. The results indicated that increasing the glass fiber content significantly improved hoop tensile strength. Hybrid specimens exhibited intermediate strength values between fully glass (GGG) and fully basalt (BBB) samples, demonstrating a balancing effect of hybridization on mechanical performance. Maximum hoop tensile strength was 187.5 MPa for the GGG specimen, while the minimum was 107.13 MPa for the BBB specimen. Hoop tensile modulus ranged from 5.25 GPa (BBB) to 10.94 GPa (GBG), with synergistic effects observed in some hybrid specimens due to enhanced interfacial bonding between glass and basalt fibers. Dominant failure modes were identified as fiber fracture and delamination. In conclusion, hybridization of glass and basalt fibers is an effective approach to enhance the mechanical performance of composite pipes, providing reliable structural behavior for engineering applications. This study highlights the strategic potential of hybrid fiber composites in the design and manufacturing of advanced structural components.
Keywords: Glass Fiber, Basalt Fiber, Hybridization, Hoop Tensile, Split-disk Test

Introduction

Fiber-reinforced polymer (FRP) composites have emerged as a transformative class of materials in modern engineering. They offer a compelling combination of lightweight structure, corrosion resistance, and high strength-to-weight ratios (Peters, 2013; Mouritz & Gibson, 2006; Bank, 2006). These properties make FRPs ideal for demanding applications in aerospace, automotive, marine, and civil infrastructure sectors (Hollaway, 2010; Strong, 2008). Additionally, their adaptability to complex geometries and harsh environmental conditions enhances their appeal over conventional materials such as steel and aluminum (Mallick, 2007; Callister & Rethwisch, 2014). Among various fabrication techniques, filament winding stands out as a robust and scalable method for producing cylindrical and spherical composite components (Tashnizi et al., 2020; Jones, 1999). Initially developed in the 1940s for rocket motor casings and later refined by Richard E. Young, filament winding has evolved into automated systems capable of manufacturing high-performance structures with consistent quality (Peters, 2013; Strong, 2008).

This technique enables precise control over fibre orientation, winding angle, and layer sequencing—parameters that directly influence the mechanical behaviour of the final product (Demirci et al., 2022; Rafiee, 2013; Schwinn et al., 2013).

Experimental studies on glass fibre-reinforced composite pipes have emphasized the critical role of winding angle in determining hoop tensile strength and failure modes. For example, Srebrenkoska et al. (2015) examined the thermal stability and hoop tensile response of glass/epoxy tubular composites at varying winding angles. Similarly, Özbek, Bozkurt, and Kanat (2021) found that higher winding angles improve tensile strength while altering fracture mechanisms. Al-Mosawi et al. (2018) further reported that winding angles above 55° significantly enhance hoop strength in pressure vessels. Hybrid composites that combine glass and basalt fibres offer additional improvements in mechanical performance, particularly in tensile strength and impact resistance (Krishnamurthy & Durairaj, 2022; Lapena et al., 2017; Gopinath et al., 2020). Basalt fibers contribute high stiffness, while glass fibers provide flexibility, resulting in a balanced mechanical profile suitable for dynamic loading conditions (Fiore et al., 2015; Jawaid & Abdul Khalil, 2011).

Building on these foundational studies, recent research has focused on optimizing filament winding parameters to achieve targeted mechanical properties. Hamed et al. (2007) demonstrated the influence of winding angles on hoop tensile strength. Tashnizi et al. (2020) proposed optimal laminated CFRP designs for structural efficiency, while Azeem (2024) emphasized the role of winding angles in controlling hoop stresses in pressure vessels. Srebrenkoska et al. (2023) also investigated the effects of process variables such as resin content and curing temperature on the thermal and mechanical behaviour of filament-wound pipes. In parallel, computational approaches have been increasingly adopted to simulate and predict the mechanical response of filament-wound structures. Dörstelmann et al. (2015) and Schwinn et al. (2013) explored coreless filament winding techniques for architectural applications, demonstrating the potential of digital fabrication in composite design. Moreover, life cycle assessments have highlighted the environmental advantages of FRP composites compared to traditional materials, particularly in infrastructure applications (Bank, 2006; Hollaway, 2010).

Against this backdrop, the present study investigates the hoop tensile behaviour of glass/basalt interply fiber-reinforced composite pipes. Six-layered specimens with varying fiber stacking sequences (e.g., GGG, BBB, GBG) were produced using filament winding. Split-disk tests following ASTM D2290 were conducted to determine hoop tensile strength, modulus, and fracture characteristics. The results show that increasing the glass fiber content improves tensile strength, while hybrid configurations exhibit intermediate performance between fully glass and fully basalt specimens.

Materials and Methods

Materials

The fiber reinforcements used in this study are continuous fibers obtained from glass fiber (Dost Kimya A.Ş., Turkey) and basalt fiber (Tila Kompozit Ltd. Şti., Turkey). The reinforcement materials are shown in Figure 1, and their mechanical and physical properties are presented in Table 1.

a) **b)**

Figure 1. a) Basalt Fiber, b) Glass Fiber

Table 1. Mechanical and physical properties of fiber reinforcements

Fiber Material	Lineer Density (tex)	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (GPa)	Elongation at Break (%)	Filament Diameter (µm)	Specific Density (g/cm^3)
Basalt Fiber	2.4K	3200	90	3.1	13	2.78
Glass Fiber	2.4K	1970	79	3.5	17	2.56

In this study, an epoxy resin and hardener providing a curing time of 6–7 hours were selected to ensure proper curing of the mixture during the manufacturing process. The materials used, EPIKOTE MGS LR160 epoxy resin and EPIKURE MGS LH260S hardener, were obtained from Dost Kimya A.Ş. and are shown in Figure 2. For optimal performance during production, the resin and hardener were mixed at a ratio of 100 parts by weight of resin to 35 parts by weight of hardener.

a) **b)**

Figure 2. a) Epoxy Resin , b)Hardener

Specimen Fabrication

Composite pipes were fabricated using a filament winding machine, as shown in Figure 3. The system operates with two degrees of motion: the translational movement of the carriage and the rotational motion of the mandrel. Continuous glass and basalt fiber rovings were guided through tensioning devices to maintain uniform tension and subsequently impregnated in an epoxy resin bath located on the carriage. To ensure homogeneous wetting, the fibers passed through a series of guiding pulley before being deposited onto the rotating mandrel. This process minimized fiber misalignment and void formation in the composite structure.

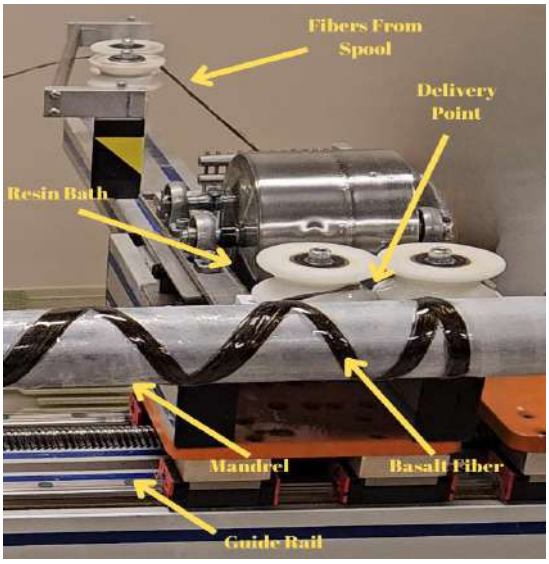


Figure 3. Filament winding process

The winding angle (α) was controlled by adjusting the relative velocities of the carriage (V_c) and the mandrel (N_m), according to Equation (1). This relationship ensured accurate fiber orientation and reproducibility in the manufactured specimens. Various stacking sequences were achieved by alternating glass and basalt rovings during the winding process. Each pipe specimen consisted of six layers, resulting in a uniform wall thickness of approximately 3.5–4.2 mm depending on the stacking configuration.

$$\tan\alpha=(N_m\pi D)/V_c \quad (1)$$

α : Winding angle (degree)
V_c : Carriage velocity (mm/min)
N_m : Mandrel velocity (rpm)
D : Mandrel diameter (mm)

Following winding, the specimens were post-cured using a heat gun to promote resin cross-linking and ensure dimensional stability. After curing, the composite pipes were demolded and cut into standard test specimens using a precision diamond saw in accordance with ASTM D2290.
The geometric properties of the fabricated specimens are listed in Table 2. Each configuration represents a unique stacking sequence of glass (G) and basalt (B) fiber layers, while maintaining comparable overall dimensions. The fabricated glass/basalt fiber-reinforced composite pipes are presented in Figure 4.

Figure 4. Fabricated glass/basalt composite pipe specimens.

Table 2. Geometric properties of composite pipe specimens

Configure	Inner Dia. (mm)	Outer Dia. (mm)	w (mm)	t (mm)
BBB	50.00	58.40	10.05	4.20
BGB	50.00	57.50	10.00	3.75
BGG	50.00	56.90	10.15	3.45
BBG	50.00	57.75	10.00	3.88
GBB	50.00	57.65	10.00	3.83
GBG	50.00	57.65	10.00	3.83
GGB	50.00	57.15	10.08	3.58
GGG	50.00	58.00	10.10	4.00

Split-Disk Method

Ring-shaped specimens with the geometry illustrated in Figure 5, consisting of six layers, were fabricated for the split-disk test in accordance with ASTM D2290 to evaluate the hoop tensile properties. All tests were performed on a Shimadzu AG-X Series Universal Testing Machine at a loading rate of 12.5 mm/min, as shown in Figure 5. A minimum of five specimens was tested for each configuration.

Figure 5. Split-disk method

The hoop tensile strength (σ) and hoop tensile modulus (HTM) were determined using the formulas provided in the relevant standard:

$$\sigma = F/2A \quad (2)$$

$$HTM = (0.1257 r_{mean}^3)/(wt^3) * (F/\Delta) \quad (3)$$

In Equation (2), F and A represent the maximum load and the reduced cross-sectional area, respectively. In Equation (3), r_{mean}, w, t, and Δ denote the mean radius, width, thickness, and displacement of the specimen, respectively.

Findings and Discussion

The split-disk method was utilized to evaluate the hoop tensile strength of the composite pipe specimens manufactured with a winding angle of 55°. The experimental results, presented in Figure 6, highlight the significant influence of stacking sequence on the mechanical response.

The highest hoop tensile strength was recorded for the fully glass fiber configuration (GGG) at 187.50 MPa, whereas the lowest strength was obtained for the fully basalt fiber configuration (BBB) with 107.13 MPa. Hybrid configurations (e.g., BBG, BGB, GBG, etc.) exhibited intermediate values, ranging between 115.32 MPa and 157.64 MPa, confirming that the incorporation of glass fibers enhances hoop tensile strength. These findings demonstrate that the hybridization of glass and basalt fibers provides tunable mechanical performance, offering a balance between strength and material composition.

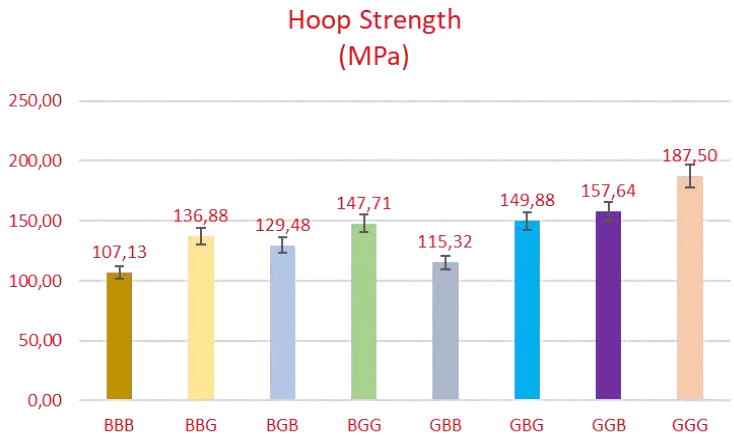


Figure 6. Hoop Tensile Strength

The hoop tensile strength–strain curves of the specimens are presented in Figure 7. The results reveal that the stacking sequence significantly affects both strength and strain behavior. The GGG configuration exhibited the highest strength with relatively lower strain values, whereas the BBB configuration showed the lowest strength but larger strain at failure. Hybrid arrangements demonstrated intermediate behaviors, indicating a balance between the stiffness contribution of glass fibers and the ductility of basalt fibers.

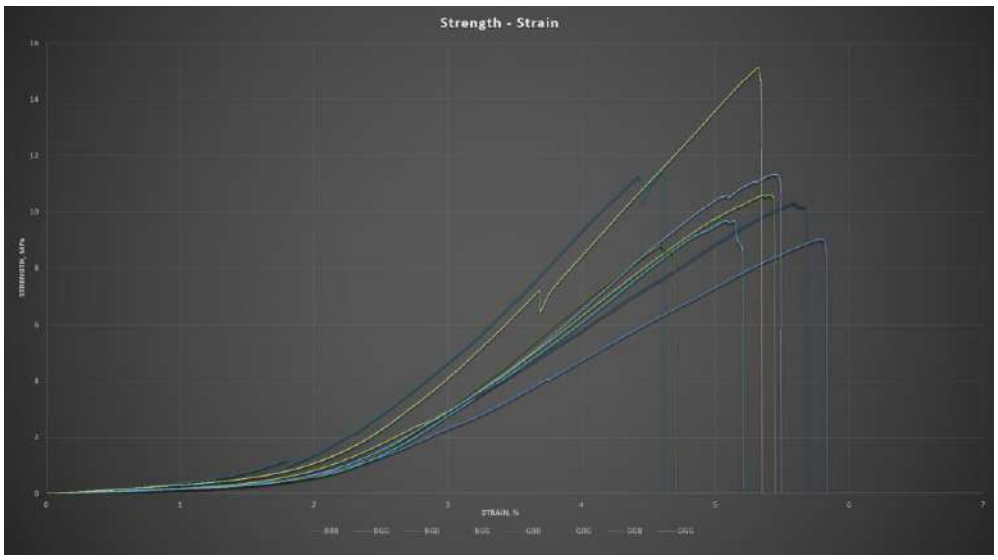


Figure 7. Hoop Tensile Strength-Strain Diagrams

The hoop tensile modulus values of the specimens are illustrated in Figure 8. The results indicate that the stacking sequence has a significant influence on the modulus.

The lowest modulus was obtained in the BBB configuration (5.25 GPa), while the highest values were achieved in the hybrid layups GBG (10.94 GPa) and GGB (10.92 GPa), which even slightly exceeded the full glass configuration (GGG, 10.90 GPa). This finding suggests that an appropriate combination of basalt and glass fibers can enhance stiffness performance beyond that of single-fiber systems.

Figure 8. Hoop Tensile Modulus

In addition to the mechanical performance, the fracture behavior of the specimens was also carefully examined in order to identify the dominant failure mechanisms. During the hoop tensile tests, two primary modes of failure were observed depending on the stacking sequence. Interlaminar delamination occurred when cracks initiated between adjacent layers due to weak fiber–matrix adhesion or high interlaminar shear stresses, leading to progressive separation of the plies and reduction of load-carrying capacity. At higher stress levels, fiber breakage became evident, with fibers fracturing along the loading direction, which ultimately governed the final failure of the specimens. As illustrated in Figure 9a, interlaminar delamination was clearly visible in some specimens, whereas in others, fiber breakage was the dominant mechanism (Figure 9b). These two failure modes represent the main limiting factors for the strength of filament-wound composite pipes. Their occurrence and dominance were strongly influenced by the fiber type and stacking configuration.

a) b)

Figure 9. a) Interlaminar delamination, b) Fiber breakage observed in composite pipe specimens

Conclusion and Recommendations

In this study, the hoop tensile behavior of hybrid glass/basalt fiber reinforced composite pipes was experimentally investigated. The results demonstrated that the stacking sequence plays a crucial role in both hoop tensile strength and modulus. While the GGG configuration provided the highest tensile strength (410 MPa), the hybrid layups GBG and GGB exhibited superior modulus values (10.94 GPa and 10.92 GPa, respectively), even surpassing the full glass configuration. On the other hand, the BBB specimens showed the lowest mechanical performance in terms of both strength and stiffness.

These findings highlight that properly designed hybridization of basalt and glass fibers can achieve a balance between strength and stiffness, offering advantages over single-fiber systems. For future work, it is recommended to investigate the effect of different fiber volume fractions, resin systems, and curing conditions on the mechanical behavior of hybrid pipes. Moreover, numerical modeling and failure analysis could be employed to predict and validate experimental results, providing further insights into the optimization of hybrid composite structures for engineering applications.

Thanks and Information Note

The authors would like to thank the Composite Materials Laboratory for the production of the specimens and the Mechanical Testing Laboratory of Pamukkale University for providing the testing facilities. This research was supported by the Pamukkale University Scientific Research Projects Coordination Unit (BAP) under grant number of 2025FEBE002.

REFERENCES

Al-Mosawi, M. K., Al-Mahaidi, R., & Zhao, X. L. (2018). Effect of winding angle on the performance of filament-wound composite pressure vessels. *Composite Structures*, 202, 112–120.

Azeem, M., Numbi, N. M., Masu, L. M., & Nziu, P. K. (2024). Optimal combination of liner, fibre and shell thicknesses in carbon fibre-overwrapped composite pressure vessels. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 72(5), 86–98. https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V72I5P109

Bank, L. C. (2006). *Composites for construction: Structural design with FRP materials*. John Wiley & Sons.

Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2014). *Materials science and engineering: An introduction* (9th ed.).

Özbek, Ö., & Bozkurt, Ö. Y. (2020). The influence of fiber orientation angle on hoop tensile characteristics of basalt fiber reinforced composite pipes. *The International Journal of Materials and Engineering Technology, 3*(3), 150–159.

Dörstelmann, M., Schwinn, T., Menges, A., & Knippers, J. (2014). Core-less filament winding. In W. McGee & M. Ponce de Leon (Eds.), *Robotic Fabrication in Architecture, Art and Design* (pp. 275–284). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-04663-1_19

Fiore, V., Scalici, T., Di Bella, G., & Valenza, A. (2015). A review on basalt fibre and its composites. *Composites Part B: Engineering*, 74, 74–94.

Gopinath, A., Senthil Kumar, M., & Elayaperumal, A. (2020). Experimental investigation of hybrid glass/basalt fiber reinforced polymer composites. *Materials Today: Proceedings*, 33, 1234–1240.

Hamed, A. F., et al. (2007). Effects of winding angles on the strength of filament-wound pipes. *Journal of Composite Materials*, 41(15), 1839–1854.

Hollaway, L. C. (2010). *Advanced fibre-reinforced polymer (FRP) composites for structural applications*. Woodhead Publishing.

Jawaid, M., & Abdul Khalil, H. P. S. (2011). Cellulosic/synthetic fibre reinforced polymer hybrid composites: A review. *Carbohydrate Polymers*, 86(1), 1–18.

Jones, R. M. (1999). *Mechanics of composite materials*. CRC Press.

Krishnamurthy, T., & Durairaj, S. D. (2022). Tensile properties of hybrid basalt/E-glass composite tubes. *Materials Today: Proceedings*, 58, 1234–1242.

Lapena, M. H., et al. (2017). Mechanical characterization of basalt and glass fiber composites. *Materials Research*, 20(5), 1323–1331.

Mallick, P. K. (2007). *Fiber-reinforced composites: Materials, manufacturing, and design* (3rd ed.). CRC Press.

Mouritz, A. P., & Gibson, A. G. (2006). *Fire properties of polymer composite materials*. Springer.

Özbek, Ö., Bozkurt, Ö. Y., & Kanat, M. S. (2018, April). The effect of winding angle on hoop tensile characteristics of the glass fiber reinforced composite pipes. *International Congress on Engineering and Life Science*, Kastamonu, Turkey.

Peters, S. T. (2013). *Handbook of composites manufacturing*. CRC Press.

Rafiee, M. (2013). Apparent hoop tensile strength prediction of glass/polyester composite pipes. *SAMPE Journal*, 49(3), 7–15.

Schwinn, T., Dörstelmann, M., & Menges, A. (2013). Coreless filament winding: A novel approach to FRP fabrication. *ICD/ITKE Research Pavilion*.

Srebrenkoska, V., et al. (2015). Thermal stability and hoop tensile behavior of glass epoxy composite tubular samples. *Materials Science and Engineering: A*, 640, 134–142.

Srebrenkoska, V., et al. (2023). Effect of process parameters on thermal and mechanical properties of filament-wound composite pipes. *Polymers*, 15(13), 2829. https://doi.org/10.3390/polym15132829

Strong, A. B. (2008). *Fundamentals of composites manufacturing: Materials, methods and applications* (2nd ed.). SME.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

DIMENSIONAL AND MECHANICAL PERFORMANCE ANALYSIS BASED ON GEOMETRIC PATTERN IN PLA STRUCTURES PRODUCED BY ADDITIVE MANUFACTURING

Asst. Prof. Abdullah UĞUR
Karabuk University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, Karabük-Türkiye
ORCID: 0000-0002-3495-529X

Asst. Prof. Muhammet Mevlüt KARACA
Karabuk University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, Karabük-Türkiye
ORCID: 0000-0001-9644-3663

ABSTRACT
In this study, three different geometric patterns were produced from PLA+ filament using the FDM/FFF based additive manufacturing method, and the dimensional accuracy and mechanical performance of the samples were comparatively investigated. The samples were hexagonal frame lattice structures, and the internal patterns were designed as triangle, curved circle, and circle. As a result of dimensional analyzes, the lowest standard deviations were obtained for the curved circle pattern (L: ±0.19 mm, D: ±0.37 mm, H: ±0.09 mm). In compression tests, the triangle patterned samples showed the highest load carrying capacity with 16,785 ± 964 N, while the curved circle and circle patterned samples reached 13,453 ± 498 N and 13,921 ± 353 N, respectively. The absorbed energy calculated from the force-displacement curves ($\varepsilon \approx 20\%$, $\Delta x \approx 12$ mm) was found to be 145.7 J for the triangular patterned samples, 95.3 J for the curved circle patterned samples, and 89.4 J for the circular patterned samples. The results reveal that the geometric pattern has a decisive effect on both dimensional accuracy and energy absorption performance.
Keywords: Additive manufacturing, 3D printing, PLA, Geometric pattern, Mechanical performance.

Introduction
Additive Manufacturing (AM) is a rapidly expanding manufacturing method thanks to its wide range of applications, design flexibility, and the freedom to create complex geometries. Compared to traditional manufacturing techniques, AM offers significant advantages across various sectors, particularly when it comes to load-bearing structures (Li et al., 2022; A. K. Singh et al., 2024). AM stands out for its ability to create innovative structures with unique mechanical properties, and lattice structures provide functional benefits such as energy absorption, vibration damping, high stiffness, and strength. Furthermore, metamaterial engineering products offering extraordinary capabilities can be produced with AM technologies (Kibaroglu et al., 2025; Naat et al., 2025; Talati-Ahmad et al., 2024).
Design flexibility and customization are among the strengths of AM, enabling the fabrication of complex lattice configurations that are difficult to achieve with traditional methods. Material extrusion-based CEM offers precise control over mechanical performance by enabling the production of cellular structures that function as energy absorbers. These structures, with their properties such as lightweight, impact energy absorption, and crash resistance, are critical in fields such as automotive, aerospace, and protective systems (Joshi et al., 2024; Mercado-Colmenero & Martin-Doñate, 2024). In this context, FDM based lattice structures offer significant opportunities in terms of lightweight design and energy absorption.
Polylactic acid (PLA) is one of the most preferred thermoplastics for FDM-based manufacturing thanks to its low printing temperature, high dimensional stability, biodegradability, and environmentally friendly properties. PLA is widely used in biomedical and engineering applications and is frequently preferred by researchers for its easy processability (Dadashi et al., 2025; Kasimani et al., 2025; Kianifar et al., 2025). The dimensional stability of PLA directly impacts production accuracy, especially in complex lattice structures.

Process parameters (layer height, flow rate, printing speed, etc.) and part geometry play a critical role in production accuracy and mechanical performance (Cao et al., 2024; Myers et al., 2022; Vălean et al., 2025).

Recent studies have shown that geometric patterns are decisive for the mechanical performance and energy absorption capacity of lattice structures. For example, He et al. (He et al., 2022) reported that loofah fiber-based biomimetic patterns offered superior energy absorption performance, while Liu et al. (Liu et al., 2024) reported that polycrystalline-like lattice structures outperformed traditional structures. Park et al. (Park et al., 2023) emphasized that hybrid lattice structures provide significantly higher energy absorption than single-pattern structures; Marcon et al. (Marcon et al., 2024) demonstrated the mechanical advantages of patterns inspired by Islamic geometry. Similarly, Qin et al. (Qin et al., 2022) showed that TPMS-diamond structures offered superior compressive strength than cubic structures. Additionally, comparative studies have reported that triangular patterned structures provide higher load carrying capacity and energy absorption capability compared to circular patterns (Farias et al., 2024; Mani et al., 2024a; S. Singh et al., 2025).

In this context, the current study aims to investigate the impact of geometric patterning on dimensional accuracy and energy absorption capacity in PLA+ lattice structures manufactured using the FDM method. Three different configurations triangle, curved circle, and circle were designed and systematically investigated. Dimensional deviations were measured using a profile projector, and compression tests were conducted to determine the load-carrying capacity of the samples and the energy absorbed up to 20% engineering strain. Thus, findings demonstrating the bidirectional impact of geometry on both manufacturing accuracy and mechanical functionality contribute to the design optimization of additively manufactured structures for energy absorption applications.

Materials and Methods

In this study, samples were produced using the FDM/FFF-based additive manufacturing method. A Flashforge Adventurer 5M Pro model 3D printer and PLA+ (Polylactic Acid) filament from Monte Lua (Turkey) were used in production. Printer parameters used in production are listed in Table 1.

Table 1. Printer parameters

Parameter	Value
Flament Diameter (mm)	1.75
Nozzle Diameter (mm)	0.4
Extruder Temperature (C°)	210
Table Temperature (C°)	55
İnfill Density (%)	100
Layer Thickness (mm)	0.2

The samples were designed using Autodesk Fusion software, considering three different geometric patterns. Images and dimensions of the samples are presented in Figure 1. In all samples, the outer frame is hexagonal, and the interior is divided into equilateral triangles. The patterns within the equilateral triangles vary and are named accordingly: T: Triangle within Triangle Pattern, CC: Curved Circle within Triangle Pattern, and C: Circle within Triangle Pattern. The dimensions of the patterns are given in Figure 1.

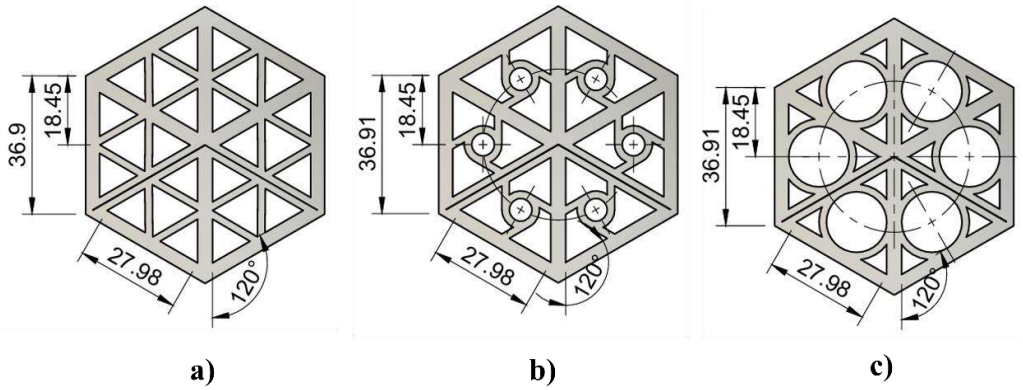


Figure 1. Sample patterns and dimensions a) T, b) CC, and c) C

The general view of the printer used in the study and the samples produced is given in Figure 2. As a result of the visual inspection performed on the samples, no defects were detected and the samples were found to be suitable for the tests.

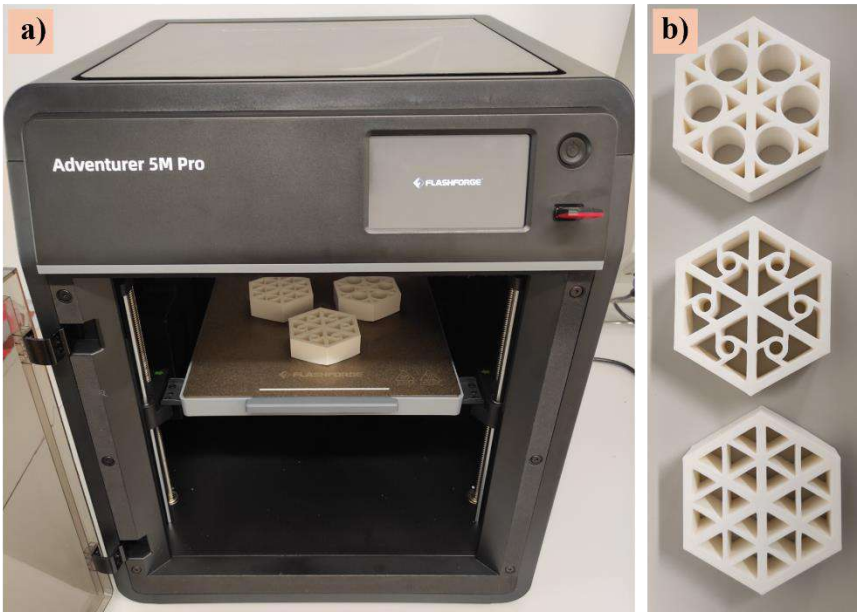


Figure 2. a) Flashforge Adventurer 5M Pro model FDM 3D printer used in the production of samples, b) three different geometric patterns produced

Dimensional measurements were performed using a Nikon V-12B model profile projector, based on common lengths for the three samples shown in Figure 3. In this context, the critical inner triangle base, triangle angle, and material thickness were determined. Compression tests were performed on a Zwick brand universal testing machine without an extensiometer and with a crosshead speed of 2 mm/min.

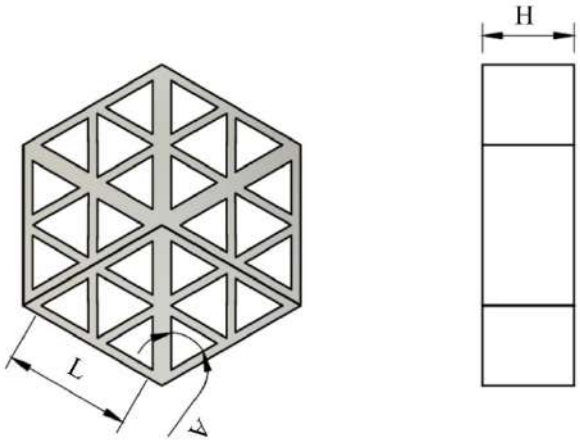


Figure 3. Dimensions measured on samples

Findings and Discussion

Data obtained with the profile projector are presented in Table 2, and dimensional measurement analyses revealed that the geometric pattern directly impacts production accuracy. The analyses revealed that the curved circle (CD) pattern stood out as the most stable structure in terms of dimensional accuracy, with the lowest standard deviations. In contrast, the circle (D) pattern exhibited higher deviations, particularly in angle measurements, indicating that complex geometries can cause greater variation in the printing process. Similarly, the literature has reported that dimensional accuracy in FDM-based production is critically affected by printing parameters (e.g., nozzle temperature, layer height, print speed, and infill rate) (Abas et al., 2022; Gao et al., 2019; Kouassi et al., 2024). Furthermore, it has been previously stated that PLA offers advantages in terms of dimensional stability due to its low coefficient of thermal expansion (Aljazara et al., 2023; Kamio et al., 2024). This finding is consistent with the results obtained with PLA+ material in our study. However, not only the process parameters but also the geometric design itself stands out as a determining factor in dimensional accuracy (Letov et al., 2023).

Table 2. Dimensional measurement results

Samples	L (mm)	A(°)	H (mm)
C (Circle)	27.519 ± 0.397	59.677 ± 1.728	19.743 ± 0.229
T (Triangular)	27.479 ± 0.432	60.277 ± 0.869	20.13 ± 0.113
CC (Curved Circle)	27.766 ± 0.188	60.287 ± 0.374	20.055 ± 0.091

When evaluated in terms of mechanical performance, the specimens were tested under compression load, as seen in Figure 4a, and analyzed through the force-displacement curves given in Figure 4b. As a result of these tests, the triangular (U) patterned specimens reached the highest load carrying capacity with 16,785 ± 964 N, while the circle (D) patterned specimens exhibited the lowest strength with 13,921 ± 353 N. The curved circle (CD) patterned specimens remained at the intermediate level with 13,453 ± 498 N. These findings show that the triangular pattern offers a more advantageous configuration in terms of load carrying capacity. It has been stated in the literature that triangular lattice structures exhibit more stable behavior in load distribution and provide higher mechanical strength compared to other patterns (Emir et al., 2021; Saleh et al., 2022). Furthermore, Mani et al. reported that triangular patterned PLA structures offer not only higher load-carrying capacity but also superior energy absorption (Mani et al., 2024b).

When evaluated in terms of energy absorption, values calculated from the force-displacement curves up to 20% engineering strain ($\Delta x \approx 12$ mm) were taken into account, as shown in Figure 4c. In this context, triangular patterned specimens showed the highest energy absorption capacity with 145.7 J. In contrast, the curved circle (95.3 J) and circle patterns (89.4 J) remained at lower levels. It is also stated in the literature that triangular cages provide more stable energy absorption during deformation by creating effective load paths (Shi et al., 2024; Wen & Li, 2021). In circular structures, energy absorption is defined by different fracture modes and longer plateau regions (Malekan & Sigurjónsson, 2024; Wang et al., 2022), which is consistent with the findings in our study. Therefore, it can be concluded that the triangular pattern is particularly advantageous in applications requiring high energy absorption, such as impact and collision. It is also noteworthy that hybrid patterns reported in the literature can offer improved mechanical performance by combining the advantages of triangular and circular structures (Park et al., 2023).

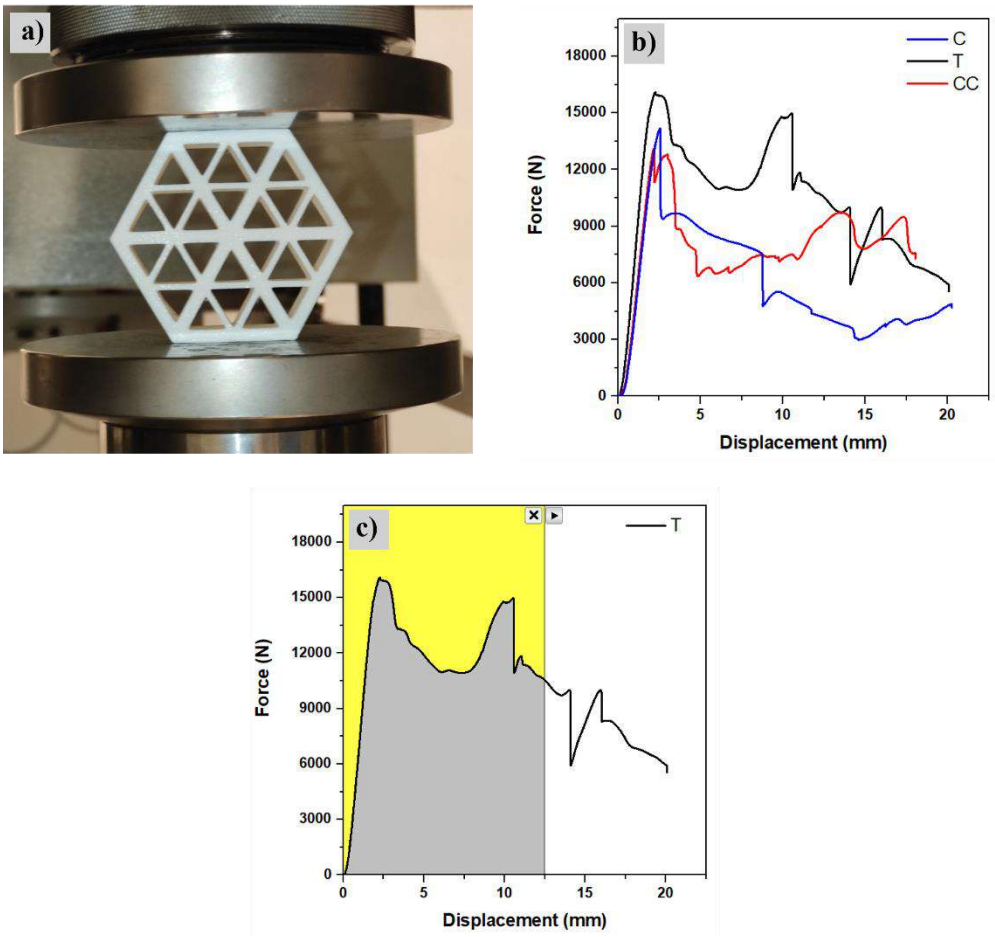


Figure 4. Experimental image of the sample during the compression test, b) force-displacement curves of different patterns, c) example representation of the absorbed energy calculation for a selected sample

Conclusion and Recommendations

In this study, three different geometric patterns (triangle, curved circle, and circle) were produced from PLA+ material using the FDM/FFF method; dimensional accuracy and compression tests were performed on the samples.

As a result of dimensional measurements, the lowest standard deviations were obtained in the curved circle (CD) pattern, which was determined to be the most stable structure in terms of production accuracy. The triangle (U) pattern provided stable results in measurement accuracy, while the circle (D) pattern exhibited higher deviations, especially in diameter measurements.

As a result of the compression tests, the triangle patterned samples demonstrated the highest strength at 16,785 ± 964 N. The circle patterned samples exhibited the lowest strength at 13,921 ± 353 N, while the curved circle patterned samples remained at the intermediate level at 13,453 ± 498 N. According to area calculations obtained from force-displacement curves, the energy absorbed up to 20% engineering strain ($\Delta x \approx 12$ mm) was found to be 145.7 J in triangular patterned samples, 95.3 J in curved-circle patterns, and 89.4 J in circular patterns.

Consequently, triangular patterned structures offer superior properties in both load-carrying capacity and energy absorption performance, while curved-circle patterns stand out in terms of manufacturing precision. These findings demonstrate that pattern selection is a critical parameter in the design phase of structures produced through additive manufacturing.

Thanks and Information Note

The authors gratefully acknowledge Karabük University MARGEM Laboratories for providing the experimental facilities and technical support required to carry out this study.

REFERENCES

Abas, M., Habib, T., Noor, S., Salah, B., & Zimon, D. (2022). Parametric investigation and optimization to study the effect of process parameters on the dimensional deviation of fused deposition modeling of 3D printed parts. Polymers, 14(17), 3667. https://doi.org/10.3390/polym14173667

Aljazara, A., Tuhaimer, N. A., Alawwad, A., Hani, K. B., Qusef, A. D., Alsalhi, N. R., & Al-Dawoodi, A. (2023). Quality of 3D printed objects using fused deposition modeling (FDM) technology in terms of dimensional accuracy. International Journal of Online & Biomedical Engineering, 19(14), 45–62. https://doi.org/10.3991/ijoe.v19i14.43761

Cao, A., Wan, D., Gao, C., & Elverum, C. W. (2024). A novel method of fabricating designable polylactic acid (PLA)/thermoplastic polyurethane (TPU) composite filaments and structures by material extrusion additive manufacturing. Journal of Manufacturing Processes, 118, 432–447. https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2024.03.015

Dadashi, A., Nedjad, K. H., Farrokhabadi, A., & Ghannadpour, S. A. M. (2025). Novel geometric functionally graded auxetic double arrowhead lattice structures design: Tailored unit cell angles for superior energy absorption. Composites Part C: Open Access, 17, 100613. https://doi.org/10.1016/j.jcomc.2025.100613

Emir, E., Bahçe, E., & Uysal, A. (2021). Effect of octet-truss lattice transition geometries on mechanical properties. Journal of Materials Engineering and Performance, 30(12), 9370–9376. https://doi.org/10.1007/s11665-021-06096-2

Farias, D., Oliveira, D., Quaresma, L., Sousa, M., Pinheiro, M., Angélica, R., Paz, S., & Reis, M. (2024). Effect of infill parameters and nano-reinforcement on compression performance of 3D printed polylactic acid. Preprints, 2024020299. https://doi.org/10.20944/preprints202402.0299.v1

Gao, X., Zhang, D., Wen, X., Qi, S., Su, Y., & Dong, X. (2019). Fused deposition modeling with polyamide 1012. Rapid Prototyping Journal, 25(7), 1145–1154. https://doi.org/10.1108/rpj-09-2018-0258

He, G., Yang, H., Chen, T., Ning, Y., Zou, H., & Zhu, F. (2022). Lattice structure design method aimed at energy absorption performance based on bionic design. Machines, 10(10), 965. https://doi.org/10.3390/machines10100965

Joshi, S. R., Ray, S. S., Kim, S., & Kwon, Y. N. (2024). Potentiality of PLA 3D printed macro-structured feed spacers with a rational and facile layout for improved MD desalination performance. Chemical Engineering Research and Design, 203, 293–304. https://doi.org/10.1016/j.cherd.2024.01.037

Kamio, T., Iwata, H., & Kawai, T. (2024). Challenges and solutions for cost-effective and practical dental cast fabrication with a desktop fused deposition modeling (FDM) 3D printer. Cureus, 16(3), e73354. https://doi.org/10.7759/cureus.7335

Kasimani, R., Karthika, A., Poonkuzhali, K., Anitha Jothi, R., & Seenivasagan, R. (2025). Evaluation of Mucuna pruriens seed compounds as inhibitors of Echis carinatus PLA_2: Docking-based

insights using Daboia russelii structure. International Journal of Biological Macromolecules, 321, 146196. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.146196

Kianifar, M., Azadi, M., & Heidari, F. (2025). Impacts of cell type and strut thickness on bending fatigue lifetime of additive-manufactured PLA-wood parts. Journal of Materials Research and Technology, 38, 1651–1663. https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2025.08.025

Kibaroglu, D., Katti, A., Drebenstedt, C., Hipke, T., Krupp, U., & Haase, C. (2025). Enhancing energy absorption performance in additively manufactured lattice structures: A synergistic approach to geometry and alloy design. Materials & Design, 254, 114021. https://doi.org/10.1016/j.matdes.2025.114021

Kouassi, M. C., Abdallah, A. Ben, Nouira, S., Ballut, S., Fitoussi, J., Shirinbayan, M., & Kallel, A. (2024). FDM printing of microneedles based on biocompatible and biodegradable thermoplastic polymers. Journal of Applied Polymer Science, 141(41), e56067. https://doi.org/10.1002/app.56067

Letov, N., & Zhao, Y. F. (2023). Geometric modelling of heterogeneous lattice structures through function representation with LatticeQuery. Proceedings of the Design Society, 3, 2045–2054. https://doi.org/10.1017/pds.2023.205

Li, J., Durandet, Y., Huang, X., Sun, G., & Ruan, D. (2022). Additively manufactured fiber-reinforced composites: A review of mechanical behavior and opportunities. Journal of Materials Science & Technology, 119, 219–244.

Liu, Y., Bai, G., Qu, Z., & Xu, X. (2024). Numerical investigation of the mechanical properties of lattice structures inspired from polycrystalline materials. AIP Advances, 14(3), 035352. https://doi.org/10.1063/5.0194140

Malekan, M., & Sigurjónsson, B. (2024). On the mechanical behavior of polymeric lattice structures fabricated by stereolithography 3D printing. Engineering Reports, 6(12), e13003. https://doi.org/10.1002/eng2.13003

Mani, M., Murugaiyan, T., & Shanmugam, V. (2024a). Mechanical characterization and puncture resistance of 3D-printed PLA lattice structures. Polymer Engineering & Science, 64(10), 5006–5021. https://doi.org/10.1002/pen.26897

Mani, M., Murugaiyan, T., & Shanmugam, V. (2024b). Mechanical characterization and puncture resistance of 3D-printed PLA lattice structures. Polymer Engineering & Science, 64(10), 5006–5021. https://doi.org/10.1002/pen.26897

Mercado–Colmenero, J. M., & Martin–Doñate, C. (2024). A novel geometric predictive algorithm for assessing compressive elastic modulus in MEX additive processes, based on part nonlinearities and layers stiffness, validated with PETG and PLA materials. Polymer Testing, 133, 108389. https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2024.108389

Myers, D., Abdel-Wahab, A., Hafeez, F., Kovacev, N., & Essa, K. (2022). Optimisation of the additive manufacturing parameters of polylactic acid (PLA) cellular structures for biomedical applications. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, 136, 105447. https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2022.105447

Naat, N., Hajlaoui, K., Mezlini, S., & da Silva, L. F. M. (2025). Enhanced mechanical interlocking in adhesive joints through precision-engineered surface patterns on 3D-printed PLA adherends. International Journal of Adhesion and Adhesives, 142, 104132. https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2025.104132

Park, S. J., Lee, J. H., Yang, J., Moon, S. K., Son, Y., & Park, J. (2023). Enhanced energy absorption of additive-manufactured Ti-6Al-4V parts via hybrid lattice structures. Micromachines, 14(11), 1982. https://doi.org/10.3390/mi14111982

Qin, D., Sang, L., Zhang, Z., Lai, S., & Zhao, Y. (2022). Compression performance and deformation behavior of 3D-printed PLA-based lattice structures. Polymers, 14(5), 1062. https://doi.org/10.3390/polym14051062

Saleh, M., Anwar, S., Al-Ahmari, A. M., & Alfaify, A. (2022). Compression performance and failure analysis of 3D-printed carbon fiber/PLA composite TPMS lattice structures. Polymers, 14(21), 4459. https://doi.org/10.3390/polym14214595

Shi, X., Jiang, W., Song, K., Zhang, C., Liu, T., & Liao, W. (2024). Energy absorption capability of graded hybrid triply periodic minimal surface structures based on fracture zone controlling. Advanced Engineering Materials, 26(10), 2301847. https://doi.org/10.1002/adem.202301847

Singh, A. K., Nath, A. K., Pratihar, D. K., & Roy Choudhury, A. (2024). Development and performance of additively manufactured tungsten carbide tool insert: An application of additive manufacturing towards flexible and customized machining. Tribology International, 197, 109780. https://doi.org/10.1016/j.triboint.2024.109780

Singh, S., Kamble, Z., & Neje, G. (2025). Compressive performance of three-dimensional multilevel sandwich composite structures. Journal of Sandwich Structures & Materials, 27(2), 374–395. https://doi.org/10.1177/10996362241298156

Talati-Ahmad, M., Dezianian, S., Azadi, M., & Ghoddosian, A. (2024). Metamaterial structure impacts on stress and bending fatigue lifetime of additive-manufactured 3D-printed PLA specimens. Journal of Engineering Research (Kuwait). https://doi.org/10.1016/j.jer.2024.12.011

Vălean, C., Linul, E., & Rajak, D. K. (2025). Compressive performance of 3D-printed lightweight structures: Infill pattern optimization via multiple-criteria decision analysis method. Results in Engineering, 25, 103936. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.103936

Wang, M., Zhang, J., & Wang, W. (2022). Compression and deformation behaviors of hierarchical circular-cell lattice structure with enhanced mechanical properties and energy absorption capacity. Aerospace, 9(12), 786. https://doi.org/10.3390/aerospace912078

Wen, Z., & Li, M. (2021). Compressive properties of functionally graded bionic bamboo lattice structures fabricated by FDM. Materials, 14(16), 4410. https://doi.org/10.3390/ma14164410

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

EFFECT OF RADIUS-BASED GEOMETRIC MODIFICATIONS ON MECHANICAL BEHAVIOR IN AUXETIC RE-ENTRANT HEXAGONAL STRUCTURES

Asst. Prof. Muhammet Mevlüt KARACA
Karabuk University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, Karabük-Türkiye
ORCID: 0000-0001-9644-3663

Asst. Prof. Abdullah UĞUR
Karabuk University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, Karabük-Türkiye
ORCID: 0000-0002-3495-529X

ABSTRACT
This study provides original contributions to the literature on the mechanical performance of FDM-based auxetic structures. This study investigates the compressive behavior of radius-based geometric modifications in re-entrant honeycomb auxetic structures fabricated using the Fused Deposition Modeling (FDM) method. Models designed in the SolidWorks environment were created using different radii at the strut joints, creating configurations of R0 (0 mm radius), R1 (1 mm radius), and R2 (2 mm radius). Their 90° rotated counterparts (RR0, RR1, and RR2) were also evaluated. Specimens were fabricated using PLA filament, and uniaxial compression tests were conducted. The findings revealed that, in the R group, the 1 mm radius design (R1) exhibited an approximately 30% decrease in energy absorption and a 19% decrease in peak force compared to the 0 mm design, while the 2 mm radius design (R2) offered performance close to that of the 0 mm design. In the RR group, the 2 mm radius design (RR2) was the most successful configuration, providing approximately a 47% increase in energy absorption and a 128% increase in peak force compared to the 0 mm design. The results show that the effect of geometric modifications depends on the structure's orientation; in some cases, they can limit capacity, while in others, they provide significant improvements. These findings emphasize the need to consider both radius and orientation parameters in the design optimization of FDM-based auxetic structures.
Keywords: Auxetic structure, Re-entrant, FDM, Compression test, Radius effect, Energy absorption.

Introduction
Auxetic structures are among the innovative materials that have attracted attention in recent years due to their negative Poisson's ratio (NPR). Their ability to expand laterally under uniaxial tension and maintain shape stability under compressive loads are key features that distinguish them from traditional materials (Alomarah et al., 2020; Singh et al., 2023). Thanks to these features, it offers advantages such as energy absorption, impact resistance and adaptable deformation, and finds application in different areas such as sports equipment, protective equipment and biomedical implants (Sayed & Samarth, 2019; Tairidis et al., 2022).

Auxetic materials are preferred in protective gear because they provide high energy absorption by condensing under pressure. This property offers increased impact-reducing performance in helmets, knee pads, and athletic equipment (Imbalzano et al., 2017; Singh et al., 2023). Additionally, auxetic textiles are used in sports and fashion due to their shape retention and comfort properties; and they stand out in the aviation and automotive industries as reinforcements in composite materials thanks to their combination of lightness and strength (Khan et al., 2021; Ma, 2019). In biomedical engineering, it adapts to natural tissue behavior in applications such as tissue scaffolds, shock-absorbing implants, and gloves for vibration control (Critchley et al., 2013; Dong & Hu, 2023).

Another reason for the interest in auxetic structures is their design flexibility. Metamaterial designs with negative Poisson's ratio play a critical role in improving impact resistance and collapse behavior (Cui et al., 2018; Ye et al., 2021).

Changes to geometric configurations, such as hierarchical honeycomb designs, enhance the auxetic response and provide higher energy absorption capacity (Mousanezhad et al., 2015; Shaat & Wagih, 2020). In addition, smart engineering solutions can be achieved by providing embedded sensing features to these structures with advanced production techniques (Hamzehei et al., 2022; Zhang et al., 2023).

The proliferation of additive manufacturing, particularly Fused Deposition Modeling (FDM), has made it possible to produce auxetic structures with complex geometries. FDM's additive manufacturing logic enables the controlled production of reentrant lattices that are unattainable using traditional methods (Chalgham et al., 2021; Choudhry et al., 2022). In this context, Polylactic Acid (PLA), which stands out with its biodegradable structure, low printing temperature and dimensional stability, is frequently preferred in the production of auxetic structures (Mazzanti et al., 2019; Song et al., 2024). It has been reported in the literature that auxetic structures produced with PLA exhibit higher energy absorption and impact resistance compared to conventional structures (Choudhry et al., 2022; Lvov et al., 2020).

Geometric parameters are critical to performance in auxetic structures. Re-entrant honeycomb configurations stand out with their strut angles and cell dimensions, which directly affect negative Poisson behavior (Haque Faisal et al., 2023; Pan et al., 2022). It has been reported that the strut angle and h/l ratio are determinants of energy absorption and stiffness (Chen et al., 2023; Vyavahare & Kumar, 2021). Furthermore, even small changes in radius, strut thickness, and angle parameters affect the load-carrying capacity by varying the failure mechanism (Maran et al., 2020; Yang et al., 2018). Therefore, systematic examination of geometric modifications in re-entrant honeycomb structures is important for design optimization (Grima et al., 2010; Zahed et al., 2024).

In this study, the effects of radius-based geometric modifications on the compressive behavior of re-entrant honeycomb structures fabricated using PLA filament using the FDM method were experimentally investigated. The effects of different radius values on load-carrying capacity, energy absorption, and collapse mechanism in the original and 90° rotated orientations were evaluated. This approach offers a unique contribution to the design optimization of auxetic structures by systematically elucidating the radius-orientation interaction, which has been studied only limitedly in literature.

Materials and Methods

In this study, samples were produced using the FDM/FFF-based additive manufacturing method. A Flashforge Adventurer 5M Pro 3D printer and PLA+ (Polylactic Acid) filament from Monte Lua (Turkey) were used in the production process. The basic parameters of the printer are presented in Table 1.

Table 1. Printer parameters

Parameter	Value
Flament Diameter (mm)	1.75
Nozzle Diameter (mm)	0.4
Extruder Temperature (C°)	210
Table Temperature (C°)	55
İnfill Density (%)	100
Layer Thickness (mm)	0.2

The re-entrant honeycomb designs and variations used in the study were created in the SolidWorks environment and are shown in Figure 1. Unit cell dimensions are shown in Figure 1a, and models obtained by defining the radius parameter as 0, 1, and 2 mm are shown in Figure 1b. The R0, R1, and R2 configurations are shown in Figure 1c, and the RR0, RR1, and RR2 configurations obtained by rotating these models by 90° are shown in Figure 1d.

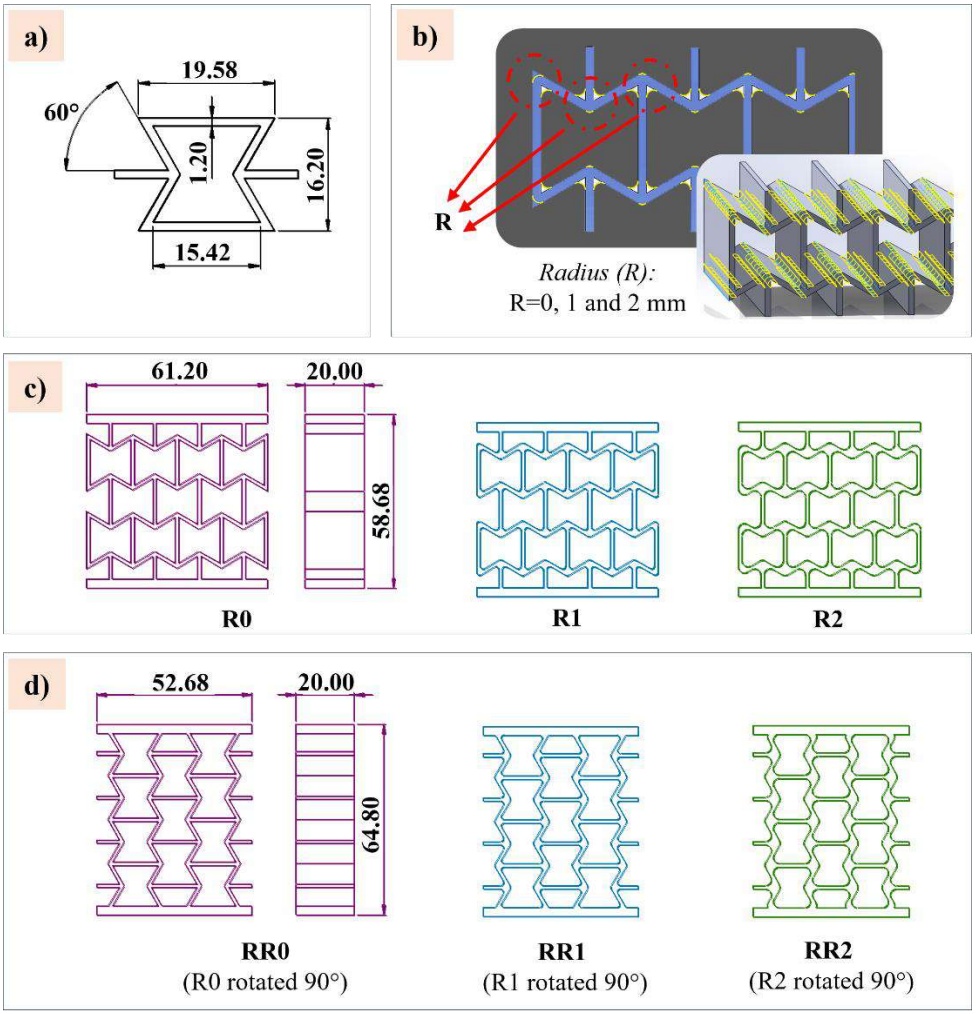


Figure 1. Unit cell geometry and dimensions, b) designs for different radius values (R = 0, 1, 2 mm), c) R0, R1 and R2 models, d) RR0, RR1 and RR2 models obtained by rotating R0, R1 and R2 by 90°

The produced samples are shown in Figure 2. As a result of the visual inspection carried out on the R0, R1 and R2 models and the RR0, RR1 and RR2 models obtained by rotating them by 90°, no manufacturing defects were detected. Dimensional measurements were performed using a Nikon V-12B profile projector, and compression tests were conducted on a Zwick universal testing machine at a crosshead speed of 2 mm/min without using an extensometer.

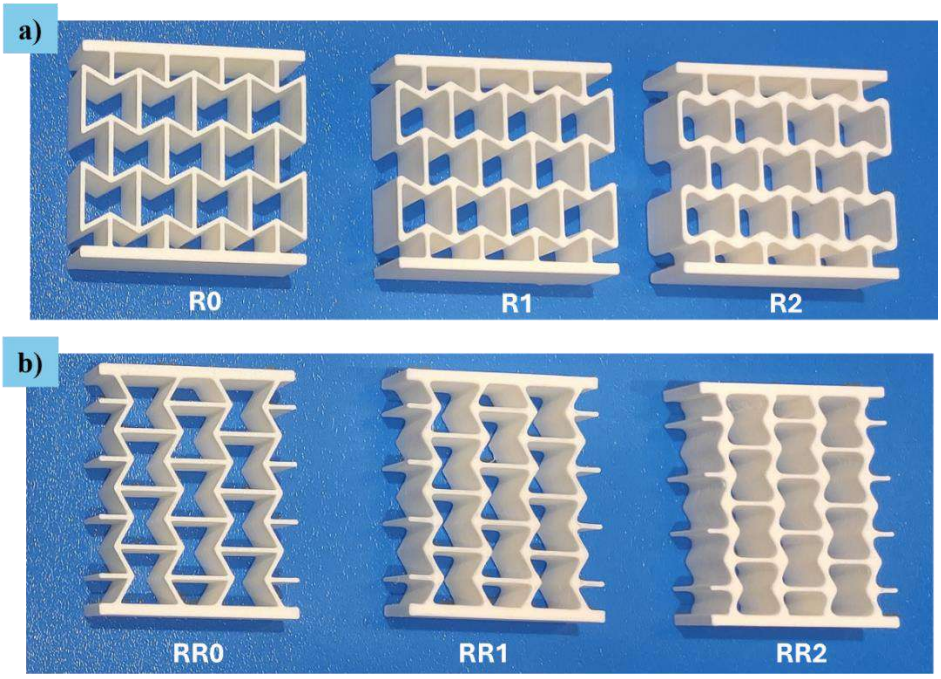


Figure 2. Samples produced with a 3D printer: a) R0, R1 and R2 models, b) RR0, RR1 and RR2 models

Findings and Discussion

Figure 3 presents sample images taken during compression tests of specimens belonging to groups R (a) and RR (b), along with the force-displacement curves for these specimens. As can be clearly seen from the figure, the slopes of the curves and maximum load-carrying capacities vary significantly depending on the radius application. This is consistent with the literature, which demonstrates that geometric parameters such as strut angle and cell ratio directly affect mechanical performance in re-entrant honeycomb structures (Haque Faisal et al., 2023; Pan et al., 2022; Vyavahare & Kumar, 2021).

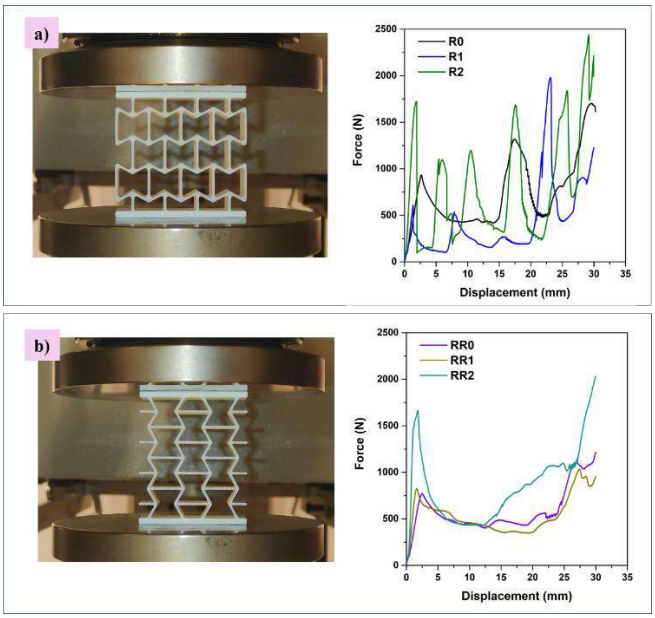


Figure 3. a) Sample compression test image and force-displacement curves of models R0, R1 and R2, b) Sample compression test image and force-displacement curves of models RR0, RR1 and RR2

As can be seen from the data presented in Table 2, the first peak forces, displacement values, and absorbed energy of the samples vary depending on the orientation and radius differences. Fluctuations in the first peak force, in particular, indicate that the radius directly affects the stability of the strut joints. Similarly, geometry modifications have previously been reported to alter the failure mechanism and affect load-carrying capacity (Maran et al., 2020; Yang et al., 2018).

Within the R group (original orientation), R0 and R2 exhibited similar energy values (20.41 ± 2.26 J and 20.57 ± 4.78 J). In these two cases, the 1st peak forces were 910 ± 7 N and 1387 ± 460 N, respectively. In contrast, R1 showed lower performance in both energy absorption (14.22 ± 2.10 J) and 1st peak force (740 ± 191 N). In the R group, where peak displacements generally occurred in the range of 1.5-2.5 mm, the low values in R1 reveal that the applied radius negatively affects the failure behavior. This finding is parallel with studies showing that radius and strut modifications play a decisive role on the elastic modulus and stiffness (Lu et al., 2016; Mohammadpour & Taheri-Behrooz, 2024).

When examining the RR group (90° rotated orientation), RR2 clearly stands out. Energy absorption reached the highest value at 25.34 ± 0.04 J, while the first peak force was recorded as 1710 ± 61 N. In contrast, RR0 (17.20 ± 0.42 J, 751 ± 23 N) and RR1 (15.75 ± 0.49 J, 772 ± 69 N) showed lower performance. Peak displacements were also measured around 1.6-2.5 mm in this group. In particular, the high capacity of RR2 shows that the increase in radius provides a more balanced deformation behavior in rotated structures. This result is consistent with studies showing that geometric modifications in FDM-based re-entrant honeycomb structures can increase energy absorption capacity (Baroutaji et al., 2024; Tan et al., 2019).

When evaluated overall, the radius application in the original orientation (R group) reduces load-carrying and energy capacity in some variations (R1), while the radius increase in the 90° rotated orientation (RR group) has had a positive effect on mechanical performance (RR2). This finding demonstrates that in re-entrant honeycomb structures, not only geometric parameters but also orientation must be taken into account.

Table 2. Compression Test Results (1st Peak and Energy Values (0-30mm))

Samples	1st Peak Force (N)	1st Peak Displacement (mm)	Energy (J)
R0	910 ± 7	2.55 ± 0.06	20.41 ± 2.26
R1	740 ± 191	1.64 ± 0.40	14.22 ± 2.10
R2	1387 ± 460	1.58 ± 0.48	20.57 ± 4.78
RR0	751 ± 23	2.45 ± 0.05	17.20 ± 0.42
RR1	772 ± 69	1.64 ± 0.08	15.75 ± 0.49
RR2	1710 ± 61	1.58 ± 0.27	25.34 ± 0.04

Conclusion and Recommendations

This study demonstrated the effects of radius-based geometric modifications on the compressive behavior of re-entrant auxetic structures fabricated using the FDM method. Experimental findings revealed different trends for the original orientation (R group) and the 90° rotated orientation (RR group).

In the R group (original orientation), it was observed that the application of radius did not always improve performance. The 0 mm (R0) and 2 mm (R2) radii designs had similar energy absorption capacities (~20 J) and exhibited stable behavior. In contrast, the 1 mm radius design (R1) showed an approximately 30% decrease in energy absorption and a 19% decrease in peak force compared to R0. This suggests that certain geometric modifications can negatively affect failure behavior.

A different picture emerged in the RR group (90° rotated orientation). The 2 mm radius design (RR2) achieved an approximately 47% increase in energy absorption and a 128% increase in peak force compared to the 0 mm design, making it the most successful configuration of the group. While RR0 and RR1 exhibited lower performance, the increase in radius was found to stabilize the failure behavior in this orientation and significantly improve load-carrying capacity.

Overall, the study revealed that radius and orientation parameters can affect the mechanical behavior of auxetic structures in different ways. These findings demonstrate that not only geometric parameters but also the stress orientation should be considered in the design optimization of FDM-based auxetic structures and offer significant contributions to future design studies.

Thanks and Information Note
The authors are thankful to Karabük University MARGEM Laboratories for their valuable contribution in terms of experimental equipment and technical support during the course of this research.

REFERENCES

Alomarah, A., Xu, S., Masood, S. H., & Ruan, D. (2020). Dynamic performance of auxetic structures: experiments and simulation. Smart Materials and Structures, 29(5), 055031. https://doi.org/10.1088/1361-665X/AB79BB

Baroutaji, A., Nikkhah, H., Arjunan, A., Pirmohammad, S., & Robinson, J. (2024). In-plane compressive responses of non-homogenous re-entrant honeycombs fabricated by fused deposition modelling. Micromachines, 15(6), 694. https://doi.org/10.3390/MI15060694

Chalgham, A., Ehrmann, A., & Wickenkamp, I. (2021). Mechanical properties of FDM printed PLA parts before and after thermal treatment. Polymers, 13(8), 1239. https://doi.org/10.3390/POLYM13081239

Chen, Z., Li, J., Wu, B., Chen, X., Ren, X., & Xie, Y. M. (2023). A novel bio-inspired helmet with auxetic lattice liners for mitigating traumatic brain injury. Smart Materials and Structures, 32(10), 105020. https://doi.org/10.1088/1361-665X/ACF62E

Choudhry, N. K., Panda, B., & Kumar, S. (2022). In-plane energy absorption characteristics of a modified re-entrant auxetic structure fabricated via 3D printing. Composites Part B: Engineering, 228, 109437. https://doi.org/10.1016/J.COMPOSITESB.2021.109437

Critchley, R., Corni, I., Wharton, J. A., Walsh, F. C., Wood, R. J. K., & Stokes, K. R. (2013). A review of the manufacture, mechanical properties and potential applications of auxetic foams. Physica Status Solidi (b), 250(10), 1963-1982. https://doi.org/10.1002/PSSB.201248550

Cui, S., Gong, B., Ding, Q., Sun, Y., Ren, F., Liu, X., Yan, Q., Yang, H., Wang, X., & Song, B. (2018). Mechanical metamaterials foams with tunable negative Poisson's ratio for enhanced energy absorption and damage resistance. Materials, 11(10), 1869. https://doi.org/10.3390/MA11101869

Dong, S., & Hu, H. (2023). Sensors based on auxetic materials and structures: A review. Materials, 16(9), 3603. https://doi.org/10.3390/MA16093603

Grima, J. N., Oliveri, L., Attard, D., Ellul, B., Gatt, R., Cicala, G., & Recca, G. (2010). Hexagonal honeycombs with zero Poisson's ratios and enhanced stiffness. Advanced Engineering Materials, 12(9), 855-862. https://doi.org/10.1002/ADEM.201000140

Hamzehei, R., Zolfagharian, A., Dariushi, S., & Bodaghi, M. (2022). 3D-printed bio-inspired zero Poisson's ratio graded metamaterials with high energy absorption performance. Smart Materials and Structures, 31(3), 035001. https://doi.org/10.1088/1361-665X/AC47D6

Haque Faisal, N., Scott, L., Booth, F., Duncan, S., McLeod, A., Ghazi Droubi, M., & Njuguna, J. (2023). Effect of fillers on compression loading performance of modified re-entrant honeycomb auxetic sandwich structures. The Journal of Strain Analysis for Engineering Design, 58(2), 98-117. https://doi.org/10.1177/03093247221083210

Imbalzano, G., Tran, P., Ngo, T. D., & Lee, P. V. S. (2017). Three-dimensional modelling of auxetic sandwich panels for localised impact resistance. Journal of Sandwich Structures & Materials, 19(3), 291-316. https://doi.org/10.1177/1099636215618539

Khan, M. K. R., Siddique, A. B., & Begum, H. A. (2021). Auxetic yarn: Fundamentals, influencing parameters, application areas and challenges. Textile & Leather Review, 4(4), 234-252. https://doi.org/10.31881/TLR.2021.10

Lu, Z. X., Li, X., Yang, Z. Y., & Xie, F. (2016). Novel structure with negative Poisson's ratio and enhanced Young's modulus. Composite Structures, 138, 243-252. https://doi.org/10.1016/J.COMPSTRUCT.2015.11.036

Lvov, V. A., Senatov, F. S., Korsunsky, A. M., & Salimon, A. I. (2020). Design and mechanical properties of 3D-printed auxetic honeycomb structure. Materials Today Communications, 24, 101173. https://doi.org/10.1016/J.MTCOMM.2020.101173

Ma, P. (2019). A review on auxetic textile structures, their mechanism and properties. Journal of Textile Science & Fashion Technology, 2(1). https://doi.org/10.33552/JTSFT.2019.02.000526

Maran, S., Masters, I. G., & Gibbons, G. J. (2020). Additive manufacture of 3D auxetic structures by laser powder bed fusion—Design influence on manufacturing accuracy and mechanical properties. Applied Sciences, 10(21), 7738. https://doi.org/10.3390/APP10217738

Mazzanti, V., Malagutti, L., & Mollica, F. (2019). FDM 3D printing of polymers containing natural fillers: A review of their mechanical properties. Polymers, 11(7), 1094. https://doi.org/10.3390/POLYM11071094

Mohammadpour, M., & Taheri-Behrooz, F. (2024). Compressive and flexural responses of auxetic sandwich panels with modified re-entrant honeycomb cores. Journal of Sandwich Structures & Materials, 26(7), 1165-1181. https://doi.org/10.1177/10996362241275532

Mousanezhad, D., Babaee, S., Ebrahimi, H., Ghosh, R., Hamouda, A. S., Bertoldi, K., & Vaziri, A. (2015). Hierarchical honeycomb auxetic metamaterials. Scientific Reports, 5(1), 1-8. https://doi.org/10.1038/SREP18306

Pan, K., Zhang, W., & Ding, J. (2022). Negative Poisson's ratio re-entrant base modeling and vibration isolation performance analysis. Symmetry, 14(7), 1356. https://doi.org/10.3390/SYM14071356

Sayed, U., & Samarth, A. (2019). Auxetic polymers in textiles—Review. International Journal of Advanced Science and Engineering, 5(3), 1056-1063. https://doi.org/10.29294/IJASE.5.3.2019.1056-1063

Shaat, M., & Wagih, A. (2020). Hinged-3D metamaterials with giant and strain-independent Poisson's ratios. Scientific Reports, 10(1), 1-8. https://doi.org/10.1038/S41598-020-59205-X

Singh, A., Rizwan, A., Goswami, S., Kini, C. R., & Pai, A. (2023). Progress of auxetic and semi-auxetic materials. Engineering Review, 43(3), 1-11. https://doi.org/10.30765/er.2050

Song, X., Weng, Y., Ma, Z., Han, Y., Zhang, X., & Zhang, C. (2024). Sustainable improvement in the polylactic acid properties of 3D printing filaments: The role of bamboo fiber and epoxidized soybean oil-branched cardanol ether compatibilizer. Polymer Composites, 45(12), 11276-11288. https://doi.org/10.1002/PC.28565

Tairidis, G. K., Ntintakis, I., Drosopoulos, G. A., Koutsianitis, P., & Stavroulakis, G. E. (2022). Auxetic metamaterials subjected to dynamic loadings. Theoretical and Applied Mechanics, 49(1), 1-14. https://doi.org/10.2298/TAM211103002T

Tan, H. L., He, Z. C., Li, K. X., Li, E., Cheng, A. G., & Xu, B. (2019). In-plane crashworthiness of re-entrant hierarchical honeycombs with negative Poisson's ratio. Composite Structures, 229, 111415. https://doi.org/10.1016/J.COMPSTRUCT.2019.111415

Vyavahare, S., & Kumar, S. (2021). Numerical and experimental investigation of FDM fabricated re-entrant auxetic structures of ABS and PLA materials under compressive loading. Rapid Prototyping Journal, 27(2), 223-244. https://doi.org/10.1108/RPJ-10-2019-0271

Yang, C., Vora, H. D., & Chang, Y. (2018). Behavior of auxetic structures under compression and impact forces. Smart Materials and Structures, 27(2), 025012. https://doi.org/10.1088/1361-665X/AAA3CF

Ye, M., Gao, L., Wang, F., & Li, H. (2021). A novel design method for energy absorption property of chiral mechanical metamaterials. Materials, 14(18), 5386. https://doi.org/10.3390/MA14185386

Zahed, M., Ardeshiri Jouneghani, R., & Safarabadi, M. (2024). Reinforcement of 3D-printed re-entrant structures using additional supports under three-point bending, experimental and numerical analyses. Advanced Engineering Materials, 26(1), 2301252. https://doi.org/10.1002/ADEM.202301252

Zhang, J., Xiao, M., Gao, L., Alù, A., & Wang, F. (2023). Self-bridging metamaterials surpassing the theoretical limit of Poisson's ratios. Nature Communications, 14(1), 1-8. https://doi.org/10.1038/S41467-023-39792-9

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

MODELING OF A HEAVY-DUTY ROLLER SCREW ACTUATOR SYSTEM AND INVESTIGATION OF ITS ENERGY CONSUMPTION

Prof. Dr. Elif ERZAN TOPÇU
Bursa Uludağ University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Bursa-Türkiye
ORCID: 0000-0002-6115-3110

Serhat AZAR
Mechanical Engineer, Bursa Uludağ University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Hid-Tek Ltd. Şti., Ar-Ge Merkezi, Bursa
ORCID: 0009-0007-1011-5564

ABSTRACT
Electro-hydraulic or electromechanical actuators are commonly used to drive high-power-density systems. Although electro-hydraulic systems continue to be widely used, especially in mobile and very high power density applications, it has been observed that the use of electromechanical systems is increasing in industrial applications up to specific load values. In linear motion heavy-duty actuator systems, roller screw mechanisms are preferred over ball screw applications due to their high load-carrying capacities. These systems find application in various industries such as automotive, food, and aerospace and for metal cutting, pressing, robotic, CNC machining, and automation purposes. With the development of Industry 4.0, 5.0, and digital twin applications, it can be said that these types of actuators will be used more in industrial applications.
In this study, we modeled an electric motor-driven heavy-duty roller screw system in the MATLAB/Simulink/Simscape environment first. We used the basic system components, such as an electric motor, gear, and roller screw mechanism, and the opposite load. We examined the closed-loop speed control of the system according to a user-defined trapezoidal speed profile. We also considered the friction force, external disturbances, and no-load torque in the modeling. Subsequently, we analysed the system response and the effect of system parameters on energy consumption through the created model.
Keywords: Roller screw, actuator, energy consumption, MATLAB, electromechanical system, modeling

THE USAGE MOMENTS OF VERB CONSTRUCTION COMPONENTS IN M.T. SIDQI'S WORKS

Günay ALEKBEROVA
Nahçıvan Devlet Üniversitesi, Tarih – filoloji fakültesi, dil bilim, Nahçıvan, Azerbaycan
ORCID ID: 0009-0003-1236-1786

ABSTRACT
The use of verb phrases created on the basis of verb constructions in the poetic language of M.T. Sidqi's works often corresponds closely with the Azerbaijani literary language, while also demonstrating a certain degree of individuality.
It is known that, in modern Azerbaijani, the functional effectiveness of these affixes for creating verb constructions is particularly emphasized: -ıb, -ib, -ub, -üb; -yıb, -yib, -yub, -yüb; -a, -ə; -araq, -ərək, -yaraq, -yərək; -madan, -mədən, -mamış, -məmiş; -anda, -əndə; -dıqda, -dikdə, -duqda, -dükdə; -dıqca, -dikcə, -duqca, -dükcə; -ınca, -incə, -unca, -üncə; -armaz, -ərməz; -caq, -cək; -anda, -əndə; -alı, -əli; -arkən, -ərkən; -mış, -miş, -muş, -müş; -dığımdan, -diyimdən, -duğumdan, -düyümdən, -dığından, -diyindən, -duğundan, -düyündən. Of course, claiming that all verb constructions formed with the same affixes create compounds in the language of M.T. Sidqi's works would be far from objective.
More precisely, the poet-journalist has made more use of the compounds created by the affixes -ıb4, -yıb4, -araq2, -yaraq2, -məmiş2; -anda2, -dıqda4, -ınca4 than of those created by verb phrases. In fact, in the works of this great educator, one can sometimes come across verb phrases created under the influence of classical literary language.
In our opinion, the widespread presence of verb combinations, including verb phrase constructions, in M.T. Sidqi's creative work indicates another truth. More accurately, the poet-educator has systematically worked towards freeing Azerbaijani literary language from difficult-to-understand and complex meanings, and for this reason, he has successfully utilized the potential of verb combinations composed mainly of our own words to express enlightenment ideas in a more comprehensible language.
Keywords: Mehmed Taghi Sidqi, verbal union, verbal binding, composition

M.T.SİDQİ ƏSƏRLƏRİNDƏ FEİLİ BAĞLAMA TƏRKİBLƏRİNİN İŞLƏNMƏ MƏQAMLARI

ÖZET
Feili bağlamalar əsasında yaradılmış tərkiblərin poetik dildə işlədilməsi baxımından M.T.Sidqi əsərlərindəki sintaqmlar bir çox məqamlarda Azərbaycan ədəbi dili ilə eyniyyət təşkil etdiyi kimi, müəyyən qədər özünəməxsusluğu ilə də səciyyələnməkdədir.
Məlumdur ki, müasir Azərbaycan dilində feili bağlama yaratmaq baxımından -ıb, -ib, -ub, -üb; -yıb, -yib, -yub, -yüb: -a,-ə; -araq, -ərək, -yaraq, -yərək; -madan, -mədən, -mamış, -məmiş; -anda, -əndə; -dıqda, -dikdə, -duqda, -dükdə; -dıqca, -dikcə, -duqca, -dükcə; -ınca, -incə, -unca, -üncə; -armaz, -ərməz; -caq, -cək; -anda, -əndə; -alı, -əli; -arkən, -ərkən; -mış, -miş, -muş, -müş; -dığımdan, -diyimdən, -duğumdan, -düyümdən, -dığından, -diyindən, -duğundan, -düyündən şəkilçilərinin funksional işləkliyi məxsusi dəyərləndirilməkdədir. Əlbəttə, eyni şəkilçilərlə düzəlmiş feili bağlamaların hamısının M.T.Sidqi əsərlərinin dilində tərkib əmələ gətirdiyini söyləmək obyektivlikdən uzaq olar.
Daha doğrusu, şair-publisist -ıb[4], -yıb[4], -araq[2], -yaraq[2], -məmiş[2]; -anda[2], -dıqda[4], -ınca[4] şəkilçili feili bağlamaların yaratdıqları tərkiblərdən daha çox istifadə etmişdir. Hətta böyük maarifçinin əsərlərində bəzən klassik ədəbi dilin təsirilə yaradılan feili bağlama tərkiblərinə də rast gəlinməkdədir.
Fikrimizcə, M.T.Sidqi yaradıcılığında feili birləşmələrin, o cümlədən feili bağlama tərkiblərinin geniş yer tutması başqa bir həqiqətdən xəbər verməkdədir. Daha doğrusu, şair-pedaqoq Azərbaycan ədəbi dilinin çətin anlaşılan və qəliz məzmunlu alınmalardan xilas olunması istiqamətində sistemli iş aparmış, bu səbəbdən əsas tərəfi öz sözlərimizdən ibarət feili birləşmələrin imkanlarından faydalanmaqla maarifçilik ideyalarının daha anlaşıqlı dillə ifadəsinə nail olmuşdur.
Anahtar kelimeler: Məhəmməd Tağı Sidqi, feili birləşmə, feili bağlama, tərkib

Feili bağlamalar əsasında yaradılmış tərkiblərin poetik dildə işlədilməsi baxımından M.T.Sidqi əsərlərindəki sintaqmlar bir çox məqamlarda Azərbaycan ədəbi dili ilə eyniyyət təşkil etdiyi kimi, müəyyən qədər özünəməxsusluğu ilə də səciyyələnməkdədir. Məsələn, "Gülər gül kimi bülbül guşeyi-gülzarə düşdükcə" misrası ilə başlayan qəzəlin qafiyə sistemini əsas tərəfi "düşdükcə" feili bağlamasından ibarət feili birləşmə təşkil etmişdir ki, bu da poetik dildə az-az rast gəlinən formalar sırasındadır:

Gülər gül kimi bülbül guşeyi-gülzarə düşdükcə,
Tökər göz yaşını gülzardan avarə düşdükcə.
Həsəddən dəmbədəm bənzər gül üzrə sünbüli-meşkin,
O zülfi müşkibarın arizi-gülnarə düşdükcə.
... Mənayi-eşqdə aşiqlərin qəlbin kəbab etdim,
Dili-sədparədən hər dilbərə bir parə düşdükcə.
Yəğinimdir olur Sidqi kimi axırda divanə,
Bəla zəncirinə hər aşiqi-biçarə düşdükcə (Həbibbəyli İ. 2017. s. 61).

Məlumdur ki, müasir Azərbaycan dilində feili bağlama yaratmaq baxımından -ıb, -ib, -ub, -üb; -yıb, -yib, -yub, -yüb: -a,-ə; -araq, -ərək, -yaraq, -yərək; -madan, -mədən, -mamış, -məmiş; -anda, -əndə; -dıqda, -dikdə, -duqda, -dükdə; -dıqca, -dikcə, -duqca, -dükcə; -ınca, -incə, -unca, -üncə; -armaz, -ərməz; -caq, -cək; -anda, -əndə; -alı, -əli; -arkən, -ərkən; -mış, -miş, -muş, -müş; -dığımdan, -diyimdən, -duğumdan, -düyümdən, -dığından, -diyindən, -duğundan, -düyündən şəkilçilərinin funksional işləkliyi məxsusi dəyərləndirilməkdədir (Xəlilov B. 2000, s. 106). Əlbəttə, eyni şəkilçilərlə düzəlmiş feili bağlamaların hamısının M.T.Sidqi əsərlərinin dilində tərkib əmələ gətirdiyini söyləmək obyektivlikdən uzaq olar. Daha doğrusu, şair-publisist -ıb^4, -yıb^4, -araq^2, -yaraq^2, -məmiş^2; -anda^2, -dıqda^4, -ınca^4 şəkilçili feili bağlamaların yaratdıqları tərkiblərdən daha çox istifadə etmişdir. Hətta böyük maarifçinin əsərlərində bəzən klassik ədəbi dilin təsirilə yaradılan feili bağlama tərkiblərinə də rast gəlinməkdədir. Məsələn, "Kəblə Nəsir" mənzum hekayətində şair üç oğrudan birinin zahiri görünüşünü belə qələmə almışdır:

Quyunun başını üçümüncü hərif,
Kəsibən durmuşdu zarü zəif (Həbibbəyli İ. 2017. s. 35).

Qəti şəkildə demək mümkündür ki, -ibən şəkilçisi ilə yaradılmış feili bağlamaya M.T.Sidqi yaradıcılığında təsadüfən rast gəlmək mümkündür və bu, səbəbsiz deyil. A.Məşədiyeva "Nəsimi dilində və türk dillərinin dialektlərində feilin bəzi spesifik şəxsiz formalarına dair" başlıqlı yazısında -ibən şəkilçisinin -ıb^4 morfemi ilə yaxınlığını belə mənalandırmışdır: "*Türk dillərində -ıb^4 şəkilçili feili bağlama olduqca işləkdir. Oğuz qrupu türk dillərində və yazılı abidələrində, klassik ədəbiyyatda -ıb^4 feili bağlama şəkilçisinin –ıban/-ibən, -ıbani, -uban/-übən fonetik variantları da işlənir*" (Məşədiyeva A. 2019. s. 45).

Maraqlıdır ki, M.T.Sdidqinin yaradıcılığında yer tutan feili bağlama tərkiblərində əsas tərəf məqamında daha çox –ıb^4 şəkilçisi ilə yaranmış feili bağlamaların dayandığını görürük: *Mən libasını alıb, edim üryan* (Həbibbəyli İ. 2017. s. 33]; *Keçini qurd kimi alıb getdi, Göz önündən uzaqlaşıb itdi* (Həbibbəyli İ. 2017. s. 34); *Üz daşlar üstə qoyub hey deyirdi* (Həbibbəyli İ. 2017. s. 43)*; Görüb xalın, qaçıb Fərhadvəş lalə çıxıb dağa* (Həbibbəyli İ. 2017. s. 51); *Dözüb hər bir bəlaya, dönmədim hərgiz məhəbbətdən* (Həbibbəyli İ. 2017. s. 54); *İllərcə məktəbə gedib tərbiyə və ədəb kəsb etməyən kimsənələr və məktəbdə ömür keçirib, ülum və fünundan bəhrəmənd olmayan şagirdlər rəngarəng güllər və çiçəklər ilə müzəyyən bir bağçada gəzib dolanan kora bənzərlər* (Həbibbəyli İ. 2017. s. 67) və s.

Fikrimizcə, M.T.Sidqi yaradıcılığında feili birləşmələrin, o cümlədən feili bağlama tərkiblərinin geniş yer tutması başqa bir həqiqətdən xəbər verməkdədir. Daha doğrusu, şair-pedaqoq Azərbaycan ədəbi dilinin çətin anlaşılan və qəliz məzmunlu alınmalardan xilas olunması istiqamətində sistemli iş aparmış, bu səbəbdən əsas tərəfi öz sözlərimizdən ibarət feili birləşmələrin imkanlarından faydalanmaqla maarifçilik ideyalarının daha anlaşıqlı dillə ifadəsinə nail olmuşdur.

Ə.Abdullayev, Y.Seyidov və A.Həsənovun müəllifliyi ilə nəşr olunan "Müasir Azərbaycan dili" kitabında feili birləşmələrin əsas və asılı tərəfləri arasındakı əlaqənin aydınlaşdırılması gərəkli sayılaraq həmin əlaqələrin 8 növündən bəhs edilmişdir. Eyni mənbəyə əsasən, birinci əlaqə tipində asılı tərəf əsas tərəfin subyektini bildirir, ikinci əlaqədə asılı tərəf birbaşa prosesin obyektini dəqiqləşdirir, üçüncündə prosesin baş vermə zamanı aydınlaşır, dördüncündə asılı tərəf prosesin hansı məkanda baş verdiyini ifadə edir, beşincində asılı tərəf vasitəsilə hal və hərəkətin tərzi haqqında məlumat verilir, altıncı əlaqə prosesin kəmiyyəti ilə bağlı olur, yeddinci əlaqədə asılı tərəf prosesin səbəbini bildirir və nəhayət, səkkizinci əlaqədə prosesin məqsədi üzə çıxır (Abdullayev Ə. 2007.s. 57).

Əlbəttə, M.T.Sidqi əsərlərinin dilində yer tutan feili bağlama tərkiblərinin komponentləri arasında da müxtəlif məzmun əlaqələrinə rast gəlmək mümkündür. Lakin komponentlər arasında məna əlaqələrinin nəzərə alınması baxımından feili bağlama tərkiblərinin işlədilməsində müəyyən fərqliliklər izlənilməkdədir. Daha doğrusu, M.T.Sidqi əsərlərinin dilindəki feili bağlama tərkiblərini təşkil edən əsas və asılı tərəflər arasında təsadüfən prosesin subyektlə bağlı olduğunu görürük. Fikrimizcə, bu vəziyyətin özü də artıq ədəbi dildə yeniləşmədən, qələm sahiblərinin daha çox cəmiyyət hadisələrinə müdaxilə etməsindən xəbər verməkdədir. Bəli, M.T.Sidqini də digər maarifçi realistlər kimi dünənin insanı deyil, sabahın insanı düşündürmüş, eyni səbəbdən şair bəzən keçmişdən bəhs edərkən feili bağlama tərkiblərinin tərəfləri arasında proseslə onun subyekti arasındakı əlaqəni gündəmə gətirmişdir:

Mən yatanda dağlar dəlinməmişdi,
Yerdə dəmir yollar salınmamışdı (Həbibbəyli İ. 2017. s. 24)

Yaxud,

Çünki məcmu libasımı götürdü,
Quyudan mən çıxınca o getdi (Həbibbəyli İ. 2017. s. 24)

Və ya,

"Ədəbli qızları çağıranda "Bəli, nə buyurursan?" əvəzinə "Nə var? Nə deyirsən?" derməz. Anası, bacısı və ya özgə övrətlər danışanda onların sözünü kəsməz" (Həbibbəyli İ. 2004. s. 22).

Yuxarıdakı nümunələrdə "yatanda", "çıxınca", "danışanda" feili bağlamaları məhz prosesin subyektini bildirən "mən", "anası, bacısı və ya özgə övrətlər" sözləri ilə tərkib əmələ gətirmişdir.

Qeyd etdiyimiz kimi, əsas tərəfində feili bağlamaların dayandığı tərkibləri əmələ gətirən komponentlər arasında zaman əlaqəsi də özünü göstərməkdədir. Bəri başdan vurğulayaq ki, bu vəziyyətin M.T.Sidqi yaradıcılığında kütləvi hal aldığını söyləmək doğru olmaz. Digər tərəfdən, feili bağlamaların semantikasında zaman məzmununun mövcudluğu elmi ədəbiyyatlarda da təsdiqlənməkdədir. Budur, M.Abdullayev eyni məsələlərdən bəhs edərək yazır: "*Zaman mənası Azərbaycan dilində feili bağlama şəkilçiləri ilə də ifadə oluna bilir: Onlar paltarlarını geyinib sahilə qayıdanda artıq dan yerinə səda düşmüşdü. Sabah nəsimi Kürün sahilinə çökmüş dumanı qovub uzaqlara aparırdı. Sahildəki ulğun kolları, yaşıl otlar, hətta cığırlar belə şehə bulaşmışdı (İ.Şıxlı).*

Bu nümunələrdə sahilə qayıdanda feili birləşməsi bütün mətndə hadisələrin vahid zamanda baş verdiyini anladır, mətn üçün determinat üzv yerində çıxış edir" (Abdullayev M.Ə. 2019. s. 33).

M.T.Sidqinin əsərlərində rast gəlinən feili bağlama tərkiblərinin əsas və asılı tərəfləri arasında tərzi, kəmiyyəti, səbəbi, məqsədi aydınlaşdıracaq məna əlaqələrinin mövcudluğu da müşahidə edilməkdədir. Məsələn, "çarparaq yollanıb", "sədaqət ilə içib" tərkiblərində prosesin tərzi haqqında məlumat verildiyi kimi, "çox əziyyət çəkib", "o qədər qəlbi fərəhlənib" tərkiblərində asılı tərəflərin əsas tərəflə kəmiyyət baxımından əlaqələndiyini görürük. Eləcə də novator pedaqoq elmsizliyin insan üçün meydana çıxardığı bəlaları nəzər nöqtəsinə çəkərək yazmışdır: "*Bəlkə, elmsizlikdən və sənətsizlikdən oğurluğa və yol kəsməyə alışıb, növ-növ məzəllət və məzəmmətə və cürbəcür məraret və həlakətə düçar olub, axırda həbsxanalarda qalıb çürüyür*" (Həbibbəyli İ. 2004. s. 77).

Göründüyü kimi, bu cümlədə işlədilmiş "elmsizlikdən və sənətsizlikdən oğurluğa və yol kəsməyə alışıb" tərkibində asılı tərəf əsas tərəfdəki prosesin səbəbini aydınlaşdırmaqdadır. Həmçinin "*Məgər qıçı araba təkərinin altında qalan uşağın hekayəti xatirinizdən çıxıbdır ki, anası naxoş və xəstə olduğu üçün qıçını sınıqçı bağlayanda heç səsini çıxarmadı*" (Həbibbəyli İ. 2004. s. 98) cümləsində feili bağlama tərkibinin asılı tərəfi birbaşa səbəbi izah edir.

2007-ci ildə "Şərq-Qərb" nəşriyyatı tərəfindən elmi ictimaiyyətə təqdim olunan "Müasir Azərbaycan dili. IV hissə. Sintaksis" kitabında əsasən asılı tərəf nəzərə alınmaqla feili birləşmələrə dair təsnifat aparılmış, "ad+feil", "feil+feil", "zərf+feil" formalı tərkiblərin mövcudluğu bildirilsə də, üstünlüyün "ad+feil" formasında olduğu göstərilmiş, adlarla feillərin birləşməsindən əmələ gələn feili birləşmələrin geniş təhlili aparılmışdır (Abdullayev Ə. 2007.s. 58). Eyni mənbədən oxuyuruq: "*Adlarla feillərdən əmələ gələn feili birləşmələri aşağıdakı növlərə ayırmaq olur:*

1. *Adlıq hallı feili birləşmələr: Əsəd gələndə, sən danışanda.*
2. *Təsirlik hallı feili birləşmələr: kitabı alanda, səni görəndə.*
3. *Yönlük hallı feili birləşmələr: evə gələndə, yola baxanda.*
4. *Yerlik hallı feili birləşmələr: evdə oturanda, bağda yatanda.*
5. *Çıxışlıq hallı feili birləşmələr: evdən gələndə, dağdan enəndə*" (Abdullayev Ə. 2007.s. 59).

Düşünürük ki, fikrin ifadəsi baxımından yuxarıdakı təsnifatda müəyyən düzəlişə ehtiyac vardır. Çünki feili sifət və məsdər tərkibləri hal şəkilçilərini qəbul edə bildikləri halda, feili bağlama tərkibləri belə bir imkana malik deyillər. Yəni adlıq, təsirlik, yönlük, yerlik, çıxışlıq hallı feili bağlama tərkiblərinin olması qeyri-mümkündür. Daha doğrusu, feili bağlama tərkiblərində asılı tərəfin adlıq, təsirlik, yönlük, yerlik və çıxışlıq hallarda olması qeyd edilməlidir. Qeyd olunan meyarlarla yanaşdıqda M.T.Sidqi əsərlərində də asılı tərəfi ismin müxtəlif hallarında olan feili bağlama tərkiblərinin geniş yer tutduğunu görürük:

1. Asılı tərəfi adlıq halda olan feili bağlama tərkibləri: övrətlər danışanda, onlar özləri uçub gedib, keçməmiş vaxt-fürsət, mən yatanda, könlüm yandıqca və s.
2. Asılı tərəfi yönlük halda olan feili bağlama tərkibləri: naləsinə qulaq verməyib, məktəbə gedib, sözümə qulaq asanda, məktəbə daxil olub, məktəbə davam edib, quyuya damıb, ol hərifə tapşırıb, salıb bəlayə, ruxsarına baxdıqca, guşeyi-gülzarə düşdükcə və s.
3. Asılı tərəfi təsirlik halda olan feili bağlama tərkibləri:

a) müəyyən təsirlik halda olan feili bağlama tərkibləri: bizim fikrimizi açıb, dağları-daşları dəlib, keçini qurd kimi alıb, mənim zəhmətimi çəkib, övliyanı tanıyıb, hakimlərin rəhmini və riqqətini artırıb, həbsxananı söküb, uşaqları görəndə, qızları çağıranda, zəhmətimizi çəkib, kitabını açıb, dərsini gözdən keçirib, otağını silib-süpürüb, başını qaldırıb, şamları yandırıb və s.

b) qeyri-müəyyən təsirlik halda olan feili bağlama tərkibləri: sinəsin çak edib, açıb başın, şit xörək yedikcə, at görəndə, dəyənək tapıb, tülkü nağılı, qurd hekayəti eşidəndə, kidurət göstərib və s.

4. Asılı tərəfi yerlik halda olan feili bağlama tərkibləri: həbsxanada saxlayıb, məktəbdə ömür keçirib, bağçada gəzib və s.
5. Asılı tərəfi çıxışlıq halda olan feili bağlama tərkibləri: küçədən keçəndə, nadanlıq zülmətindən qurtarıb, cəhalətdən çıxarıb, neməti-elmdən məhrum olmayıb, əməllərdən pəhriz edib, qapıdan daxil olub, mən qulundan çıxınca, səndən cəfa çəkdikcə, göz önündən uzaqlaşıb və s.

Düşündürücüdür ki, M.T.Sidqi əsərlərinin dilindəki hər 60 feili bağlama tərkibindən 5-ində asılı tərəfin adlıq halda, 10-unda yönlük halda, 33-ündə təsirlik halda, 3-ündə yerlik halda, 9-unda isə çıxışlıq halda olması müşahidə edilmişdir. Əlbəttə, bu vəziyyət şair-pedaqoqun əsərlərində təsirli feillərin işləklik baxımından mühüm yer tutmasını təsdiqləməkdədir. Başqa sözlə, Azərbaycan maarifçilik hərəkatının böyük nümayəndəsi doğma dilin daxili imkanlarından maksimum səviyyədə faydalanmış, çətin anlaşılan alınmaların, qəliz izafətlərin yerinə tərəqqiyə çağırış məzmunlu feili bağlama tərkiblərinin işlədilməsini məqsədəuyğun saymışdır.

M.T.Sidqi əsərlərinin dilində "feil+feil", "zərf+feil" formatlı feili bağlama tərkiblərinə də rast gəlmək olar. Nümunə olaraq *çarparaq yollanıb, hər gün sevinə-sevinə məktəbə gəlib, indi oxuyub-yazdıqca, gizlicə diqqət edib, hər dəfə gedəndə, heybətlə gəlib* kimi tərkibləri göstərmək mükündür. Prinsipcə M.T.Sidqinin elmi-ədəbi və publisistik irsində feili bağlama tərkiblərinin zənginliyi şair-pedaqoqun ədəbi dilin inkişafına xidməti səviyyəsində dəyərləndirilməlidir.

Bəli, böyük pedaqoq feili bağlama tərkiblərinin poetik imkanlarına istinadən və yeni nəsillərə üz tutaraq bildirmişdir ki, milli dirçəliş naminə sabahı gözləmədən təhsilə diqqət etmək, dünyəvi elmləri öyrənmək lazımdır.

Ədəbiyyat siyahısı

Abdullayev, Ə. Müasir Azərbaycan dili. IV hissə. Sintaksis. / Ə.Abdullayev, Y.Seyidov, A.Həsənov – Bakı: Şərq-Qərb, – 2007. – 424 s.

Abdullayev, M.Ə. Mətn komponentləri arasında zaman əlaqəsi // – Bakı: Elmi iş (humanitar elmlər üzrə aylıq beynəlxalq elmi jurnal), – 2019. №1(2), – s. 30-34.

Xəlilov, B. Müasir Azərbaycan dilinin morfologiyası. I hissə / B.Xəlilov. – Bakı: – 2000. – 280 s.

Məhəmməd Tağı Sidqi. Əsərləri / tərt. ed. İ.Həbibbəyli. – Bakı: Kitab Klubu MMC, –2017. – 286 s.

Məhəmməd Tağı Sidqi. Əsərləri / tərt. ed. İ.Həbibbəyli; red. Ə.Qədimov. –Bakı: Çaşıoğlu, – 2004. – 284 s.

Məhəmməd Tağı Sidqi. Məktəb hekayələri / tərt. ed. İ.Həbibbəyli. – Naxçıvan: Əcəmi, – 2017. – 80 s.

Məşədiyeva, A. Nəsimi dilində və türk dillərinin dialektlərində feilin bəzi spesifik şəxsiz formalarına dair // "İmadəddin Nəsiminin poetik dili və Azərbaycan ədəbi dilinin tarixi məsələləri" mövzusunda Respublika elmi konfransının materialları, – Bakı: – 29 noyabr 2019, – Bakı: Elm, –2019, – s. 45-50

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

REFİK HALİT KARAY'IN GURBET HİKÂYELERİNDE KARAKTER VE MEKÂN İLİŞKİSİ

Prof. Dr. Kemal TİMUR
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Türk Dili ve Edebiyatı Bölümü Öğretim Üyesi, Kahramanmaraş Türkiye.
ORCİD 0000-0002-3116-7087

Suna HANGÜN
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Türk Dili ve Edebiyatı Bölümü, Yeni Türk Edebiyatı Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Öğrencisi.
ORCİD 0009-0006-2349-4332

ÖZET
Türk edebiyatında velût bir yazar olan Refik Halit Karay, kendine münhasır kalemiyle yazın hayatına atılır. Eserlerini düşünce ve eleştiri unsuruyla yoğuran yazar, seçkin hikâyelerini de bu çerçevede oluşturur. Sürgün yıllarında kazanmış olduğu edebî duyarlılığı, Memleket ve Gurbet Hikâyeleri'nde dile getirir. Sürgün yaşantısı, eserlerine doyurucu bir memba sağlar. Karay, ikinci sürgün döneminde beliren "yadellik" duygusunu okurda bıraktığı etkiye göre, düşündüren ve duygulandıran olay hikâyesi tarzında, *Gurbet Hikâyeleri* adlı kitabında kaleme alır. Dönemin tarihî ve siyasî yapısı hakkında da bilgiler içeren bu metinler, Osmanlı coğrafyasının dışında gelişen siyasî tarihî ve sosyal yapısına da elzem bir tanıklık teşkil eder. Hem insanın hem de mekânın hikâyesinin anlatıldığı bu eserde insan ve mekânın bağdaşımı tamdır. Edebî eserlerde mekân, olayın gerçekleştiği yer olarak tanımlanır. Çevresel mekânda kahraman varlığıyla bulunur. Algısal mekânda ise karakter ruh haliyle yer alır. Anlatılarda mekânın değişimi karakterin kendisine ve değerlerine duyulan saygıya göre açıklık ve kapalılık gösterir. Bu bağlamda mekân ve karakteri doğrudan ilişkilendiren Karay, insan-mekân ilişkisini *Gurbet Hikâyeleri*'nde en ince ayrıntısına kadar gösterir. Mekân ile insanı aynı doğrultuda anlatan Karay, kitabında kullandığı mekânları karakterin iç dünyasındaki yaşantısı üzerinden aksettirir. Bu araştırmada *Gurbet Hikâyeleri* adlı kitaptaki hikâyelerin insan-mekân ilişkisi yine bu iki öğe üzerinden gösterilip irdelenecektir. Aynı zamanda *Gurbet Hikâyeleri*'ndeki insan-mekân ilişkisi, karakterin psikolojisi bağlamında algısal mekânda gösterilecektir.
Anahtar Kelimeler: Refik Halit Karay, Gurbet Hikâyeleri, roman, hikâye, mekân, dar mekân, açık mekân.

REFİK HALİT KARAY'S THE RELATIONSHIP BETWEEN CHARACTER AND SETTING IN GURBET HİKÂYELERİ

ABSTRACT
Refik Halit Karay, a prolific writer in Turkish literature, entered the literary world with his unique style. The writer, who infused his works with elements of thought and criticism, also created his distinguished stories within this framework. He expressed the literary sensitivity he gained during his years in exile in Memleket Hikâyeleri and Gurbet Hikâyeleri. His exile experience provided a rich source of inspiration for his works. Karay wrote Gurbet Hikâyeleri in the style of event-based stories that provoke thought and emotion in the reader, reflecting the feeling of "nostalgia" that emerged during his second period of exile. These texts, which also contain information about the historical and political structure of the period, constitute an essential testimony to the political, historical, and social structure that developed outside the Ottoman geography. In this work, which tells the story of both man and place, the harmony between man and place is complete. In literary works, place is defined as the location where the event takes place. The hero is present in the environmental space. In the perceptual space, the character is present with his or her state of mind. In the narratives, the change in space shows openness and closedness according to the respect for the character and his or her values.

In this context, Karay, who directly relates space and character, shows the human-space relationship in Gurbet Hikâyeleri in the finest detail. Karay, who describes space and humans in the same direction, reflects the spaces he uses in Gurbet Hikâyeleri through the character's inner world. In this study, the human-space relationship in the stories in the book Gurbet Hikâyeleri will be examined and analyzed through these two elements. At the same time, the human-space relationship in Gurbet Hikâyeleri will be presented in the perceptual space in the context of the character's psychology.
Keywords: Refik Halit Karay, Gurbet Hikâyeleri, novel, story, setting, confined space, open space.

GİRİŞ

Refik Halit Karay, Türk hikâyesinin öncü isimlerinden biridir. Arıcan ve Şener'in belirttiği gibi o, Fecri Ati, Milli Edebiyat ve Cumhuriyet Dönemi'nin önde gelen yazarlarından biridir. Karay; roman, hatıra, anı, mizah ve hikâye türünde de eserler kaleme almıştır. *"Fakat onun geniş çevrelerce tanınmasında ve okunmasında hikâyelerinin payı daha büyüktür"* (Arıcan-Şener, 2019: 19). Daha doğrusu yazarın diğer alanlarda yazdığı yazılar hikâyecilik yönünü de beslemiştir.

Fecr-i Ati topluluğuyla sanat hayatında özgün bir yer edinen yazar, asıl büyük çıkışını Millî Edebiyat ve Cumhuriyet Dönemi'nde yapar. Millî Edebiyat Dönemi, birçok yazarın kırılma noktası olur ve yazarların anlatılarında bunun teessürü açıkça hissedilir. Bu dönemde Anadolu'ya açılan yazarlar, gördükleri manzara karşısında adeta şok olurlar. Zira İstanbul'daki aydınlar, Anadolu ve halkından bihaberdirler. Bu bilinmezliğin sancılarını Refik Halit Karay da realist bir gözlemle eserlerinin merkezine yerleştirerek yurdun gerçeklerine ve toplumun sorunlarına değinerek göstermeye çabalar.

Ömrünün büyük bir kısmını sürgünlerde geçirmiş olması ona başta Anadolu olmak üzere farklı mekânları görme imkânını sağlayarak onun kalemine de çeşitlilik getirir. Sürgün yıllarında tanık olduğu olaylar ve yaşantılar, hikâyelerine içsel bir derinlik katar. Karay'ın hayatındaki birinci sürgünün nedeni İttihat ve Terakki Partisini ve ileri gelenlerini hicvetmesidir. Yazar, ceza olarak genç yaşta Sinop, Çorum, Ankara ve Bilecik gibi Anadolu'nun çeşitli yerlerine sürgüne gönderilir. Burada tanık olduğu olayların adeta gözü kulağı olan yazar, edindiği birikimlerini *Memleket Hikâyeleri*'ne aktararak birinci sürgün yaşantısına ait izlerini sürdürür. Onun bu izlerinde ihmal edilen, görünmeyen, bilinmeyen ve duyulmayan Anadolu'nun derin sesi vardır. İnci Enginün de: *"Refik Halit'in hikâyelerinin konuları, yazarın hayat tecrübesine göre değişir"* (Enginün, 2023: 414) der. Hayatının ikinci evresinde yer alan sürgünün gerekçesi Kurtuluş Savaşı yıllarında Milli Mücadele'ye karşı durmasıdır. Bu karşıt görüşünden dolayı *Yüzellilikler Listesi*'nde yer alarak yurt dışına sürülür. Karay'ın ikinci sürgün yerleri ise Şam, Beyrut, Lübnan ve Halep'tir. Bu yâd ellerde yaşamayı içselleştiren Karay, bu dönemde de *Gurbet Hikâyeleri*'ni kaleme alır. Bu hikâyelerinin muhtevasında, vatana duyulan özlem ve yadellik duygusu ağırlıktadır. Ayrıca *"Refik Halit'in 1930-1937 yılları arasında sürgün yılları izlenimlerini içeren öykülerden oluşan bu yapıt, adından da hemen çıkarsanabileceği gibi doğrudan doğruya yurt özlemini dile getirmektedir"* (Oktay, 1993: 970). Bu anlatıları da hissiyatı yüksek cümlelerle anlatır. Onun bu durumunu Özbalcı şu şekilde aktarır: *"Gurbet Hikâyeleri'nde yazar, yaşadığı hayatın tabiî bir neticesi olarak, daha ziyade gurbette olmanın yarattığı teessürleri, vatan ve hürriyet duygularını, memleket hasreti çeken insanların içinde bulunduğu çeşitli ruh hallerini aynı zamanda uzak diyarların, yabancı insanların ve bir takım egzotik olayların hikâyesidir"* (Özbalcı, 2015: 84). Maupassant tarzıyla kaleme almış olduğu bu metinler, hikâyelerine otantik bir hava katmakla birlikte yazarın mekâna yerleştirdiği duygularla okura bir empati de sağlatmış olur. Böylece okur, hikâyenin içine çekilmeye çalışılır. Kaleme aldığı *Gurbet Hikâyeleri*'nde hem insanın hem de mekânın hikâyesi vardır diyen Karay, metinlerinde ele aldığı mekânlara farklı bir bakış açısı da getirir. Mekânın içine kimliksel, tarihi ve kültürel değerleri kodlayan yazar, karakterlerin mekânla olan bağını yine bu değerlerle ortaya koyar. Yazar, yaptığı bu anlatımlarda sürgüne gönderilen insanları, hikâyelerindeki karakterlere söz hakkı vererek ideolojik söylemlerde de bulunur. Bu anlamda yazar, *"Okurun algısında yer edinmeye çalışmak için hegemonik söyleme yönelir*" (Somuncu, 2015: 72). Okurun algısında kendisine yer açmak ister.

Karay'ın yaşamında ikinci evre olarak yer alan bu sürgün, zorlu ve kabullenilmeyen bir hale bürünerek hikâyelerinin muhtevasında adeta hüzünlü bir melodiye dönüşür. Sürgün hayatı, adeta Karay'ın içsel dünyasının dışa vuruş şeklidir.

Kişiler ve mekânlar yazarı derinlemesine etkilemiş olacak ki, hikâyelerinde karakterleri hep dar mekânın içinde anlatmayı tercih etmiştir. Karakterler, dar mekânda sürgüne gönderilen insanların duygularını aktaran anlatıcı pozisyonundadır. O, bu bakımdan insanların duygularının tercümanı olmuştur. Böylece karakterler, okuru, duygusal anlamda beslemiştir. Bu irdelemeyi yapmak için öncelikle karakterin ruh haline göre değişen mekân konusu ve özellikle de açık/geniş mekân ve dar/kapalı mekân kavramları açıklanacaktır. Bu mekânlar, karakterin psikolojik durumuna göre tasvir edilen mekân, insan-mekân arasındaki ilişki *Gurbet Hikâyeleri*'ndeki karakterler üzerinden gösterilip anlatılacaktır.

MEKÂN

Edebî metinlerde mekân, anlatıda sadece olayların sahnelendiği yer değil, aksine kurgunun gerçekliğine katkı sağlayan sosyal zamanın da gösteri yeridir. Bu yönüyle *"Anlatmaya dayalı metinlerde mekân önemli bir unsur olarak yer alır. Mekân, aynı zamanda hikâyeyi oluşturan temel unsurlardan biridir"* (Timur; Şen, 2023: 266). Mekân sözcüğü Arapça 'kevn' kökünden gelmektedir. Etimolojik olarak, *"oturmak, yer tutmak"* anlamında olan mekân, insanın içinde var olduğu coğrafyaya, kültüre ve değerlere kök salmasına izin verdiği sürece vardır. Bu bağlamda *"mekân anlatılmak istenen olayın 'sahihliği'ne katkı sağlayan bir unsurdur"* (Tekin, 2011: 156). Mekân, hikâyedeki kurgunun gerçekliğine katkı sunar. Mekân ile karakter arasındaki etkileşim gerçeklik üzerine inşa edilirse daha sağlıklı olur. Bu etkileşim, iki unsur arasındaki bağa göre anlam kazanır. Her iki öğe anlatıda birbirine uyum sağladığı sürece okurun zihninde kalıcı olur. Aynı zamanda *"bazı kahramanları kişisel özelliklerinden çok, içinde yaşadığı çevreyle hatırlarız"* (Tekin, 2024: 138). Karakter, içinde var olduğu mekânın niteliğini de farklılaştırır. Hatta öyle ki *"Klasik dönemde "olayların geçtiği yer" olarak değerlendirilen mekân, zamanla kahramanların ruh durumunu açıklayan önemli bir araca dönüşmüştür"* (Tosun, 2011: 259). Mekân sadece anlatının sahnelendiği yer olmaz, aksine anlatıdaki karakterin kişiliği hakkında ipuçları da verir. Bu bağlamda mekân, *"...anlatılmak istenen olayın 'sahihliği'ne katkı sağlayan bir unsurdur"* (Tekin, 2024: 156).

Hikâyenin muhtevasındaki içeriğe göre karakterin algısında değişen mekân, bireyin iç dünyasının dışa vuruş halidir. *"Yine araştırmacılar, mekânın insan, insanın da mekân üzerindeki izlerini edebi eserlerde aramadan yapılan her analizin eksik kalacağına işaret ederler. Zira sürekli yenilenen insanın, kendine özgü birikimi daha çok mekânların hafızasında gizlenmiştir"* (Timur, 2016: 220).

Bir de edebiyat araştırmaları üzerine yapmış olduğu çalışmalarıyla değerli eserlere imza atan Prof. Dr. Fuat Köprülü'nün mekân ve onun birer unsuru olan zaman ile çevrenin insan üzerindeki etkisi konusundaki: *"Fertler ne kadar büyük deha sahibi olursa olsunlar onları mekân ve zamandan sıyrılmış olarak anlayıp anlatmak imkânsızdır. Filhakika bir muharriri tek başına her türlü alakalardan kurtulmuş olarak anlamaya çalışmak onu hiç anlamamak demektir. En şahsi bir sanatkâr; mutlaka muhitine, ailesine, zamanın temayüllerine birçok şey borçludur. Onun hayatının değişmelerini, şahsiyetinin dalgalanmalarını ve teessüsünü, nüfuz ve tesirlerini, edebî ve içtimai hayattaki yerini, asırlar arasındaki manevi hayatını da öğrenmeliyiz"* (aktaran Timur, 2016: 220) tespitleri de bu konuda önem arz etmektedir. Dolayısıyla yaşadığımız yer ile kimliğimiz arasında doğrudan bir ilişkinin olduğu tüm edebiyat araştırmacıları tarafından kabul görmüş bir realitedir. Sanatçı ve çevre arasında kopmaz bir bağ olduğu ve sanatçının bu çevrenin bir parçası olduğu geçmişten günümüze defalarca kanıtlanmış gerçekler olarak karşımıza çıkmaktadır.

O halde bir insanın yetişmesinde, genetik olarak anne babasının, aile ile iç çevresinin; biraz büyüdükten sonra dış çevrenin, okuduğu okulların, bulunduğu ortamın, etkileşimde bulunduğu insanların, yaşadığı şehrin, şehirdeki insanların yaşantılarının, orada yaşayan fikir ve sanat adamlarının, şehrin tarihi derinlik ve tabii güzelliğinin, taşının, toprağının, dağının, bayırının, bahçesinin, yeşilliğinin, nehrinin, doğal su kaynaklarının, ikliminin ve dolayısıyla o mekândaki hemen hemen her ayrıntının insanların yetişmesi ve ayrıca şair, yazar, fikir ve sanat adamı olması üzerinde büyük etkisi vardır. (Timur, 2022: 221).

İncelenen metinlere geçmeden önce, kısaca, mekânın çeşitleri üzerinde durmak daha da faydalı olacaktır.

ALGISAL MEKÂN

Anlatı kişilerin ruh dünyasına ve sosyal yaşantısına göre anlam kazanan algısal mekânlar, kişilerin beklentilerine göre şekillenip metinlere duygusal bir derinlik getirir. Algısal mekân, sadece bireyle sınırlı değildir, onun çevresiyle olan etkileşimi de mekânın sınırları içinde yer alır. Hem çevre hem de birey, algısal mekânı anlamlandırmada birbirine muhtaçtır. Bu bağlamda mekândaki kurgular, bireyin kendisiyle ve çevresiyle olan ilişkilerin sonucuna göre anlam kazanır. Kişilerin ruhsal tasvirleri de yine insan-çevre ilişkisine göre anlamlandırılır. Birey, daha çok mekânda ruh dünyasıyla yer alır. *"Algısal mekânlar, kişi-yer ilişkisini sorunsal açıdan yansıtan, dönüştürülmüş, anılaştırılmış yerlerdir; yalnızca topografik bir yer değil, anlam üreten, anıları barındıran, kişinin iç dünyasını yansıtan bir değerdir*" (Korkmaz, 2021: 13). Algısal mekânlar, işlevsel yönleriyle iki farklı durumda vuku bulur.

Kapalı/Dar Mekânlar ve Açık/Geniş Mekânlar

Kapalı ve dar mekânlar, karakterin psikolojik durumuyla ilgilidir. Bu mekânlarda karakter, mutsuz ve huzursuzsa mekân, onun algısında dardır. Karakter, böylesi mekânlarda hem kendisiyle hem de mekânla sürekli çatışır.

Sınırları sonsuza açılan geniş ve açık mekânlarda ise karakter, çevresindeki her şeyle uyumludur. Ruhsal anlamda o mekâna derin bir bağla bağlıdır. Bu mekânlar, karaktere ve onun değerlerine saygı duyulan yerlerdir. Karakter, bu yerlerde huzurludur. Dolayısıyla güvenli ve kimseyle çatışmaz. Bu yönüyle *"açık ve geniş mekânlar uyumun ve huzurun mekânlarıdır"* (Korkmaz, 2021: 21). Karakter ve mekânın uyumu onların ortak duygularda birleşmesine müsaade ederse, açık/geniş mekân özelliği gösterir.

Mekânla ilgili bu kısa teorik bilgilerden sonra şimdi de hikâyelerdeki durum irdelenecektir.

GURBET HİKÂYELERİ

Gurbet Hikâyeleri, daha önceden de belirtildiği gibi Karay'ın ikinci sürgün hayatını yaşadığı dönemde kaleme aldığı hikâyelerden oluşur. Sürgün yaşantısının izleri hikâyelerinin muhtevasına yoğun bir şekilde sirayet eder. Kaleme aldığı duyguları daha çok "sürgün, gurbet, yalnızlık ve vatan hasreti" gibi temaların içine yerleştirir. Aslında bu temalar, o dönemde sürgüne gönderilen insanların üzüntülerinin dile getirildiği metinlerdir. Karay, ayrıca *Gurbet Hikâyeleri*'ndeki hikâyeleri aracılığıyla dönemin tarihi ve siyasi dokusunu da okuruna gösterir. Osmanlı'nın son dönem tarihinde meydana gelen Balkan Savaşı ve Birinci Dünya Savaşı yıllarında vuku bulan birçok çetrefilli olaylar, kurgunun gerçekçiliğinin temelini daha da sağlamlaştırır. Kurgu hikâyelerindeki karakterleri, içindeki mekâna yerleştirerek anlatan yazar, burada farkındalığını artırır. Ömer Lekesiz'in nezdinde *Gurbet Hikâyeleri "Osmanlı toplumuyla devleti üstündeki ağır etkileri, bıraktığı yoğun tortu ve onarılmaz acılardır"* (Lekesiz, 1997: 266). Dönemin buhranlı atmosferi Karay'ın *Gurbet Hikâyeleri'nde de* açık ve net bir şekilde yer alır. *"Daha geniş bir coğrafyada geçen Gurbet Hikâyeleri'nde yer alan hikâyeler iki gruba ayrılabilir: Yabancı bir coğrafyada geçen karşılaşılan ilginç durum ve olayların anlatıldığı hikâyeler; sürgün olmanın, yabancı bir memlekette yaşamanın zorlukları ve İstanbul özleminin dile getirildiği hikâyeler"* (Zengin, 2015: 115). Yâd ellerde bulunmanın teessürü, *Gurbet Hikâyeleri'*nde belirgin bir şekilde yer alır.

Sürgüne gönderildiği yıllarda bile gerçekçiliğinden ödün vermeyen yazar, sürgün olgusuna da farklı bakış açısı getirir. Her ne kadar sürgün, olumsuz bir terim olsa da Karay için bu durum böyle olmamıştır. Aksine yazarın sürgün yaşantısı edebî kaygısı olur. O da bu kaygıyı *Gurbet Hikâyeleri*'nde dile getirir. Sürgün, aynı zamanda Karay'a büyük bir dönüşüm sağlar. *"Sürgün, diğer anlamıyla yani yeni yetişen bitki dalının ucundaki filizdir. İnsan ruhu sürgünde, sürgünün anlamı gibi yeni filizler vermeye başlar. Bu filizler sürgünden sonra yeşerir, sonunda yaprak, dal ve ağaç olur. Bu süreçte insanın hayata bakışında belirgin değişim meydana gelir"* (Timur, 2012: 23). Bu sürgün hayatının tahammülsüzlüğü Karay'da da tersi bir yönde gelişim sağlar ve onun verimliliğini daha da artırır.

Eserdeki hikâyeler, dönemin sosyolojik ve tarihî yapısını da göstermesi yönüyle önemli metinlerdir. Kitapta toplamda on sekiz hikâye bulunmaktadır. Bunlar: "Yara, Eskici, Antikacı, Testi, Fener, Zincir, Gözyaşı, Keklik, Akrep, Köpek, Lawrens, Çıban, Kaçak, Güneş, Hülle, İstanbul ve Dişçi" isimli hikâyelerdir. İnsan ve mekânın birbiriyle bağlantılı olarak anlatıldığı bu metinlerde, hem insanın hem de mekânın hikâyesi dile getirilmiştir.

1. Eskici Hikâyesindeki Küçük Hasan'ın Dar/Kapalı Mekândaki Yolculuğu

Eskici, Refik Halit'in insan-mekân ilişkisini ince bir işçilikle ele aldığı bir hikâyesidir. Başkişi küçük yaşta babasını ardından da annesini kaybeden küçük Hasan adında bir çocuk karakterdir. Karakterin mekândaki yolculuğu, annesini kaybettikten sonra tanıdıklarının onu Filistin'deki halasının evine gönderme gönderme kararından sonra başlar. Mekân, yol boyunca Hasan'ı çeşitli duygu ve değerlerle sınar. Metinde çevresel mekânın değişimiyle beraber algısal mekânda değişiklik görülür. Mekân, İstanbul'da bir vapur, Hayfa'ya giden bir tren, istasyon, Arabistan'daki halasının evi ve son olarak da bu evin avlusudur. Küçük Hasan, akrabaları tarafından İstanbul'dan Beyrut'a doğru giden bir vapura bindirilir. O, ilk zamanlarda mekânda bulunan aidiyetlik duygusuna sarılır. Bu duyguya tutunan karakter, kendisini güvende hisseder. Güvende olan karakterin mekândaki konumu açık/geniş mekân özelliği gösterir:

"Hasan vapurda eğlendi; gırıl gırıl işleyen vinçlere, üstleri yazılı cankurtaran simitlerine, kurutulacak çamaşırlar gibi iplere asılı sandallara, vardiya değiştirilirken çalınan kampanaya bakarak çok eğlendi" (Karay, 2024: 14).

Bu ana kadar Hasan için her şey normaldir. Marmara denizindeki tatlı telaşı izleyen kahraman, mekâna ruhen kök salabilmiştir. Yine burada mekân, karaktere kimliksel değerlerini yaşamasını sağlar. Küçük Hasan, mekânla tamamıyla barışıktır. Çünkü vapur, hâlâ Marmara Denizi sınırları içerisindedir. Ama vapur, İstanbul'dan uzaklaştıkça Hasan'ın mekândaki tavrı da değişmeye başlar:

"Fakat vapur, şuraya buraya uğrayıp bir sürü yolcu bıraktıktan sonra sıcak memleketlere yaklaşınca kendisini bir durgunluk aldı" (Karay, 2024: 15).

Hasan'ın bindiği vapur, İstanbul'dan uzaklaştıkça onu sadece ana dilinden uzaklaştırmaz; aynı zamanda kimliksel değerlerinden de uzaklaştırır. Anlatıda vapur, karakterin kökleriyle bağlarını kopardığı ilk mekândır. Bu kopuşun mekândaki gösterimi karakterin başka memleketlere doğru yol aldıkça konuşulan dilin farklılaşması şeklinde olur. İlk zamanlarında, değerlerini yaşamasına izin veren mekân, bu andan itibaren küçük Hasan'ın değerlerine saygı duymaz. Bu andan itibaren küçük Hasan'ın nezdinde mekân, korkulan bir yerdir. Mekân, karakteri değişen dil olgusuyla sınar. Ana dilinden uzaklaşan küçük Hasan, artık telaşlanmaya ve korkmaya başlar. Burada durgunlaşan Hasan, mekânla çatışır. Mekân, Hasan'ın algısında daralır. Onun dar mekândaki konumu şu hisli cümlelerle dile getirilir:

"Kalanlar bilmediği bir dilden konuşuyorlardı ve ona İstanbul'daki gibi:
"Hasan gel!"
"Hasan git!" demiyorlardı; ismi değişir gibi olmuştu. Hassen şekline girmişti:
"Taal hun ya Hassen," diyorlardı, yanlarına gidiyordu.
"Ruh ya Hassen…" derlerse uzaklaşıyordu.
"Hayfa'ya çıktılar ve onu bir trene koydular. Artık anadili büsbütün işitilmez olmuştu. Hasan köşeye büzüldü; bir şeyler soran olsa da susuyordu. Portakal bahçelerine dalmış, göğsünde bir katılık, gırtlağında lokmasını yutamamış gibi bir sert düğüm, daima susuyordu" (Karay, 2024: 15).

Karakterin hikâyede konumlandırıldığı diğer bir mekân ise, halasının evine gitmek için bindirildiği trendir. Artık tren, hikâyede küçük Hasan'ın kimliksel değerlerinden tamamıyla koptuğunu anladığı bir yerdir:

"Artık ana dili büsbütün işitilmez olmuştu. Hasan köşeye büzüldü; bir şeyler soran olsa da susuyordu, yanakları pençe pençe, al al olarak susuyordu. Portakal bahçelerine dalmış, göğsünde bir katılık, gırtlağında lokmasını yutamamış gibi bir sert düğüm, daima susuyordu" (Karay, 2024: 15).

Hikâyede mekân, küçük Hasan'ı derin boşluğa düşürür. Uçsuz bucaksız yüksek vadilerden geçen tren, karakteri daha da mahzunlaştırır. Küçük Hasan'ın yolculuğu sırasındaki olumsuz nitelendirilen çevresel mekânın anlatısı şu şekilde anlatılır: "*Yamaçlarında keçiler otlayan kuru, yalçın, çatlak dağlar arasından geçiyorlardı. Bu keçiler kapkara, beneksiz kara idi; tüyleri yeni otomobil boyası gibi aynamsı bir cila ile kızgın güneş altında, pırıl pırıl yanıyordu"* (Karay, 2024: 15).

Çevresel mekânın tasvirinde yer alan *"kuru çatlak, kapkara, beneksiz, kızgın"* gibi olumsuz sıfatlar, mekânın çorak görünümünü daha da belirginleştirir. Bu renksiz ve kuru görüntü, kahramanın algısındaki mekânı kapalı kılar. Tren, hikâyede, bir nevi, çevresel unsurların algısal mekâna galip gelişinin sembolik gösterimidir. Dolayısıyla mekân, karakterin ruhsal dünyasında kapalı ve dardır.

Bu çorak yerlerden sonra küçük Hasan'ın duygularını ele veren başka bir mekân ise anlatıda da farklı duygulara doğru evrilir:

"Hasan'ı bir istasyonda indirdiler. Gerdanından, alnından kollarından ve kulaklarından biçim biçim, sürü sürü altınlar sallanan kara çarşaflı, kara çatık kaşlı, kara iri benli bir kadın göğsüne bastırdı. Anasınınkine benzemeyen, tuhaf kokulu, fazla yumuşak, içine gömülüveren cansız bir göğüs (...) Ya habibî! Ya aynî!" Halasının yanındaki kadınlar da sarıldılar, öptüler, söyleştiler, gülüştüler. Birçok çocuk da gelmişti; entarilerinin üstüne hırka yerine elbise ceket giymiş, saçları perçemli, başları takkeli çocuklar" (Karay, 2024: 17).

Mekânın anlatısında yer alan *"kara çarşaflı, kara çatık kaşlı, kara iri benli"* gibi sıfatlarla nitelendirilen hala, küçük Hasan'ı derin bir hiçliğe iter. Her ne kadar halası, onu annesi gibi göğsüne bassa da, Hasan'a duygusal anlamda, pek bir şey hissettirmez. Çünkü halasının ne görüntüsü ne de kokusu anasına benzer. Mekân, karakterin hafızasındaki anılarının tersi durumdadır. Artık Hasan, bambaşka bir mekânın ve kültürün içine girdiğini çaresizce kabullenerek halasıyla beraber onun evine giderler.

Hasan, halasının evine mekânsal olarak kök salamaz. Küçük Hasan'ın mekânla olan en şiddetli çarpışması Filistin'deki halasın bu evidir. Mekân, Hasan'ı her yönden kuşatır, onun kimliksel değerlerini yaşamasına ve ana diliyle konuşmasına pek izin vermez. Burası, karakteri özünden koparıp karşısına başka başka değerleri koyar. Bunun neticesinde Hasan, kendisine yeni değerler veren bu mekâna pek uyum sağlayamaz. Dolayısıyla karakterin mekâna adaptasyonu kolay olmaz:

"Şimdi onun da kuşaklı entarisi, ceketi, takkesi, kırmızı merkupları vardı. Saçlarının ortası, el ayası kadar sıfır makine ile kesilmiş, alnına perçemler uzatılmıştı. Deri gibi sert, yayvan tandır ekmeğine alışmıştı; yer sofrasında bunu hem kaşık çatal yerine dürümleyerek kullanmayı beceriyordu" (Karay, 2024: 16).

Dört yanı duvarlı, tek katlı ve basık olan bu toprak ev, karakterin algısında adeta geçmişteki değerlerle bağını koparan ve vatanından sürülen bir mahkûmun cezasını çektiği bir hapishane gibidir. Çölün ortasındaki bu ev, karakteri derin bir sessizliğe sürükler. Ev, birey olarak onun kimliksel değerlerine ve benine saygı duymaz. Halasının evi, Hasan'ın algısal dünyasındaki ev kavramına eş değerde değildir. *"Gerçekten ikamet edilen her mekân, kendinde ev kavramının özünü barındırır"* (Bachelard, 2014: 35). İnsan, kendi değerleriyle yaşadığı evi benimser ise o bir anlam kazanır. Hasan, halasının evinde kendi değerlerinin olmadığının bilincindedir. Dolayısıyla sürekli kendi beniyle çatışır.

Giydirildiği kıyafeti, konuşulan dili ve yemek yeme kültürünü inatla reddeden Hasan'ın hikâye boyunca ruhsal dünyası daha çok dar mekân üzerine inşa edilir. Fiziksel olarak orada var olsa da ruhen o yaşantıya pek de uyum sağlayamaz. *"İnsanı fiziksel anlamda çevreleyen mekân, onun dünyayla olan sosyal ve psikolojik bağını da belirler. Çünkü ev, insanın yeryüzündeki cenneti sayılır ve insan için ev Gaston Bachelard'ın deyimiyle; "dışardaki içerdelik"tir. Bu yönüyle ev, içsellik mekânı olarak insanı biçimlendirir; atacağı adımları belirler. Hasan'ın umutsuzluğu, evin içtenlik mekânı olmayışından kaynaklanmaktadır. İnsan hangi yaşta olursa olsun, döneceği, barınacağı, sığınacağı bir mekân arar. Ancak Hasan'ın kendini güvende hissetmediği bu ev, onun kök salabileceği bir yer değildir"* (Çakmakçı, 2014: 231).

Hikâye boyunca dar/kapalı mekân özelliği gösteren mekân algısı, halasının bir gün eve yaşlı bir ayakkabıcıyı çağırmasıyla birlikte mekân-insan ilişkisi de değişir. Mekân, dar/kapalı mekândan açık/geniş mekâna açılır:

"Evin avlusuna sırtında çuval kaplı bir yayvan torba, elinde bir ufacık iskemle ve uzun bir demir parçası, dağınık kıyafetli bir adam girdi. Torbasında da mukavva gibi bükülmüş bir tomar duruyordu…
"Satıcı iskemlesine oturdu. Hasan da merakla karşısına geçti. Bu dört yanı duvarlı, tek kat, basık ve toprak evde öyle canı sıkılıyordu ki... Şaşarak, eğlenerek seyrediyordu: Mukavvaya benzettiği kalın deriyi iki tarafı keskin incecik, sapsız bıçağıyla kesişine, ağzına bir avuç çivi dolduruşuna, sonra bunları birer birer, İstanbul'da gördüğü maymun gibi avurdundan çıkarıp ayakkabıların altına çabuk çabuk mıhlayışına, deri parçalarını, pis bir suya koyup ıslatışına, mundar çanaktaki macuna parmağını daldırıp tabanlara sürüşüne, hepsine bakıyordu. Susuyor ve bakıyordu…" (Karay, 2024: 17).

Evin avlusu, Hasan'ın kozasından çıkan bir tırtılın simgesel görünümü gibidir.

Ayakkabıcı, Hasan'ın iç dünyasının kapısını aralayan ilk kişidir. Küçük Hasan'ı umutsuz dünyasından çıkaran ayakkabıcı, Hasan'ın bastırdığı ve gizlediği duyguları da ağzındaki çiviler ile açığa çıkartır. Hikâyenin anlatısında yer alan çiviler, sembolik olarak Hasan'ın dilinin çözülüşüdür:
"Çiviler ağzına batmaz mı senin?"
"Eskici başını hayretle işinden kaldırdı. Uzun uzun Hasan'ın yüzüne baktı:
"Türk çocuğu musun be?"
"İstanbul'dan geldim!"
"Ben de o taraflardan… İzmit'ten!"
Ayakkabıcı, aylarca susan Hasan'ı dar mekândan geniş mekâna geçiren tek kişidir. Hikâyenin bu anlatısında Karay, sürgüne gönderilen insanların mekândaki diğer insanlarla olan iletişimsizliğine, ana dil üzerinden vurgu yapar. Bir dilde genel geçer kurallar vardır. *"Dilbilgisinin ele aldığı görüngeler, bir düzlemde, dilbilgisinin kendi kurallarıyla ve bu kuralların etkileşimiyle açıklanır"* (Chomsky, 2018: 57). Filistin'deki halasının evinde Hasan'la uzun bir süreden sonra Türkçe konuşan tek kişi bu yaşlı ayakkabıcı olur. Aynı dili konuşan karakterler, aynı değerlerde ve duygularda birleşirler. Anlatının bu bölümünden sonra mekân, kahramanlara kısa süreliğine bir nefes olur. Vatanından sürülen bu iki insan, bulundukları mekânda kimliksel değerlerini ve ana dillerini yeniden konuşmaya başlamanın mutluluğunu paylaşırlar. Ayakkabıcının fiziksel görüntüsü çocuk nezdinde korkutucu olsa da bu tersi durumun karşısına Karay, ayakkabıcıya Türk sıfatı verip karakterleri de Türkçe konuşturarak mekâna kimliksel ve kültürel değerleri kodlar. Evin avlusunda, karakterlerin kendilik duygusu ve var oluşları ana dilleriyle tekrar can bulur. Dolayısıyla avlu, dar mekândan geniş mekâna geçişin ilk simgesidir. Ta ki ayakkabıcı işini bitirip malzemeleri toplamaya başlamasıyla mekânındaki anlam değişir. Ayakkabıcıdan ayrılacağını anlayan Hasan'ın yüreği bir kuş gibi çarpmaya başlar. Mekâna gözyaşlarını sessiz sessiz döktüğünü gören ayakkabıcı da aynı duyguları mekâna yansıtır. Her iki karakter de bu garip memlekette bir daha Türkçe konuşamayacak insan bulamayacaklarının umutsuzluğuna ve imkânsızlığına ağlarlar. Evin avlusu, karakterlerin algısında ayrılığın yaşanacağı yer olur. Ayrılık duygusunun sahnelendiği bu mekân, karakterlerin algısında dar ve kapalıdır.
Refik Halit, o dönemde aileleriyle birlikte sürgüne gönderilen çocukların gözünden sürgün yaşantısının zorluğunu anlatmak istemiş olabilir. Küçük Hasan, hikâyede öylesine seçilmiş bir karakter değildir. O, bir nevi yad ellerde yaşamak zorunda kalan çocukların da bir simgesi gibidir. Anlatıcı, ayakkabıcının *"Bir kabahat işledik de kaçtık!"* cümlesinin altına kendi sürgünün gerekçesini de yerleştirmek ister.

2. Antikacı Hikâyesindeki Dar ve Kapalı Mekândaki Orta Doğu

Bu hikâyedeki asıl mekân, Halep'te bir antikacının evidir. Evin kapısı, hikâyede çevresel mekândan algısal mekâna geçişi sağlayan somut bir imgedir. Kapının aralanmasıyla darmadağınık bir mekânla karşılaşan kahraman, mekândaki dağınıklığa hayret eder. Bu dağınık ve düzensiz yerden rahatsız olan kahraman, mekâna mesafeli yaklaşmaya başlar:
"İçeriye girer girmez beni bir şaşkınlıktır aldı: Ta kapı yanından başlayarak karmakarışık bir eşya yığını, leğenler, ibrikler, kandiller, kâseler, yazılı taşlar, boyalı camlar, tuğla parçaları yerlere serilmiş, duvarlara asılmış, rafları doldurmuş, merdiven basamaklarına kadar sıralanmıştı" (Karay, 2024: 20).
Diğer yandan evin dağınık görüntüsünü mekâna bilinçli bir şekilde yerleştiren Karay, Orta Doğu coğrafyasının da tıpkı bu ev gibi karmakarışık olduğunu vurgulamak ister. Mekândaki eşyanın hayret edecek kadar çeşitlilik arz etmesi de istikrarsızlaşan bölgede bir yığın İngiliz ve Fransız casuslarının varlığına işarettir. Bu yönüyle mekân, hem algısal hem de çevresel anlamda karaktere huzur vermez ve burada bir nevi dar mekâna açılır.
Bu konuda Ebru Burcu Yılmaz, karakterin bu dağınık mekâna girdiği andan itibaren: "*Mekânda insanın fiziksel eylem alanının daralması, onun ruhsal açıdan da sınırlılıklar yaşamasına sebep olur"* (Yılmaz, 2019: 46) der. Böylece karakter hem çevresel hem de algısal mekân bağlamında sınanır. Çevresel mekânlardaki anlatımlar, karakterin algısındaki anlamlara göre şekillenir. Nasıl ki bir bitkinin gelişimi topraktaki tohumundaysa, edebî eserlerde de algısal mekân, bireylerin algısal dünyasındaki değerlerinde saklıdır. Algısal mekânın anlatılarda mekânla uyumu aynı kabullerde yaşanır.

Bir şeyler kırmamak için etrafa daha temkinli yaklaşan karakterin mekândaki tavrı şöyle vurgulanır:
"Bir şey düşürmemeye, bir şeye basmamaya ve çarpmamaya dikkat ederek ahşap ve gıcırtılı merdivenlerden çıktık…" (Karay, 2024: 20).
Çöldeki bu ev, karaktere her anlamıyla huzursuzluk verir. Huzursuz olan karakter, yaşadığı bu mekânda bulunmak istemez. Karakterin mekândaki fiziki eylemlerinin kısıtlanması, onun ruhuna da yansır. Mekân, karakterin fiziki eylemlerini kısıtlar, bunun sonucunda mekân dar ve kapalı yöne doğru kayar.
Hikâyenin ilerleyen bölümlerinde mekân karaktere güven hissi de vermez. İçinde bulunduğu evden korkan ve huzursuz olan karakter, kendini dış çevreye kapatmaya çalışır:
"Filistin vakasının başlangıcındaydı; Mısır dönüşü Kudüs'teki King David Oteli'nde yol arkadaşımla akşam viskisi içiyorduk. Masaların çoğunda İngiliz Subayları oturuyordu; kapıdan bir yenisi girdi. Bu geleni gözüm ısırıyordu. 'Nereden görmüştüm acaba' diyordum, 'işgal zamanı İstanbul'da mı? Kahire'de mi? Vapurda veya trende sivil kıyafette mi?' Sonra birden aklıma yeşil tülbentli bir külâh, bir darmadağınık saç sakal, bir çift inatçı, çiğ, sevimsiz mavi göz geçti" (Karay, 2024: 25).
Karakter, mekâna gelen kişinin antikacı olduğunu görür. Bu andan itibaren mekân, karaktere güven vermez. Mekâna gelen kişinin aslında bir İngiliz casusu olduğunu anlayan kahraman, koruyuculuğu bulunmayan mekândan kendini izole eder. Artık karakterin içinde bulunduğu bu mekân, koruyuculuk özelliğini kaybeder. Onun algısında mekân giderek darlaşır. Hikâyede mekân ve karakter etken bir özellik gösterir. Orta Doğu'da oynanan tehlikeli oyunlar, karakterin anlatıldığı mekânla gösterilir. Bu yönüyle, *"mekân, zamana tanıklık ederken edebiyat, hikâyesini anlattığı toprağın ve toprak üzerinde yer alan yapıların kültürel kodlarını da yansıtır"* (Yılmaz, 2019: 46). Burada Karay, mekânla dönemin tarihi ve siyasi olaylarına da dikkat çekmek ister. Dönemin Orta Doğusu, karakterin nezdinde tehlikelidir. O, serseri bir kurşuna gitmemek için bulunduğu mekânda kendisini hiçbir zaman rahat hissetmez:
"Subayla karşı karşıya gelmemek için iskemlemin yerini usulcacık değiştirdim. Bir sır sezdiğini belli etmek, böyle, sokaklarında serseri kurşunlarının dolaştığı ve sabahleyin köşe başlarında ölülerin sıralandığı yerde akıllı işi olmasa gerekti" (Karay, 2024: 25).
Böylece mekân, dönemin tarihi ve siyasi yapısına da dokunarak döneme tanıklık eder. Dolayısıyla kahramanın algısında, sürgüne gönderildiği Orta Doğu toprakları güvensiz ve tehlikelidir.

3. Gözyaşı Hikâyesinde Simgeleşen Dul Ayşe'nin Kapalı ve Dar Mekândaki Konumu

Hikâyenin başkişisi Balkan Savaşı yıllarında Yunanlıların zulmünden çocuklarıyla birlikte kaçmaya çalışan Rumelili Dul Ayşe'dir. Fiziki betimlemesi hisli cümlelerle yapılan Ayşe'nin mekândaki umutsuz ve tükenmiş ruh hali bulunduğu mekâna tamamıyla sirayet eder:
"Vaktiyle sarışın imiş, mavi gözlü imiş. Şimdi saçlar küçük aktar dükkânı bebeklerinin ne kıla, ne de ota benzeyen, dokunsanız hışırdayacağını sandığınız cansız, kuru, soluk rengini, şeklini almış. Gözleri eski şekerlenmiş şuruplar kadar donuk, fersiz, katı, suyu çekilmiş… Dibe çökmüş bir gam tortusu. Bu kadar kuru, kabuğa benzeyen göze hiç rastlamamıştı (Karay, 2024: 42).
Hikâyedeki mekânlar, Ayşe'nin Balkan Savaşları sırasında düşman askerlerinin zorbalığından kaçıştığı yerlerdir. Mekân, anlatı boyunca hep bu güzergâh doğrultusunda farklılaşarak gösterilir:
"Dul Ayşe de hazırdır; bir atın üstündedir. Terekesinde, beş yaşındaki oğlu, belinden sımsıkı sarılmış, önünde üç yaşındaki kızı bir kuşakla dizlerinden eğere bağlı, kucağında bir yaşına basmayan yavrusu uykuda…[Tepelerden, ara vermeyen, soluk aldırmayan bir yağmur iniyor; ovayı su basacaktır; çaylar kabaracak, nehirler taşacak, köprüler çökecek, yol, iz kalmayacaktır. Islak gece içinde, sırılsıklam bir kafile, kimi yaya, kimi atla koşuyor, kaçıyor" (Karay, 2024: 43).
Ayşe, algısal anlamda bu yerlerde kendisini hep dar/kapalı mekânda hisseder. Mekânın tasvirinde yer alan *"soluk aldırmayan bir yağmur, ıslak gece, sırılsıklam bir kafile"* gibi umutsuz cümleler, karakterin mekândaki sınavının ağırlığını gösterir.
Ayşe'nin mekândaki ilk sınavı, çocukları arasında tercih yapmak zorunda olmasıdır. Mekân, karakteri hem vicdanıyla hem de anneliğiyle sınar. Ayşe'nin bu mekândaki çaresizliği, çocukları arasında yapmak zorunda olduğu mecburi tercihidir:
"Evvala çöken, sonra da başını uzatıp yan üstü uzanan, bir türlü kalkmak mecalini bulamayan attan iniyorlar; çarçabuk iniyorlar.

Zira durmadan ilerleyen felaketin kafilesinden ayrı düşmek Ayşe'ye hepsinden daha korkunç geliyor. Fakat geride kaldığını anlayıp bir müddet sıkı yürüyünce artık bu üç çocuğu birden taşımak, sürüklemek imkânı kalmadığını görüyor, hem koşuyor, hem düşünüyor: İkisini olsun kurtarmak için birini feda etmek, hafiflemek lazımdır. Hangisini?" (Karay, 2024: 44).

Çocukları arasında tercih yapmak zorunda kalan Ayşe için bu mekân, yutucu bir mekândır. Karakter, adeta çıkışı olmayan bir labirentin içindedir. Çocukları arasında tercih yapmaya zorlanan Ayşe, mekânda Balkan Savaşı sırasında geride kalanları temsil eden bir karakterdir:

"Ayşe, yanında dizkapaklarına kadar çamurlara bata çıka yürümeye çalışan Ali'nin minimini elini bırakmak istemiyor. Boynuna dolanan mecalsiz kolları da çözmeye cesareti yoktur. Kucağındaki ıslak, hareketsiz, sessiz bohça ona zaten cansız gibi görünüyor. Belki kendiliğinden, soğuktan, sudan, havasızlıktan, ezilmekten ölmüştür. Ananın bir ümidi budur: Yaşamadığını anlayarak, azapsız, kundağı bir tarafa, en çamurlu en az batak yere bırakıvermek" (Karay, 2024: 44).

Ayşe, anlatıldığı bu mekânda kundaktaki yavrusu Osman'ı bırakmaya mecbur kalır. Bireysel kaçışın gösterildiği mekân, hikâyenin ilerleyen bölümlerinde topyekûn kaçışın yapıldığı bir yere dönüşür. Balkan Savaşı sırasında cephenin gerisinde kalan yaşantılar, hikâye boyunca hep aynı değerlerle sınanır: *"Bu sırada, ilerleyen kafile, selin batıra çıkara, vura çarpa sürüklediği bir enkazdan başka bir şey değildir. Karanlığın içinde düşerek çamurlara gömülenler, üstüne basılarak ezilenler çoktur"* (Karay, 2024: 45).

Mekândaki korku ve umutsuzluk, karakterleri bir bilinmezliğe sürükler. Bu belirsizlik hali, karakterlerin algısal dünyasındaki dar ve kapalı mekâna yerleşir.

Hikâyedeki mekânların seyri hep kaçış temasına doğru olur. Ayşe, düşman askerlerinden kaçtığı bu mekânlarla yol boyunca çatışır. Topyekûn kaçışın yapıldığı bu mekânda gözler önüne serilir: *"Gene koşuyor ve birden, acayip bir hafiflik, bir canlılık duyuyor, ileriye hamle ediyor. Neden sonra anlıyor ki boynundan sarılan zayıf, ufak kollar artık yoktur. Emine'de dökülmüştür"* (Karay, 2024: 45). Ayşe böylece üç yaşındaki kızı Emine'yi de kaybeder. O talihsiz anne, son umudu olan beş yaşındaki Ali'yi de düşmandan kurtulduğu mekânda kaybeder:

"Öbür felaketlere katlanıp ümit içinde yürüyor, kafileye yetişiyor, kafilenin önünü geçiyor, kafileyi geride bırakıyor ve seher vakti ay yıldızlı bir ıslak bayrak çekili küçük bir kasabaya varıyor. Yükünü bir cephane sandığının üstüne indiriyor: "Kurtulduk Ali," diyor. "Kalk Ali!" Ali kalkmıyor, kımıldamıyor. Ayşe saatlerden beri bir ceset taşıdığını anlamıyor, anlamak istemiyor, hâlâ…" (Karay, 2024: 46).

Mekânın içinde yer alan Türk bayrağı, diğer karakterler için düşman zulmünden kurtuluşun müjdesidir. Bu yönüyle mekân, çoğulcu karakterlerin algısında geniş/açık mekâna açılır. Türk bayrağının olduğu kasaba, mekân bağlamında Ayşe'ye bir anlam ifade etmez. Çünkü Ayşe, yol boyunca tutunduğu Ali'yi de kaybeder. Burası, Ayşe'nin gözyaşının da tükendiği bir mekâna dönüşür. Hikâyenin anlatısında yer alan bu mekânlar, karakterin iç âleminde dar ve kapalı mekân özelliği gösterirler. Ayşe, bilinçaltında biriktirdiği anıların, mekânla olan bağını hatırladıkça ruhu çok acı çeker. Ayşe'nin evlatlarıyla kaçtığı anlarda yaşadığı zorluklar ve çaresizlikler hikâyedeki mekânların tamamına sirayet eder. Hikâye boyunca mekân hep dar ve kapalıdır. Çünkü karakter, mekânın hoyrat yüzünü belleğine kötü anılarıyla birlikte kodlamıştır. Ayşe'nin gözlerinin neden kuru bir kabuğa benzediği de mekândaki yaşanan acı olaylar neticesinde idrak edilir. Ayşe, Gözyaşı hikâyesinin başkişisidir. O, aynı zamanda Balkan Savaşları sırasında cephenin gerisinde kalan birçok dul, yaşlı, çaresiz ve kimsesiz kalan tüm kadınların durumunu sembolize eder. Hikâyedeki mekânlar ve karakterler, tarihin sayfalarında yer alan bu savaşın acımasızlığına da şahit olurlar.

SONUÇ

Refik Halit Karay'ın sürgün yıllarını anlattığı *Gurbet Hikâyeleri,* Türk edebiyatında, akıcı olan anlatısıyla dikkat çeker. Kaçak, hikâyesi dışında hikâyelerin hepsinde mekân, Orta Doğu topraklarıdır. Lübnan, Filistin, Beyrut ve Halep gibi mekânlar, bir nevi Osmanlı'nın farklı coğrafyadaki hâkimiyetinin bir gösterimidir.

Hikâyelerde mekân, karakterlerin ruh hallerine ve değerlerine göre şekillenen bir öğedir. Hikâyenin muhtevasındaki mekânlar, sürgün ve gurbet temalarının soğuk yüzünü gösteren sembolik bir değer konumundadır.

İnsanın da mekânın da hikâyesini anlatan bu hikâyeler, okura dönemin tarihi ve siyasi yapısını göstermekle yetinmemiş ayrıca dönemin sosyal zamanına da tanıklık etmiştir. Sürgün temi etrafında dönen bu hikâyelerde mekân, anlatıda sadece bir yer özelliği teşkil etmez; aksine sürgüne gönderilen insanların ortak duygularda birleştiği bir anlatı özelliği kazanır.

Hikâyelerdeki başkarakterler, mekânın içinde değerlerinden, kimliklerinden, yaşanmışlıklarından ve kendiliklerinden bir şey bulamazlar. Karakter-mekân ilişkisinin uyumu da bu anlamda kapalılık gösterir. Hikâyelerde, en önemli tema, gurbet ve sürgündür. Yazar, sürgün hayatının gerçekliğini, mekândaki aidiyetsizlik ve kimliksizlik ögesi üzerinden göstermeye çalışmıştır.

Yüzellilikler Listesi'nde yer alan yazar, devlette önemli görevlerde bulunmuş dönemin tanınmış simalarıyla birlikte sürgüne gönderilmiştir. Karay, tüm bu insanların gurbetteki hislerini hikâyelerindeki karakterler aracılığıyla aktarmaya çalışmıştır.

Hikâyelerin anlatısında yer alan karakterler ve mekânlar, yazarın Osmanlı'nın son döneminde yaşanılan olumsuzluklara bizzat şahit olduğunu gösterir.

Anlatıcı, Antikacı ve Gözyaşı hikâyesinde bu olumsuzlukları, karakter ve mekânlarla açık açık dile getirmiştir. Hikâyelerinin anlatısında yer verdiği bu iki başat öğe, adeta Karay'ın okurla yüzleşmesi gibidir.

Hikâyelerinin sonunu bulanıklaştırmayan yazar, gurbet ve sürgün temini bu iki unsur üzerinden realist bir anlatımla okura aksettirir. Sürgün temi, tıpkı hikâyelerindeki karakterler gibi onun için de çekilmez bir hal alır.

Milli Edebiyat, Fecr-i Ati ve Cumhuriyet dönemlerinde de eserler veren Karay, olayları ve kahramanları en ince ayrıntısına kadar göstermeyi başarabilmiştir. Bu ayrıntının içine yoğun bir gerçeklik duygusunu katan yazar, hikâyelerine farklı bir bakış açısı kazandırmıştır.

Tasvir ve tahliller bakımından zengin bir anlatıma sahip olan yazar, yurt dışındaki sürgün yaşantısına ve güçlü gözlemlerine başarılı tasvirlerini de katarak önemli eserlere imza atmıştır. Son söz olarak denebilir ki Karay, Türk edebiyatında kendine özgü kalemiyle, sonradan yetişen birçok genç yazara öncülük etmiştir.

KAYNAKÇA

Arıcan, Ş., & Osman, M. (2019). Refik Halit Karay'ın hikâyelerinde öne çıkan temalar. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 12, 19–29.

Bachelard, G. (2014). Mekânın poetikası (A. Tümertekin, Çev.). İthaki Yayınları.

Chomsky, N.(2018). Dil ve Zihin (A. Kocaman, Çev.). Bilgesu Yayıncılık.

Çakmakçı, S. (2014). Bir dil gurbeti ya da konuş(a)mamak: Ana dili bağlamında Refik Halit Karay'ın "Eskici" hikâyesini okumak. Türk Dilleri, Edebiyatı ve Tarihi Dergisi, 225–236.

Enginün, İ. (2006). Yeni Türk edebiyatı: Tanzimat'tan Cumhuriyet'e. Dergâh Yayınları.

Karay, R. H. (2024). Gurbet hikâyeleri ve Yeraltında dünya var. İnkılap Kitabevi.

Kolcu, A. İ. (2018). Öykü sanatı. Salkım Söğüt Yayınları.

Korkmaz, R. (2021). Romanda mekân. (Ed.Ramazan Korkmaz Veysel Şahin) Akçağ Yayınları.

Korkmaz, R. (2021). Romanda mekân.Akçağ Yayınları/Yılmaz, Ebru Burcu Abdülhak Şinasi Hisar'ın çamlıcadaki eniştemiz romanında mekânın hafızası, s.139-162.

Lekesiz, Ö. (1997). Yeni Türk edebiyatında öykü 1. Kaknüs Yayınları.

Oktay, A. (1993). Cumhuriyet dönemi edebiyatı. Kültür Bakanlığı Yayınları.

Özbalcı, M. (2015). Hayatının ve sanatının ana çizgileriyle Refik Hâlid Karay. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, C.3, s.75-92.

Somuncu, S. (2015). Romanda bilgi, iktidar, ideoloji. Hece Yayınları.

Tekin, M. (2024). Roman sanatı / Romanın unsurları. Ötüken Yayınları.

Timur, K. (2012). Meçhule yolculuk: Türk romanında sürgün. Akademik Kitaplar.

Timur, K. (2016). Sıradışı yönleriyle Diyarbakır'ın birkaç zirve şahsiyeti. Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8(15/1), Özel Sayı, Nisan.

Timur, K. (2022). Zaman ve mekân bağlamında Kahramanmaraş ve şair Abdürrahim Karakoç. Kitap bölümü. KBBK Yayınları.

Tosun, N. (2011). Modern öykü kuramı. Hece Yayınları.

Yılmaz, E. B. (2019). Edebiyat, şehir, hafıza. Kesit Yayınları.
Zengin, Z. (2015). Refik Halid Karay'ın hikâyeciliği, Türk Dili Dergisi, S:117, s.111-117.

KIRIM TATAR BİLMECELERİNDEKİ FONETİK ÖZELLİKLER

Dr. Öğr. Üyesi Gülsüm KIRBAŞ
Selcuk University, Faculty of Letters, Department of Turkish Language and Literature, Konya, Turkey,
ORCİD: ID/0000-0002-1683-5948

ÖZET
Bugün Tataristan'da yaşayan Tatar Türkleri tarafından konuşulan Tatar Türkçesi Türk dilinin kuzeybatı grubundan bir lehçedir. Tatar Türkçesinin Kazan Tatar Türkçesi ve Mişer Tatar Türkçesi olmak üzere başlıca iki ağzı vardır. Araştırmalarda Tatar Türkçesinin Müslüman Volga Bulgarları ile Kıpçak ve Moğol boylarının karışması sonucunda ortaya çıktığı, Kırım Tatar Türkçesinin ise Anadolu Türkçesi ile Kazan Tatar Türkçesi arasındaki geçiş döneminin ürünü olduğu bilgisi verilir. Ortak bir kökten çıkan Türk lehçeleri birbirlerinden fonetik farklılıklar göstermektedir. Tatar Türkçesi de bu lehçelerden birisidir. Bu çalışmada Ş. Asanov ve A. Veliev tarafından toplanan, işlenen ve tertip edilen, 1988 yılında Taşkent'te basılmış olan *Tapmacalar* adlı çalışmada yer alan bilmecelerdeki fonetik özellikler ele alınacaktır. Kırım Tatar halk bilmeceleri hakkında bilgi verilen kısımdan (s. 3-12) sonra bilmeceler ve cevaplarının verildiği bu çalışma yüz otuz bir (131) sayfadan oluşmaktadır. Bilmeceler konularına göre (Yeryüzü ve Gökyüzündeki Doğa Olayları, İnsan ve Organları; Hayvanlar, Kuşlar, Böcekler, Kurtlar; Ağaç ve Meyveler, Sebze ve Kavun, Karpuz, Tahıl ve Başka Aşlıklar, Yemekler, Giysiler, Ev ve Ev Eşyaları, Yemek Aletleri; Ateş, Tütün, Kül; Kitap, Kâğıt, Yazı, Hesap Bilmeceleri, Çalgı Aletleri vb.) sınıflandırılmış ve başlıkların altında başlıkla ilgili görseller verilmiştir. Kırım Tatar Türkçesiyle yazılmış bu çalışmadaki fonetik özelliklerin ele alınmasının amacı bilmeceler vasıtasıyla Kırım Tatar Türkçesinin ses özelliklerini ortaya koymak, fonetik farklılıklara veya benzerliklere dikkat çekmektir.
Anahtar kelimeler: Tatar Türkçesi, Kırım Tatar Türkçesi, bilmece, fonetik

PHONETIC FEATURES IN CRIMEAN TATAR RIDDLES

ABSTRACT
Tatar Turkic, spoken by the Tatar Turks living today in Tatarstan, is a dialect of the northwestern group of the Turkic language. Tatar Turkic has two main dialects: Kazan Tatar and Mishar Tatar. Research indicates that Tatar Turkic emerged as a result of the mixing of Muslim Volga Bulgars with Kipchak and Mongol tribes, while Crimean Tatar is a product of the transition period between Anatolian Turkic and Kazan Tatar Turkic. Turkic dialects derived from a common root exhibit phonetic differences from one another. Tatar Turkic is one of these dialects. This study will examine the phonetic characteristics of the riddles contained in the work titled "Tapmacalar", collected, processed, and edited by Ş. Asanov and A. Veliev and published in Tashkent in 1988. Following a section on Crimean Tatar folk riddles (pp. 3-12), this work, which includes the riddles and their answers, consists of one hundred and thirty-one (131) pages. The riddles were classified according to their subjects (Natural Phenomena on Earth and in the Sky, Human Beings and Their Organs; Animals, Birds, Insects, Wolves; Trees and Fruits, Vegetables and Melons, Watermelons, Grains and Other Foods, Meals, Clothes, Household and Household Goods, Eating Utensils; Fire, Tobacco, Ash; Books, Paper, Writing, Math Puzzles, Musical Instruments, etc.) and visuals related to the titles were given under the titles. The purpose of discussing the phonetic features in this study written in Crimean Tatar Turkic is to reveal the sound features of Crimean Tatar Turkic through riddles and to draw attention to phonetic differences or similarities.
Keywords: Tatar Turkic, Crimean Tatar Turkic, riddles, phonetic

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

TES, TARİAT, ŞİNE US YAZITLARINDA FİİL DEYİMLERİ

Öğr. Gör. Dr. Nazmi ŞEN
[1]Balıkesir University, Turkish Language Department / TÖMER, Balıkesir, Turkey,
ORCİD: ID/0000-0002-2548-916X

ÖZET
Türkçenin anlamlı dil ögelerini isimler ve fiiller oluşturmaktadır. İsimlere göre daha devingen olan fiiller onu kullanan toplumların yaşayışı ve inanışı hakkında birçok ipucu taşır. Eski Türkçe Dönemi'ne ait metinlerde yaklaşık 6900 fiil kullanıldığı göz önünde bulundurulduğunda Türkçenin fiil sayısı bakımından zengin bir dil olduğu söylenebilir. Türkçede fiilleri yapılarına göre "basit, türemiş, birleşik" olmak üzere 3 başlık altında sınıflandırmak mümkündür. Basit fiiller üzerlerine herhangi bir yapım / türetme eki almadan cümle içerisinde kullanılan fiillerdir. Türemiş fiiller ise morfolojik yöntemle fiil ya da isim kök, köken ve gövdelerinin üzerine yapım eklerinin getirilmesiyle oluşmuş fiillerdir. Birleşik fiiller birden fazla anlam ögesinin aralarında sürekli bir ilişki kurmasıyla / kalıplaşmasıyla oluşmuş kalıcı kavram işaretleridir. Sentaktik yöntemle oluşturulmuş bu kavram işaretleri aynı basit ve türemiş fiiller gibi tek kavramı karşılamaktadır. Eski Türkçe Dönemi'ni kapsayan metinlerde bulunan birleşik fiiller kurulma biçimlerine göre "isim + (yardımcı) fiilden oluşan birleşik fiiller, fiil-zarf-fiil eki + fiil yapısından oluşan birleşik fiiller ve fiil deyimleri" olmak üzere 3 grupta incelenebilir. Fiil deyimleri zarf görevinde kullanılan bir veya daha fazla sözcüğün bir fiil ile sürekli anlam ilişkisi kurması ve bir nesnenin fiille sürekli anlam ilişkisi kurması sonucunda oluşmuştur. Çalışmada fiil deyimleri zarf + fiilden oluşan fiil deyimleri ve nesne + fiilden oluşan fiil deyimleri başlıkları altında değerlendirilmiştir. II. Türk Kağanlığı Dönemi'nde Orta Asya'nın çeşitli bölgelerinde hüküm sürmüş kağan ve kumandanlar tarafından birçok yazıt dikilmiştir. Orhun Yazıtları başta olmak üzere kağan ve kumandanlık yazıtları dönemlerinin resmî tarihleri niteliğindedir. Halk tarafından dikilmiş yazıtlar satır sayısı bakımından kısa daha çok mezar taşı özelliği gösteren yazıtlardır. II. Türk Kağanlığı'nın yıkılmasından sonra Ötüken'de kurulan Ötüken Uygur Kağanlığı'nda da yazıt dikme geleneği devam etmiş; dönemin olayları Tes Yazıtı, Tariat Yazıtı ve Şine Us Yazıtı'nda anlatılmıştır. Türkçe söz diziminde pekiştirilmek ve vurgulanmak istenen ögenin yüklemleştirildiği ya da yükleme yaklaştırıldığı açıktır. Ayrıca etkili söz söyleme ve sanat yapma amaçlarının bulunduğu yazıtlarda birçok fiil deyimi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda Tes Yazıtı'nda, Tariat Yazıtı'nda ve Şine Us Yazıtı'nda zarf + fiilden oluşan fiil deyimleri: *y(a)şı t(e)gip uç-, b(a)s(ı)p olur-, (a)k(ı)z(a) b(a)r-, (a)tl(ı)g(ı)n töke bar-, y(a)bl(a)k s(a)k(ı)n-, turguru kot-, kod(u)p bar-, yorıyu k(e)l-, k(a)tı tokı-, boş(u)na boş(u)n-, y(a)gıdu k(e)l-, y(u)lıp bar-, ürk(ü)p b(a)r-, ş(a)ş(ı)p kel-*,; nesne + fiilden oluşan fiil deyimleri: *yaşı teg-, el tut-, örg(i)n y(a)r(a)t-, (a)t(ı)g (a)t(a)-, turg(a)k tur-, kıy(ı)n ay-: ç(e)r(i)g it-, iş(i)g küç(i)g bir-, sü yorı-, tıl tut-, (a)t bir-, (e)r ıd-, t(a)p(ı)g bir-* biçiminde tespit edilmiştir.
Anahtar kelimeler: Eski Türkçe, Tes Yazıtı, Tariat Yazıtı, Şine Us Yazıtı, Fiil Deyimi.

PHRASAL VERBS IN TES, TARİAT, ŞİNE US INSCRIPTIONS

ABSTRACT
The meaningful elements of Turkish are formed by nouns and verbs. Verbs, which are more dynamic than nouns, provide many clues about the way of life and beliefs of the societies that use them. Considering that approximately 6,900 verbs are used in texts from the Old Turkish Period, it can be said that Turkish is a rich language in terms of the number of verbs. In Turkish, verbs can be classified into three categories according to their structure: "simple, derived, and compound." Simple verbs are verbs used in sentences without any derivational suffixes. Derived verbs are verbs formed by adding derivational affixes to verb or noun roots, stems, and bases using morphological methods. Compound verbs are permanent conceptual signs formed by establishing a continuous relationship / patterning between more than one semantic element. These concept signs, created using syntactic methods, represent a single concept, just like simple and derived verbs.

Compound verbs found in texts from the Old Turkish period can be classified into three groups according to their structure: compound verbs consisting of a noun + (auxiliary) verb, compound verbs consisting of a verb-adverb-verb suffix + verb, and phrasal verbs. Phrasal verbs phrases are formed when one or more words used as adverbs establish a continuous semantic relationship with a verb, and an object establishes a continuous semantic relationship with the verb. During the II. Turkic Khaganate Period, many inscriptions were erected by khans and commanders who ruled various regions of Central Asia. The Orhun Inscriptions, as well as the inscriptions of khans and commanders, constitute the official history of their respective periods. Inscriptions erected by the public are short in terms of the number of lines and are more like gravestones. After the collapse of the II. Turkic Khaganate, the tradition of erecting inscriptions continued in the Ötüken Uyghur Khaganate established in Ötüken; the events of the period are recounted in the Tes Inscription, Tariat Inscription, and Şine Us Inscription. In Turkish syntax, it is clear that the element to be reinforced and emphasized is made into a predicate or brought closer to the predicate. In addition, many phrasal verb are used in inscriptions that have the purpose of effective speech and art. As a result of the study, phrasal verbs consisting of a adverb + verb in the Tes Inscription , Tariat Inscription, and Şine Us Inscription: *y(a)şı t(e)gip uç-, b(a)s(ı)p olur-, (a)k(ı)z(a) b(a)r-, (a)tl(ı)g(ı)n töke bar-, y(a)bl(a)k s(a)k(ı)n-, turguru kot-, kod(u)p bar-, yorıyu k(e)l-, k(a)tı tokı-, boş(u)na boş(u)n-, y(a)gıdu k(e)l-, y(u)lıp bar-, ürk(ü)p b(a)r-, ş(a)ş(ı)p kel-,*; phrasal verbs consisting of an object + verb: *yaşı teg-, el tut-, örg(i)n y(a)r(a)t-, (a)t(ı)g (a)t(a)-, turg(a)k tur-, kıy(ı)n ay-: ç(e)r(i)g it-, iş(i)g küç(i)g bir-, sü yorı-, tıl tut-, (a)t bir-, (e)r ıd-, t(a)p(ı)g bir-* has been determined.
Keywords: Old Turkish, Tes Inscription, Tariat Inscription, Şine Us Inscription, Phrasal Verb.

GİRİŞ

II. Türk Kağanlığı'nın Uygur, Basmıl ve Karluk ittifakı tarafından yıkılmasından sonra Ötüken bölgesinde Ötüken Uygur Devleti kurulmuştur. II. Türk Kağanlığı Dönemi'nin devamı niteliğinde olan bu devirde dilin ve kültürün de kendisinden önceki dönemlerin devamı niteliğinde olduğu söylenebilir. Söz konusu devamlılığın önemli kanıtlarından biri kağan ve kumandanların yazıt dik(tir)me geleneğini sürdürmesidir. 840'ta Ötüken Uygur Kağanlığı egemenliğine Kırgızlar tarafından son verilmesiyle yazıt dikme geleneği seyrekleşerek yerini kâğıda yazılı metinlere bırakmıştır. Ötüken Uygur Kağanlığı Dönemi'ne ait olduğu belirtilerek üzerinde çalışma yapılan yazıtlar araştırmacılar tarafından *I. Karabalgasun, II. Karabalgasun, Mutrın Temdeg, Tes, Tariat, Şine Us, Karı Çor Tigin, Hoyto Tamir, Sevrey, Suci, Arhanan ve Gürbelcin Yazıtları* olarak belirlenmiştir (Mert, 2009; Alyılmaz, 2013; Ölmez, 2018; Aydın, 2021).

Anılan yazıtlar arasında Tes, Tariat ve Şine Us Yazıtları'nın ayrı bir yeri ve önemi vardır. Metinlerin hacmi ve içerik açısından Orhun Yazıtları'na benzeyen (Kljaštornyj, 1982) yazıtlarda dikildiği dönemden önceki devre ait bilgiler aktarıldıktan sonra dikildiği dönemin önemli olayları, Ötüken Uygur Kağanlığı'nın kuruluşu (Şirin, 2008, s. 184) anlatılmaktadır.

Kağan ve kumandanlar tarafından dik(tir)ilen yazıtlarda muhataplara mesajlar iletilirken edebî dilin tüm imkânlarından yararlanılmıştır (Alyılmaz, 2005, s. 4). Verilmek istenen mesajı güçlü kılıp pekiştirirken aynı zamanda estetik bir ifade zenginliği de katan kalıplaşmış dil ögeleri (atasözleri, deyimler, vecizeler, ikilemeler, dualar ve beddualar) Türkçenin eskiliğini de kanıtlayan önemli dil bilimsel unsurlardır.

Dilin ustalıkla kullanımını göz önüne seren kalıplaşmış dil ögeleri Türkçenin "dilin konuşurları tarafından kendine özgü kılındığı, Türkçenin özelleştirme tarzını yansıtan" (Gemalmaz, 2010, s. 6) yapılarıdır. Tükçenin ilk yazılı metinlerinden itibaren (eski Türk yazıtları) kalıplaşmış dil ögelerine ve anlatımı güçlü kılmak amacıyla bir araya getirilmiş unsurlara sıkça rastlanılmaktadır.

Türkçenin söz varlığı içinde yer alan deyimler Türkçeyi konuşan ve yazanların anlatımdaki gücünü, başarısını, benzetmeye ve nükteye olan eğilimini ortaya koyan önemli ögelerdir (Aksan, 2015, s. 39). Çoğu gerçek anlamı dışında kullanılan deyimler (Aksoy, 1984, s. 49) Türk toplumunun yaşayışı ve inanışı hakkında birçok bilgi içermektedir. Türkçedeki deyimlere kültür dil bilimi çerçevesinden bakıldığında deyimlerin "giyecek, yiyecek, içecek, yer, hayvan, rakam, renk, zaman, maden" isimleri gibi somut; "gelenek ve görenekler, aile ve akrabalık, evlenme ve düğün, doğum ve ölüm, din ve inanış" gibi manevi ögelerden oluştuğu söylenebilir (Uysal, 2021).

Fiil deyimleri en az iki ögeden oluşan, cümle içerisinde çekime girebilen (Şen, 2017, s. 22), fiilimsi eklerini üzerine alarak fiilimsi grubu oluşturabilen yapılardır. Birden fazla kavram işaretinden oluşan genel anlamlı dil ögelerinden olan fiil deyimlerinin parçaları arasındaki ilişki kalıcı ve süreklidir. Türkçede kalıcı kavram işaretleme yöntemlerinin başında kök, köken ve gövdelerin üzerine yapım / türetme eklerinin getirilmesi esasına dayalı morfolojik yöntemle kavramları işaretleme gelmektedir. Ancak bu yöntemde insan beyninin çalışma ve algılama biçimine bağlı olarak kavramdaki ses sayısının artması algılamayı düşüren bir etmen olduğu için Türkçe parçalı olarak kavramları işaretlemeyi; yani boşluk bırakarak kavramın anlaşılabilirliğini kolaylaştıran sentaktik / söz dizimsel yöntemi geliştirmiştir (Alyılmaz, 2017, s. 17). Fiil deyimleri yapı bakımından "birleşik fiil" grubundadır.
Zarf veya nesne görevindeki sözcüğün fiille kalıplaşmasıyla oluşan fiil deyimleri "zarf + fiilden oluşan fiil deyimleri ve nesne + fiilden oluşan fiil deyimleri" olmak üzere iki başlık altında değerlendirilmektedir. Eski Türkçe Dönemi'ne ait Köktürk harfli yazıtlarda birçok fiil deyimi bulunmaktadır.

YÖNTEM

Tes Yazıtı'nda, Tariat Yazıtı'nda ve Şine Us Yazıtı'nda fiil deyimlerini tespit etmeyi amaçlayan çalışmada doküman incelemesi yöntemi kullanılmıştır. Metinler, O. Mert (2009) tarafından yayınlanan *Ötüken Uygur Dönemi Yazıtlarından Tes - Tariat - Şine Us* adlı eserden taranmıştır. Önce fiil deyimi ve Türkiye Türkçesine aktarımı sonra fiil deyiminin bulunduğu orijinal cümle ve cümlenin Türkiye Türkçesine aktarımı dikkate sunulmuştur.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Tes Yazıtı'nda, Tariat Yazıtı'nda ve Şine Us Yazıtı'nda belirlenen fiil deyimleri zarf + fiilden oluşan fiil deyimleri ve nesne + fiilden oluşan fiil deyimleri başlıkları altında aşağıda belirtilmiştir:

Zarf + Fiilden Oluşan Fiil Deyimleri

Zarfların fiillerin genel niteleyicisi durumunda olduğu bu yapılar genel anlamlı bir kavramı karşılamaktadır (Alyılmaz, 2003, s. 149). Tes Yazıtı'nda, Tariat Yazıtı'nda ve Şine Us Yazıtı'nda bulunan örnekler aşağıda belirtilmiştir:

y(a)şı t(e)gip uç-: öl-
k(a)n(ı)m **y(a)şı t(e)gip uç**dı: *Kağanım öldü* (Tes B 5).
b(a)s(ı)p olur-: hüküm sür-
… ul(a)kıg ıya **basıp olur** . . . . . .n: *baskı altına alıp (bağımlı kılarak) hüküm sürmüş* (Tes D 6).
(a)k(ı)z(a) b(a)r-: hücum ederek var-
… **(a)k(ı)z(a) b(a)r**m(ı)ş: *Hücum ederek varmış* (Tar D 2).
(a)tl(ı)g(ı)n töke bar-: atlısıyla dök-
uçuz köölke **(a)tl(ı)g(ı)n töke bar**mış: *Uçuz Göl'e atlısıyla dökmüş* (Tar D 2).
y(a)bl(a)k s(a)k(ı)n-: düşmanca düşün-
üç k(a)rluk **y(a)bl(a)k s(a)k(ı)n**(ı)p teze b(a)rdı: *Üç Karluklar düşmanca düşünceler besleyip kaçarak giti* (Tar G 3).
turguru kot-: oldukları gibi bırak-
kıy(ı)n (a)yd(ı)m **turguru kot**(d)ı(m): *Cezalarını emrettim (sonra) oldukları gibi bıraktım* (ŞU D 2).
kod(u)p bar-: yalnız bırakıp git-
udu k(e)l(i)ŋ tid(i)m **kod(u)p b(a)r**dım: "*(Ey) halkım gelin" dedim. (Onları) yalnız bırakıp gittim* (ŞU D 2).
yorıyu k(e)l: yürüyerek gel-
y(a)gın b(a)şı **yorıyu k(e)**lti: *Düşmanın başı yürüyerek geldi* (ŞU D 6).
k(a)tı tokı-: şiddetli şekilde savaş-
ol (a)y biş y(i)g(i)rmike keyre başı üç birküde tatar birle **k(a)tı tokı**d(ı)m: *Aynı ayın on beşinci günü Keyre Başı'nda Üç Birkü'de Tatarlarla şiddetli bir şekilde savaştım* (ŞU D 6).
boş(u)na boş(u)n-: savıp kurtul-
y(a)g(ı)da **boş(u)na boş(u)n**ıldım: *Düşmanımı savıp kurtuldum* (ŞU D 7).

y(a)gıdu k(e)l-: düşmanlaşarak gel-
y(a)ramatın **y(a)gıdu k(e)l**miş: *Uygunsuz bir şekilde düşmanlaşarak gelmiş* (ŞU D 10).
y(u)lıp bar-: yağmalayıp git-
(a)nta ötrü türg(i)ş k(a)rluk(u)g t(a)b(a)rın alıp **(e)bin yul(ı)p b(a)r**mış: *Bundan dolayı Türgişler Karlukların mallarını alıp evlerini yağmalayıp gitmişler* (ŞU G 5).
ürk(ü)p b(a)r-: korkup kaç-
(e)bi on kün öŋre **ürk(ü)p b(a)r**m(ı)ş: *On gün öncesinden korkup kaçmışlar* (ŞU G 7).
ş(a)ş(ı)p kel-: şaşırarak gel-
biş yüz k(e)d(i)ml(i)g y(a)d(a)g bir (e)ki **ş(a)ş(ı)p k(e)l**ti: *Beş yüz kişilik özel giyimli / zırhlı piyadeden bir iki kişi şaşırarak geldi* (ŞU G 9).

Nesne + Fiilden Oluşan Fiil Deyimleri
Nesnelerin belirtisiz kullanımı sonucunda fiil ile sürekli bir anlam ilişkisi kurulmasıyla nesne + fiilden oluşan fiil deyimleri oluşmuştur. Tes, Tariat ve Şine Us Yazıtları'ndaki örnekleri aşağıda belirtilmiştir:
y(a)şı t(e)g-: öl-
(a)nç(ı)p **y(a)şı t(e)g**di: *Daha sonra öldü* (Tes D 3).
(e)l tut-: halkı yönet-
k(a)g(a)n(ı)m ol(u)rtı **(e)l tut**dı: *Kağanım tahta oturdu, halkı yönetti* (Tes D 4).
örg(i)n y(a)r(a)t-: taht kur-:
k(a)s(a)r kuur(ı)g koontı çıt tikdi **örg(i)n y(a)r(a)t**dı: *Kasar'ın batısında yerleşti, çit dikti, taht kurdu* (Tes G 3).
(a)t(ı)g (a)t(a)-: ad al-
k(a)gan (a)t(ı)g k(a)tun **(a)t(ı)g (a)t(a)**n(ı)p ötük(e)n k(i)d(i)n uçınta t(e)z b(a)şınta : örgin . . . . (a)nta y(a)r(a)t(ı)d(ı)m: *Kağan ve Hatun ünvanını (adını) alarak Ötüken'in batı tarafında, Tes (ırmağı) başında hükümdarlık otağını orada yaptırdım* (Tar B 1).
turg(a)k tur-: nöbet tut-
üç yüz **turg(a)k tur**dı: *Üç yüz askerle nöbet tuttu* (Tar K 3).
kıy(ı)n (a)y-: cezalarını emret-
yılkısını ırm(a)d(ı)m **kıy(ı)n (a)y**d(ı)m: *At sürülerine dokunmadım. Cezalarını emrettim* (ŞU D 2).
ç(e)r(i)g it-: asker yerleştir-
şıp b(a)şıŋa t(e)gi **ç(e)r(i)g it**d(i)m: *Şıp Başı bölgesine kadar asker yerleştirdim* (ŞU D 3).
iş(i)g küç(i)g bir-: hizmet et-
iş(i)g küç(i)g birg(i)l tid(i)m: "*Bana hizmet edin" dedim* (ŞU D 5).
sü yorı-: ordu sevk et-
s(e)k(i)z(i)nç (a)y bir y(a)ŋıka **sü yorı**yın tid(i)m: *Sekizinci ayın birinci günü* "*Ordu sevk edeyim" dedim* (ŞU D 5).
tıl tut-: esir tut-
m(e)n(i)ŋ (e)r (a)nta b(a)sm(ı)ş **tıl tut**m(ı)ş: *Benim erlerim orada baskın düzenlemiş; esirleri tutmuş* (ŞU D 12).
(a)t bir-: ünvan ver-
çik bod(u)nka tutuk (**a)t bir**t(i)m: *Çik halkına Tutuk ünvanlı kişi tayin ettim* (ŞU G 2).
(e)r ıd-: adam gönder-
…… **(e)r ıd**m(ı)ş: *Adam göndermiş* (ŞU G 4).
t(a)p(ı)g bir-: hizmetine ver-
(a)nçıp **t(a)p(ı)g bir**ti: *Böylece gelip hizmetime verdi* (ŞU B 5).

SONUÇ
Eski Türkçe Dönemi'ne ait dikilmiş yazıtlarda ve kâğıda yazılı belgelerde birçok fiil deyimi bulunmaktadır. Zarfların ve nesnelerin fiiller ile sürekli bir anlam ilişkisi kurmasıyla oluşmuş, genel anlamlı kavramları karşılayan fiil deyimlerine Tes Yazıtı'nda, Tariat Yazıtı'nda ve Şine Us Yazıtı'nda sıkça başvurulmuştur.

Yapılan inceleme sonucunda 14 adet zarf + fiilden oluşan fiil deyimi (*y(a)şı t(e)gip uç-, b(a)s(ı)p olur-, (a)k(ı)z(a) b(a)r-, (a)tl(ı)g(ı)n töke bar-, y(a)bl(a)k s(a)k(ı)n-, turguru kot-, kod(u)p bar-, yorıyu k(e)l-, k(a)tı tokı-, boş(u)na boş(u)n-, y(a)gıdu k(e)l-, y(u)lıp bar-, ürk(ü)p b(a)r-, ş(a)ş(ı)p kel-,*); 13 adet nesne + fiilden oluşan fiil deyimi (*yaşı teg-, el tut-, örg(i)n y(a)r(a)t-, (a)t(ı)g (a)t(a)-, turg(a)k tur-, kıy(ı)n ay-: ç(e)r(i)g it-, iş(i)g küç(i)g bir-, sü yorı-, tıl tut-, (a)t bir-, (e)r ıd-, t(a)p(ı)g bir-*) tespit edilmiştir.

Tes, Tariat ve Şine Us Yazıtları kağan (Moyun Çor) tarafından diktirildiği için anlamlı dil ögelerinin askerî ve politika kavram alanına giren kavram işaretlerinden oluştuğu dikkati çekmektedir. Aynı durum tespit edilen fiil deyimlerine de yansımıştır. Zarf + fiilden oluşan fiil deyimlerinin Türkiye Türkçesine aktarıldığında ölüm, savaş ve devlet yönetimi kavram alanlarına giren sözcüklerden oluştuğu göze çarpmaktadır. Nesne + fiilden oluşan fiil deyimlerinin de aynı şekilde ölüm, savaş ve devlet yönetimi kavram alanına giren sözcüklerden oluştuğu tespit edilmiştir. Zarf + fiilden oluşan fiil deyimlerinde "üç k(a)rluk **y(a)bl(a)k s(a)k(ı)n**(ı)p teze b(a)rdı: *Üç Karluklar düşmanca düşünceler besleyip kaçarak giti* (Tar G 3)" cümlesinde *y(a)bl(a)k s(a)k(ı)n-* zarf-fiil grubunu oluştururken diğerleri cümlede çekime girerek yüklem görevinde kullanılmıştır. Nesne + fiilden oluşan fiil deyimlerinde "k(a)gan (a)t(ı)g k(a)tun **(a)t(ı)g (a)t(a)**n(ı)p ötük(e)n k(i)d(i)n uçınta t(e)z b(a)şınta : örgin . . . . . (a)nta y(a)r(a)t(ı)d(ı)m: *Kağan ve Hatun ünvanını (adını) alarak Ötüken'in batı tarafında, Tes (ırmağı) başında hükümdarlık otağını orada yaptırdım* (Tar B 1)" *(a)t(ı)g (a)t(a)n-* zarf-fiil grubu oluşturmuştur. Diğer nesne + fiilden oluşan fiil deyimlerinin cümlede yüklem görevinde kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Konuyla ilgili olarak yapılacak benzer çalışmalarda metinlerin dil bilimi ve dil bilgisi açısından özellikleri belirlenirken birden fazla anlam ögesiyle (sentaktik yolla) yapılmış kavram işaretlerinin de tespit edilmesi, dönemin gerçek söz varlığının tespit edilmesine ve gelişme sürecinin izlenmesine katkı sağlayacaktır.

KISALTMALAR

Batı yüzü: B
Doğu yüzü: D
Güney yüzü: G
Kuzey yüzü: K
Şine Us Yazıtı: ŞU
Tariat Yazıtı: Tar
TDK: Türk Dil Kurumu
Tes Yazıtı: Tes

KAYNAKÇA

Aksan, D. (2015). *Türkçenin sözvarlığı.* İstanbul: Bilgi.

Aksoy, Ö. Asım (1984). *Atasözleri ve deyimler sözlügü I: atasözleri sözlügü, II: deyimler sözlügü*. Ankara: TDK.

Alyılmaz, C. (1994). *Orhun yazıtlarının söz dizimi.* Erzurum: Atatürk Üniversitesi.

Alyılmaz, C. (2003). Türkçede fiil deyimleri ve öğretimi üzerine. *Türk Dili, 620*, 148-156.

Alyılmaz, C. (2005). *Orhun Yazıtlarının bugünkü durumu.* Ankara: Kurmay.

Alyılmaz, C. (2013). Karı Çor Tigin Yazıtı. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim (TEKE) Dergisi, 2*(2), 1-61.

Alyılmaz, S. (2017). *Türkçede nesne tekrarlı fiiller*. İstanbul: Kesit.

Alyılmaz, S. (2018). Türkçede birden fazla anlam ögesiyle (sentaktik yolla) kavramların işaretlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Türkoloji Araştırmaları Dergisi, 3(*1), 11-25.

Aydın, E. (2021). *Uygur Yazıtları*. İstanbul: Bilge Kültür Sanat.

Kljaštornyj, S. G. 1982. The Terkhin Inscription. *Acta Orientalia Hungarica, 36,* 335-366.

Mert, O. (2009). *Ötüken Uygur Dönemi Yazıtlarından Tes - Tariat - Şine Us.* Ankara: Belen.

Ölmez, M. (2018). *Uygur Hakanlığı Yazıtları.* Ankara: BilgeSu.

Şen, S. (2017). *Eski Türkçenin deyim varlığı.* Ankara: TDK.

Şirin, H. (2008). Şine Usu Yazıtı'nda kayıtlı "t(a)t(a)r(ı)g (a)y(ı)td(ı)m" cümlesi üzerine. *International Journal of Central Asian Studies, 12,* 183-196.

Uysal, T. (2021). *Türkiye Türkçesindeki kalıplaşmış ifadelerin kültür dil bilimi açısından incelenmesi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE PHILOSOPHICAL CONSEQUENCES OF THE "PIANO KEY" REDUCTIONISM: THE INDIVIDUAL'S EXISTENTIAL TENSION BETWEEN NECESSITY AND FREEDOM

Assoc. Prof. Sema ÜLPER OKTAR
Kocaeli University
ORCID NO: 0000-0002-9756-3090

Kerem ÖZŞENTÜRK
Graduate Student, Kocaeli University
ORCID NO: 0009-0003-4407-5557

ABSTRACT
One of the central problems of modern philosophy is the conflict between the possibility of free will and the necessity posited by determinism. From the nineteenth century onward, positivist and materialist approaches sought to explain human action by appeal to natural laws, biological conditions, and social influences; in doing so they reduced the individual to a passive outcome of causal chains. Nikolai Chernyshevsky's *What Is to Be Done?*, constructed on determinism and rational egoism, is a paradigmatic instance of this reduction. For Chernyshevsky, action is the inevitable effect of necessity; free will is an illusion. Because the human being is by nature rational, once one learns one's true interest one will unavoidably pursue it, and social order will emerge spontaneously from the aggregation of such enlightened self-interest. In this model the agent is merely a component in a well-regulated mechanism. In *Notes from Underground*, Fyodor Dostoevsky adopts a stance in favor of will against this lineage. He places his protagonist—the Underground Man, who carries Dostoevsky's assumptions about human nature—inside a social order built upon Chernyshevsky's premises and then subjects that construct to ironic critique by depicting a consciousness that grows sick within it. For Dostoevsky, the Underground Man's existential crisis and intellectual protest anticipate the fate of the individual under a determinist and egoist regime.
Through the "piano key" metaphor, the Underground Man discloses how determinism, together with rational egoism, paralyzes personhood. If conduct is the necessary product of natural law, then authentic self-construction through voluntary choice—as well as the assumption of moral responsibility—becomes impossible. To prescribe a rational-egoist code to such a being further reduces the subject to an instrument in a mechanism, tuned to an approved doctrine. Dostoevsky judges this incompatible with human nature: the human being is oriented to carve a path of one's own, and freedom is the primary interest.
Accordingly, *Notes from Underground* intervenes in the free will–determinism debate while dismantling the premises of rational egoism. The refusal to be a "piano key" is presented as an existential posture—a stubborn, at times self-defeating, assertion of freedom.
Keywords: Determinism, rational Egoism, free will, Dostoevsky, Notes From Underground, moral responsibility

19. VE 20. YÜZYIL LÜBNAN EDEBİYATINDA ÇEVİRİNİN ROLÜ

Dr. Öğr. Üyesi Özlem Züleyha KURAN
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Doğu Dilleri ve Edebiyatları Bölümü, Arapça Mütercim ve Tercümanlık Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.
ORCID ID: 0000-0002-1151-4600

ÖZET
Arap ülkelerinin modernleşme sürecinde Batı ile olan temas, önemli bir etkendir. Bu modernleşme sürecinde Batı ile ilk etkileşimde bulunan ülkelerden biri de Lübnan'dır. Lübnan'da Hristiyan nüfusunun yoğunluğuna bağlı olarak çeşitli mezheplerin varlığı ve 1649 yılında Katolik Mârûnî topluluğunun Fransız Kral XIV. Louis'in koruması altına girmesi, Batı özellikle de Fransa ile olan sosyo-kültürel ilişkilerin başlamasında önemli bir rol oynar. Bölgede Katolik, Protestan ve Ortodoks toplulukların iktidar mücadelelerinin etrafında şekillenen, dinî temelli eğitim ve yayın faaliyetleri Batı ile olan teması hızlandırır. Özellikle yayın alanında yapılan yenilikler, çıkartılan dergi ve gazeteler Batı kültürüne olan aşinalığı artırır. Belirli periyodlarla yayımlanan dergi ve gazetelerde telif, adaptasyon ya da tercüme eserlere yer verilmesi Batı kültürüne ait edebî ürünlerin tanınmasına olanak sağlar. Özellikle dönemin öne çıkan Fransız filozof ve edebiyatçılarının eserlerinin tercüme edilmesi edebî türlerin çeşitlenmesine ve kültürel düşüncenin zenginleşmesine katkı sağlar. Fransızcanın yanı sıra Rusça, İngilizce ve İtalyancadan da çeviriler de bu değişim sürecinin gelişmesinde etkili olan bir diğer etken olarak karşımıza çıkar. Bu çalışmada, başlıca yapılan tercümeler, tercüme faaliyetleri ve bu faaliyetlerin kültürel ve edebiyat alanında meydana getirdiği değişiklikler üzerinde durularak Lübnan'ın modernleşme sürecindeki rolü değerlendirilecektir.
Anahtar Kelimeler: Modernleşme, Lübnan Edebiyatı, Çeviri.

THE ROLE OF TRANSLATION IN 19TH AND 20TH CENTURY LEBANESE LITERATURE

ABSTRACT
Contact with the West was a significant factor in the modernization process of Arab countries. Lebanon was one of the first countries to interact with the West during this modernization process. The presence of various sects in Lebanon due to its large Christian population and the fact that the Catholic Maronite community came under the protection of French King Louis XIV in 1649 played a significant role in the initiation of socio-cultural relations with the West, especially France. Religious-based education and publishing activities, shaped by the power struggles among Catholic, Protestant, and Orthodox communities in the region, accelerated contact with the West. Innovations in publishing, particularly through the publication of magazines and newspapers, increased familiarity with Western culture. The inclusion of copyrighted, adapted, or translated works in periodical magazines and newspapers facilitated the recognition of literary works belonging to Western culture. The translation of works by prominent French philosophers and writers of the period, in particular, contributed to the diversification of literary genres and the enrichment of cultural thought. Translations from French, as well as from Russian, English, and Italian, also played a role in this process of change. This study will examine the key translations, their activities, and the resulting changes in the cultural and literary landscape, assessing their role in Lebanon's modernization proces
Keywords: Modernization, Lebanese Literature, Translation

AN UNKNOWN 19TH-CENTURY POET: HİLMİ (B.?/? – D.?/?)

Dr. Öğr. Üyesi Musa Tılfarlıoğlu
Gümüşhane Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Türk Dili ve Edebiyatı Bölümü, Gümüşhane, Türkiye
ORCID: 0000-0002-8916-6669

Yılmaz KELEŞ
Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türk Dili Ve Edebiyatı Anabilim Dalı Doktara Öğrencisi
ORCID: 0009-0003-9427-3922

ABSTRACT
In studies of Classical Turkish literature, poetry journals (mecmua) are considered among the most significant sources after divans and tezkires, both from literary and historical perspectives. Mecmuas serve as indispensable sources particularly because they preserve poems of poets who did not compile a divan or whose names are not mentioned in tezkires. In this respect, mecmuas not only present the works of well-known poets collectively but also bring to light forgotten or obscure poets, thereby filling the missing links in the history of literature. Consequently, thanks to the poems preserved in mecmuas, we can learn about the existence of poets whose lives are almost entirely unknown, and determine their position within Classical Turkish poetry.
This study examines a mecmua registered as NKTY10386-02 in the Istanbul Rare Works Turkish Manuscripts Catalogue. The manuscript contains 22 ghazals (including 3 nazires), 27 chronograms (tarih), 1 qit'a, 3 tahmises, 1 şarkı, 1 murabba', 1 müstezad, 1 müfred, 1 na't, and 1 güfte, all attributed to a poet who used the pen name Hilmi. Based on the chronograms, it is understood that this poet lived in the 19th century. Two of these chronograms were dedicated to Vecihi Pasha and Saffet Pasha, both of whom lived during that period. Although numerous poets employed the pseudonym Hilmi in the 19th century, comparative research indicates that the poems found in this mecmua do not appear in the works of any known poet bearing this pen name. Therefore, it is assumed that the poet represented in this mecmua is a distinct figure, different from those previously identified. His chronograms and other poems serve as evidence of his activity in the 19th century.

BİLİNMEYEN BİR 19. YÜZYIL ŞAİRİ: HİLMİ (doğ.?/? – öl.?/?)

ÖZET
Klasik Türk edebiyatı araştırmalarında şiir mecmuaları hem edebî hem de tarihî açıdan divanlardan ve tezkirelerden sonra en önemli kaynaklar arasında yer almaktadır. Mecmualar, özellikle divan sahibi olmayan veya adı tezkirelerde yer almayan şairleri ve onların şiirlerini barındırması hasebiyle başvurulması gereken kaynak niteliğindedir. Bu yönüyle mecmualar, sadece bilinen şairlerin eserlerini bir arada sunmakla kalmaz; aynı zamanda, unutulmuş yahut adı duyulmamış şairleri de gün yüzüne çıkararak edebiyat tarihinin eksik halkalarını tamamlar. Dolayısıyla hayatı hakkında neredeyse hiçbir şey bilmediğimiz şairlerin şiir mecmualarından derlenen şiirleri sayesinde bu şairlerin varlığından haberdar olmamız ve bu şairlerin Klasik Türk şiirindeki konumlarını tayin edebilmemizde şiir mecmualarının rolü son derece mühim olabilmektedir.
Bu çalışmada İstanbul Nadir eserler Türkçe yazmalar kataloğunda yer alan NKTY10386-02 olarak kayıtlı mecmuada 22 gazel bunlardan 3 nazire, 27 tarih, 1 kıta, 3 tahmis, 1 şarkı, 1 murabba, 1 müstezad, 1 müfred, 1 naat ve 1 güfte şeklinde kaleme alınan manzumeler Hilmi mahlasını kullanan bir şaire aittir. Çalışmaya konu olan şairin 19. yüzyılda yaşadığını kaleme almış olduğu tarih manzumelerinden anlamaktayız. Hilmi bu tarih manzumelerinden ikisini 19 yy da yaşamış Vecihi paşa ve Saffet Paşa'ya sunmuştur. Edebiyat tarihimizde 19. Yüzyılda Hilmi mahlasını kullanan birçok şair bulunmaktadır. Ancak yapılan araştırmalar sonucunda kaynaklarda adı geçen Hilmi mahlaslı şairlerin eserleri üzerinde yapılan incelemelerde mecmuada yer alan manzumelere rastlanılmamıştır. Dolayısıyla mecmuada şiirleri yer alan şairin bunlardan farklı bir şair olduğu düşünülmektedir. hakkında yazdığı tarih manzumesi ve diğer tarih manzumeleri onun 19 yy da yaşadığını göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Mecmua, Şiir, Kalsik Edebiyat

OSMANLI DEVLETİ'NDE BİR HAYVAN HASTALIĞI: RUAM (19. YÜZYIL SONLARINDAN 20. YÜZYIL BAŞLARINA)

Dr. Öğr. Üyesi, Nevim TÜZÜN
Ardahan Üniversitesi, İBEF Tarih Bölümü
ORCID: 0000-0002-7554-4788

ÖZET
Sakağı ve mankafa olarak da bilinen ruam hastalığı, genellikle tek tırnaklı hayvanlarda görülen bulaşıcı ve ölümcül bir hastalıktır. Ağırlıklı olarak atlarda ortaya çıkan bu hastalık; eşek, katır vb. hayvanlarda da görülebilmektedir. Hayvanlardan insana bulaşabilen ruam hastalığı, bulaştığı insanın akciğerini tahrip ederek kişinin ölümüne neden olabilmektedir. Çok eski zamanlardan beri bilinen ruam hastalığı; ilk olarak MÖ 450-425'te Yunanlılar tarafından, MS ise 400-500'de Romalılar tarafından tanımlanmıştır. İslam Uygarlığı döneminde de yazılmış çeşitli eserlerde ruam hastalığı ile bilgilere rastlamak mümkündür. Ruam hastalığının etken maddesi olan "*Pseudomonas mallei"* ilk olarak 1882 yılında Almanya' da Loeffler ve Schutz, Fransa'da ise Bouchard, Charrin ve Capitan tarafından tanımlanmıştır. Dünyanın birçok yerine yayılan ruam, Osmanlı Devleti topraklarında da görülen hayvan hastalıklarından biri olmuştur. Bu çalışmada da; 19. Yüzyıl sonlarından 20. Yüzyıl başlarına kadar geçen sürede, Osmanlı Devleti'nde görülen ruam hastalığı ve devlet yetkililerinin söz konusu hastalığa karşı takip ettiği politikalar ele alınmıştır. Türkiye Cumhuriyeti Devlet Arşivleri Genel Müdürlüğü Osmanlı Arşivi'ndeki belgeler ışığında incelenen bu çalışmanın verileri bize; ruam hastalığının ağırlıklı olarak İstanbul ve çevresindeki atlarda görüldüğünü göstermektedir. Çalışma verileri bizlere ayrıca; Osmanlı yetkililerinin bulaşıcı olan ruam hastalığının yayılmasını engellemek için birtakım önlemler almaya çalıştıklarını, bu amaçla diğer kurumlarla iş birliği içinde olduklarını, ilgili bölgelere gerektiğinde baytar görevlendirildiğini ve ihtiyaç görülmesi durumunda hayvanları itlaf ettiklerini de göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Osmanlı Devleti, Hastalık, Ruam, Arşiv Belgesi.

AN ANIMAL DISEASE IN THE OTTOMAN EMPIRE: GLANDERS (LATE 19TH CENTURY TO EARLY 20TH CENTURY)

ABSTRACT
Glanders disease, also known as plague and blockhead, is a contagious and deadly disease that usually affects single-hoofed animals. This disease, which mainly occurs in horses, can also be seen in donkeys, mules, and other animals. Glanders disease, which can be transmitted from animals to humans, can cause death by damaging the lungs of the infected person. Glanders disease, known since ancient times, was first described by the Greeks in 450-425 BC and by the Romans in 400-500 AD. Information about glanders disease can also be found in various works written during the Islamic Civilization period. The causative agent of glanders disease, "Pseudomonas mallei," was first identified in 1882 by Loeffler and Schutz in Germany and by Bouchard, Charrin, and Capitan in France. Glanders, which spread to many parts of the world, was one of the animal diseases seen in the Ottoman Empire. This study examines the glanders disease seen in the Ottoman Empire from the late 19th century to the early 20th century and the policies pursued by state officials against the disease. The data from this study, which was examined in light of documents from the Ottoman Archives of the General Directorate of State Archives of the Republic of Türkiye, shows us that glanders disease was mainly seen in horses in Istanbul and its surroundings. The study's data also shows that Ottoman officials attempted to take certain measures to prevent the spread of the contagious glanders disease, collaborated with other institutions for this purpose, assigned veterinarians to the relevant regions when necessary, and culled animals when necessary.
Keywords: Ottoman Empire, Disease, Glanders, Archival Document.

Giriş

Sakağı ve mankafa hastalığı olarak da bilinen ruam hastalığı genellikle; at, eşek, katır gibi tek tırnaklı hayvanlarda görülen bulaşıcı ve ölümcül bir hastalıktır. Bir enfeksiyon hastalığı olan ruam, çok nadiren evcil hayvanlarda da görülebilmektedir. Hayvandan hayvana, hayvandan insana geçebilme özelliği bulunan ruam hastalığı, insanlara; ruamlı hayvanların kesikleri ve sıyrıklarından deri yoluyla veya göz, burun gibi mukozal yüzeylerden bulaşmaktadır. Hastalığın insana diğer bir bulaş yolu enfekte parçaların solunması ile olmaktadır (Torba,2020:353-356; Şen, 2022:2). Söz konusu hastalık kişide; yüksek ateş, titreme, kırgınlık, halsizlik, baş ve eklem ağrıları ile ortaya çıkmakla birlikte, ilerleyen dönemlerde enfekte ettiği kişinin akciğerlerini tahrip etmektedir (Kavak, 2016:43; Sağlık Ansiklopedisi, ty:465). Ruam hastalığına çoğunlukla veteriner hekimler, at bakıcıları, laboratuvar çalışanları gibi meslek grupları maruz kalmaktadır.

Ruam hastalığı hayvanlara ise; solunum, kontamine yem, kontamine su ve eşyalar yolu ile bulaşmaktadır. Öte yandan hayvanların ölü hayvanları yemeleri sonucu da ruam hastalığı hayvandan-hayvana bulaşabilmektedir (Pakdemirli &Dülger, 2021: 181). Hastalık, genel olarak hayvanlarda; ateş, inatçı solunum sorunları, deri apseleri, boyun lenf bezlerinde şişlik olarak kendini göstermektedir (Doğanay M, & Yılmaz E, Topluoğlu,2020:10). Bir hayvanın ruam nedeniyle ölmesi durumunda hayvanın gövdesinin açılmaması ve bulaşıcılığı önlemek için bu hayvanların gömülmesi ya da yakılması görüşü savunulmuştur (Torba, 2020:360).

Ruam hastalığına yakalanan hayvan sayısı ile bu hayvanlardaki ölüm oranı, ruam hastalığının klinik şekline göre değişmektedir. Ruam hastalığı, genellikle hasta hayvanların taşınması ya da göçü sonucu yayılmaktadır. Öyle ki ruamlı hayvanların, hastalık olmayan bir alana dahil edilmesi hastalığa yakalanma oranını %70'e kadar çıkarabilmektedir. Ruam hastalığı genellikle ılıman, kuru ve tropikal iklimlerde daha yaygın görülmektedir. Hastalığın etken maddesi; ısı ve güneş ışığı ile kolayca ölmesine rağmen, ıslak ve nemli ortamlarda uzunca bir süre yaşayabilmektedir (Doğanay M, & Yılmaz E, Topluoğlu, 2020:7; Kabil, 2022: 42- 43; https://ceh.vetmed.ucdavis.edu/health-topics/glanders, https://www.woah.org/en/disease/glanders/).

Tek tırnaklı hayvanların spesifik ve zoonotik bir hastalığı olan ruam hastalığına dair ilk bilgiler, Eski Yunan (MÖ 450-425) ve Roma Uygarlığı (MS 400-500) dönemlerine kadar uzanmaktadır. Zira Aristo'nun "*Historia Animalium*" adlı eserinde, "*melis*" adı altında eşeklerde kanlı burun akıntısı ile başlayan ve akciğerlere inildiğinde ölüme sebep olan hastalığın ruam olduğu kabul edilmektedir. Bizanslı Veteriner Hekim Apsyrtus ise, ruamı diğer solunum yolları hastalıklarından (özellikle de su sakağısından) ayırarak hastalığın atlar arasında bulaşıcı karakteri üzerinde durmuştur. İslam Uygarlığı döneminde yazılmış olan çeşitli eserlerde de ruamla ilgili bilgilere rastlamak mümkündür. 9. Yüzyılda İbn-i Ahi Hizam "*Kitab al Hayl Val Baytara*" adlı çalışmasında iyileşmeyen çıbanların ruamın deri formu olabileceği görüşünü savunurken; 14. Yüzyıl'da Ebu Bekr İbn-i Bedr, "*Naseri*" adlı eserinde burun akıntısı ile seyreden "*malleus*" ve "*gourme*" hastalıklarını birbirinden ayırarak ruam hastalığının zoonotik karakterini kaydettiğini belirtmiştir. Batıda ise konu ile ilgili çalışmalar 16. Yüzyıldan itibaren ilerlemeler göstermiştir. İngiltere'de Fitzherbert 1523'te kaleme aldığı "*Bake on Husbandry*" isimli kitabında bu hastalıktan bahsetmiştir. Hastalığın bulaşıcı özelliği ise 1664 yılında Fransa'da Sollsel tarafından doğrulanış, 1830'da da hastalığın zoonotik özelliği kabul edilmiştir. Hastalık esas etkeni olan "*Pseudomonas mallei*", ise ilk olarak 1882 yılında Almanya'da Loeffler ve Schutz, Fransa'da ise Bouchard, Charrin ve Capitan tarafından teşhis edilmiştir. Daha sonra Helman, Klning ve Pearson mallei kültüründen yararlnarak geliştirdiği "*mallein*" ruam hastalığının tedavisinde ilaç olarak kullanılmıştır (Osmanoğlu &Melikoğlu,2009: 331-332; Şen,2022:2).

Ruamın hayvanlardan insanlara bulaştığı yönünde ilk gözlem ise 1912 de Lorin adlı bir Fransız askeri doktor tarafından yapılmıştır. Aynı yıl Yüzbaşı Noyan ve Veteriner Hekim Ahmet Şefik Kolaylı, Türkiye'de bir nalbant askerinde ruam olgusu saptamıştır (Pakdemirli &Dülger, 2021:180; Kabil, 2022: 43).

Osmanlı Devleti'nde Bir Hayvan Hastalığı: Ruam (19. Yüzyıl Sonlarından 20. Yüzyıl Başlarına)

Osmanlı Devleti ekonomisinin temeli ağırlıklı olarak tarım ve hayvancılığa dayanmaktaydı. Hayvancılığın önemli bir işgücü ve gelir kaynağı olduğu Osmanlı Devleti'nde 19. Yüzyıldan itibaren hayvanlar arasında bulaşıcı ve salgın hastalıklar baş göstermiştir (Ak, 2016:216). 19. Yüzyılda doğal sınırlarına ulaşmış olan Osmanlı ülkesinde sanayileşmenin gittikçe kötüleşmesi, Osmanlı Devleti'nin elindeki mevcut hayvan varlığının korunmasını zorunlu kılmıştır. Bunların iki önemli sebebi ise; tarımsal üretimde büyükbaş hayvanların varlığının elzem olması, ikinci olarak halkın ihtiyaç duyduğu et- et ürünleri ile süt-süt ürünleri ve deri-yapağı ihtiyaçlarının sağlanması gereksinimiydi. Hiç şüphesiz hayvan sayısının salgın hastalıklarla azalması besin kıtlığı sonucunu doğurmasının yanında, devletin vergi kaynaklarını da azaltacaktı. Bu durum ise halihazırda kötü olan Osmanlı ekonomisinin daha da kötü bir hâl almasına neden olacaktı. Öyle ki 1800'lerin sonlarından itibaren Osmanlı Devleti'nde hayvan hastalıkları oldukça ivme kazanmıştı (Coşkun,2020:21). Bu hastalıkların başında; şarbon, şap, kuduz, veba-i bakari (sığır vebası), çiçek ve uyuz gelmekteydi.

Söz konusu hastalıkların dışında 19. Yüzyılın sonlarında Osmanlı Devleti'nde görülen bir başka hayvan hastalığı ruamdır. Tek tırnaklı hayvanlarda ve özellikle atlarda görülen ruam hastalığı, 19. Yüzyıl sonlarında Osmanlı Devleti'ni meşgul eden bulaşıcı hayvan hastalıklarından birisi olmuştur. Öyle ki savaşlarda ve yük taşımacılığında önemli bir yeri olan atların hastalanması hem stratejik hem de ekonomik anlamda Osmanlı Devleti'ni olumsuz yönde etkilemiştir. Türkiye Cumhuriyeti Devlet Arşivleri Genel Müdürlüğü, Osmanlı Arşivi'nde de mezkûr hastalığa dair belgeler bulunmaktadır. Yapılan arşiv araştırmasına göre; Osmanlı Devleti'nde müstakil ruam hastalığına dair ilk kayıt 27 Mart 1883 tarihine aittir. Söz konusu kayıtta; Dersaadet (İstanbul) ve Bilad-ı Selase'de (Eyüpsultan, Galata, Üsküdar) bulunan sürücü, hamal ve canbaz atlarından bazılarının ruam hastalığına yakalandığı belirtilmiştir. Kayıtta ayrıca, hasta olan hayvanların iyileşeme ihtimali olmadığından, hastalığın diğer hayvanlara bulaşmasını engellemek için hasta olan hayvanların itlaf edilerek derin kuyulara gömülmeleri gerektiğine yer verilmiştir (ŞD, 713/11, 27 Mart 1883). Osmanlı yöneticileri hastalığın diğer hayvanlara sirayetini önlemek için hasta olan hayvanları itlaf etmekteydi. Osmanlı Devleti hayvan sağlığını koruma amaçlı 5 Ocak 1893 tarihinde "*Zabıta-i Sıhhıye-i Hayvaniyye Kanunu Muvakkatesi*" isimli bir kanun yayımlamıştır. Söz konusu kanunda daha sonra birkaç düzenleme yapılmıştır. Buna göre; dışarıdan İstanbul'a gelen hayvanlar veteriner hekimler tarafından muayene edilecek, bulaşıcı bir hayvan hastalığı ile karşılaşılması durumunda hayvanların geçişi engellenerek Kavak Tahaffuzhanesi'ne sevk edilerek gerekli işlemler yapılacaktı. Sığırların; sığır vebası, sığır ciğer ağrısı, şap, antraks, verem, barbon hastalığı; koyun ve keçilerin, çiçek, uyuz, şap ve antraks hastalığı; köpeklerin kuduz; atların ise ruam, sıraca ve beygir frengisi gibi hastalık olup olmadığı denetlenecekti. Kasaplık hayvanlarda karşılaşılan bulaşıcı hastalıklara göre de ayrıca gereğinin yapılması kararlaştırılmıştır (Gölcü, 2011: 62). Ancak bu kanunun işlevsiz kaldığı anlaşılmaktadır. Zira 3 Ekim 1898 tarihinde Dahiliye Nezareti'nden Orman ve Maâdin ve Ziraat Nezareti'ne gönderilen yazıda; Çatalca, Küçükçekmece, Halkalı, Ziraat Mektebi Numune Çiftliği, İzzettin Köyü Ali Bey Çiftliği ve Şişli Tramvay Şirketi'nin Şişli ahırında bulunan hayvanlarda bazı hastalıkların görüldüğü belirtilmiştir. Yazının devamında; özellikle sığır vebasının yaygın olarak görüldüğü, bunun yanında ruam ve urre hastalığının da yaygın olduğu ve durumun takibi için baytar görevlendirdiği ifade edilmiştir (DH.MKT., 2112/62, 3 Ekim 1898). Yine 26 Kasım 1898 tarihinde Dahiliye Nezareti'nden Orman ve Maâdin ve Ziraat Nezareti'ne gönderilen yazıda; Şişli'deki tramvay ahırlarında Altıncı Belediye Dairesi tanzifat ahırında ve Dolmabahçe civarındaki Küçük Çiftlik'te ruam ve veba-i bakari (sığır vebası) hastalıkları görüldüğü belirtilerek, ilgili nezaretten bölgeye baytar gönderilmesi ve fenni tedbirlerin alınması istenmiştir (DH.MKT., 2139/88, 26 Kasım 1898). 19. Yüzyıl sonlarında ruam hastalığının yayılmaya devam ettiğini söylemek mümkündür. Zira 17 Aralık 1898 tarihinde Şehremaneti'ne gönderilen yazıda da; Tramvay Şirketi'ne ait olan Şişli ve Aksaray'da bulunan ahırlarda urre ve ruam hastalığının görüldüğü, bulaşıcılığı engellemek için bazı hayvanların itlaf edildiği ve durumun kendilerine Baytar Müfettişliği tarafından bildirildiği belirtilmiştir (DH.MKT., 2149/37, 17 Aralık 1898). Ancak 4 Ocak 1899 tarihli arşiv kaydından durumun kontrol altına alınmadığı anlaşılmaktadır.

Öyle ki söz konusu kayıtta; Tramvay Şirketi'nin Aksaray ve Şişli ahırlarında bulunan atlar arasında ruam hastalığı olduğu, durumun Şehremaneti Baytar Müfettişliği'ne bildirdiği, hastalığın yayılmasını önlemek için gerekli tedbirlerin alınması talep edilmiştir (DH.MKT., 2156/48, 4 Ocak 1899). Yine 21 Şubat 1899 tarihli başka bir arşiv kaydında; Silivri kazasına bağlı Çavuşlu köyünde sığır vebası, ruam ve arre hastalıklarının devam ettiği, bu nedenle gerekli tedbirlerin alınması talebinde bulunulmuştur (DH.MKT., 2168/64, 21 Şubat 1899). 22 Mart 1899 tarihinde Şehremaneti'ne gönderilen yazıda; baytar muayenesi sonucu Tramvay Şirketi'nin Dersaadet, Beşiktaş ve Şişli ahırlarında bulunan atların ruam hastalığına yakalandığı, bu nedenle hayvanların itlaf edileceği ifade edilmiştir (DH.MKT., 2185/152, 6 Nisan 1899). Sadece Tramvay Şirketi ahırlarında değil müstakil bazı ruam vakalarının da yaşandığını söylemek mümkündür. Zira 17 Nisan 1899 tarihinde Dahiliye Nezareti'nden Orman ve Maâdin ve Ziraat Nezareti'ne gönderilen yazıda; Üçüncü Belediye Dairesi'nde, Sarıbekir Caddesi'nde Yorgi isimli kişinin ahırında bulunan ve Arabacı Salih Bey'e ait olduğu belirtilen atların ruam hastalığından öldükleri, durumun Baytar Osman Bey'e bildirildiğine yer verilmiştir. Söz konusu yazıda ayrıca sağ olan atların gözetim altında tutulması için Mülkiye Baytar Mektebi'ne bildirilmesi ve fenni temizliğin yapılması talep edilmiştir (DH.MKT., 2201/50, 11 Mayıs 1899). Devlet Arşivleri Genel Müdürlüğü Osmanlı Arşivi'nde bulunan belgeler ruam hastalığının 20. Yüzyıl başlarında da yayılmaya devam ettiğini göstermektedir. Öyle ki 2 Ocak 1900 tarihinde Dahiliye Nezareti'nden Orman ve Maâdin ve Ziraat Nezareti'ne gönderilen yazıda; Baytar Nuri Bey tarafından Tramvay Şirketi'ne ait olan Şişli ve Aksaray ahırlarında yapılan muayene sonucunda hayvanlarda ruam hastalığının devam ettiği, bu nedenle itlaf edilmesi gerekenlerin itlaf edilmesi ve hastalığın yayılımını engellemek için de Baytar Nikol Efendi'nin de bulunduğu fenni bir heyetin oluşturulmasının zaruri olduğu ifade edilmiştir (DH.MKT., 2292/ 103, 2 Ocak 1900). Yine 17 Ekim 1900 tarihli arşiv kaydında; Altıncı Daire-i Belediye dahilinde bulunan İstanbul'un çeşitli köylerinde ruam hastalığının görüldüğü, bu yüzden hasta hayvanların itlaf edildiği belirtilmiştir (DH.MKT., 2415/73, 17 Ekim 1900). 25 Ocak 1902 tarihli yazıda ise ruam hastalığının Kosova Vilayetine bağlı Prizren Sancağında da görüldüğü anlaşılmaktadır. Zira söz konusu yazıda; Prizren'de bazı kimselerin atlarında ruam hastalığı görüldüğü, bu yüzden atların itlaf edildiği, hayvan sahiplerine tazminat ödeneceği bilgisine yer verilmiştir. Burada dikkat çeken husus ise hayvan sahiplerine tazminat ödeneceğinin belirtilmiş olmasıdır (DH.MKT.,2292/103, 2 Ocak 1900). Ancak ruam hastalığına yakalanarak telef edilen hayvanlara tazminat ödemesinin sonraki yıl uygulanmadığı görülmektedir. Öyle ki 30 Mayıs 1903 tarihli arşiv kaydında; ruam hastalığına yakalanmış hayvanların baytarlar tarafından dikkatlice muayene edilmesi, duruma göre telef edilmeleri, ancak telef edilen hayvanlara karşılık tazminat ödenmeyeceği belirtilmiştir (DH.MKT., 716/43, 30 Mayıs 1904).18 Temmuz 1911 tarihinde Şehremini ve İstanbul Vali Vekili imzası ile Dahiliye Nezareti'ne gönderilen yazıda ise; ruam hastalığının yayılmasını önlemek için birtakım önlemler alınması istenmiştir. Yazıda; İstanbul'da bulunan hayvanlarda ruam hastalığı olduğu ve hastalığın gittikçe ivme kazandığına yer verilmiştir. Mezkûr yazıda; İstanbul'da bulunan hayvanların %80'ninde hastalık olduğu belirtilerek, ruam hastalığının yayılmasının derhal engellenmesi gerektiği ve Orman ve Maâdin ve Ziraat Nezareti ile iş birliği içinde olunması gerektiğine yer verilmiştir. Ruam hastalığını önlemek için bu bağlamda; hastalığın yayılmasına vasıta olan yalakların yakılması, kullanılacak yeni yalakların derinden temizlenmesi ve yalaktaki suların sürekli değiştirilmesi gerektiği belirtilmiştir (DH.İD., 102/13, 18 Temmuz 1911).

Bilindiği gibi Osmanlı Devleti, 20. Yüzyılın başlarında da uzun süren savaşların önemli aktörlerinden birisi olmuştur. Yukarıda da ifade ettiğimiz gibi atlar savaş meydanlarında önemli bir unsurdu. Balkan Savaşları da bu savaşlardan olmuştur. Süvari birliklerinin ordulardaki büyüklüğü, birliklerdeki askerlerin atlarla iç içe yaşama zorunluluğu, hastalığı; yaşamsal, malî ve stratejik açıdan oldukça önemli hale getirmiştir. Bu önemi, hastalık etkeninin zoonoz (hayvandan insana-insandan hayvana bulaşan) hastalık olmasından ileri gelmektedir. Öyle ki önce de değindiğimiz üzere, 1912 yılında ruam hastalığının hayvandan insana geçtiği tespit edilmişti. Osmanlı Devleti aynı yıl "*Orduda Emraz-ı Sariye-i Hayvaniyeye Ait Zabıta-i Sıhhiye Talimatnamesi*"ni yayımlayarak ruam hastalığına karşı mücadelede tatbik edilecek esasları belirlemiştir (Şen,2022: s.2). Bu talimatname, Osmanlı Devleti'nde ruam hastalığına karşı ilk müstakil mücadele programı olmuştur.

Bunlara ilaveten "*Zabıta-i Sıhhiye-i Hayvaniye Kanun-ı Muvakkati*"nin uygulanabilmesi ve kanuna işlerlik kazandırılması amacıyla 19 Mart 1914 tarihinde "*Zabıta-i Sıhhiye-i Hayvaniye Talimatnamesi*" yürürlüğe girmiştir. Talimatnamede belirli aralıklarla yapılan "*mallein*" uygulamasının ardından düzenli reaksiyon göstermeyen şüpheli hayvanların "*Bakteriyolojihâne-i Baytâri*"ye sevk edilmesi; bu süre içinde hayvanın damgalanarak hükümetin gözetimi altında tutulması ve ruamlı olduğu tespit edilen hayvanların barındırıldıkları yerlerin bir veteriner hekim tarafından dezenfeksiyonunun yapılması öngörülmüştür (Kabil,2022: 44). Bu bağlamda 10 Nisan 1914 tarihinden Harbiye Nazırı Müsteşarı tarafından Dahiliye Nezareti'ne, Zabıta-i Sıhhiye-i Hayvaniye Talimatnamesi gönderilmiştir (DH.İD., 168/11, 6 Mayıs 1914).

Stratejik öneme sahip hayvan sağlığı, ordu için olduğu kadar sivil hayat içinde önemliydi. Bu durum ise donanımlı hayvan hastanelerine olan ihtiyacı artırmaktaydı. Öte yandan Balkan Savaşları ve Birinci Dünya Savaşı sırasında alınan tüm tedbirlere rağmen insan ve hayvan sağlığının yanı sıra ülke ekonomisine de zararlar veren ruam hastalığı, ordu içerisinde ve sivil hayatta hızla yayılmış ve epidemik bir seyir göstermiştir. Hiç şüphesiz epideminin oluşmasında, orduya alınan hayvanların sağlık kontrollerinin yapılmaması büyük bir faktördür. Ruam hastalığında en dikkat çekici bilgilerden biri de hastalığın biyolojik bir silah olarak kullanılmasıdır. Birinci Dünya Savaşı'nın devam ettiği 1915 yılında atlar ve katırlara talebi artırmaktaydı. Bu ihtiyacın karşılanması için İngiltere'nin en büyük tedarikçisi Amerika Birleşik Devletleri idi. ABD, söz konusu talepleri karşılamak için yüzbinlerce at ve katırı İngiltere'ye satmaktaydı. Bu ticareti öğrenen Almanya, İngiltere'ye sevk edilmek üzere limanlarda toplanmış hayvanları enfekte etmek için biyolojik bir sabotaj programı oluşturmuştur. Bu amaçla; 1915'te ABD'nin doğu sahilindeki hayvanlara yönelik bir dizi saldırıya başlamıştır. Almanya, şarbon ve ruam bakterilerini ürettiği bir laboratuvar kurmuş, ürettiği mikroorganizmaları nakledilmek üzere limanda toplanmış hayvanlara gizlice enjekte ederek programını yürütmüştür. Bu biyolojik sabotaj programının bir parçası, İngiltere ve müttefiklerine at ve katır sağlayan İspanya, Arjantin, Norveç ve Romanya'daki hayvan sevklerinde uygulanmıştır. 1915'ten 1918'e kadar İngiltere ve müttefiklerinin diğer ülkelerden satın aldığı hayvanlara yönelik başka sabotaj programları da uygulamıştır. Ruam hastalığının biyolojik silah olarak kullanımının sonucuna dair kesin bir veri bulunmamaktadır. Ruam hastalığının savaş sürecinde hayvanlar arasında ne kadar tahribat yaptığı bilinmemekle birlikte; 1914 sonundan savaşın sona erdiği 1918 yılına kadar Alman ordusunda hastalıktan dolayı 15.776 hayvanı itlaf etmiş, buna rağmen elinde 1,2 milyon at kalmıştır. Savaş boyunca İngiltere'nin elinde aktif hizmette kullanılan 869.931 at/ katır olduğu tahmin edilmektedir (Kabil, 2022: 45-47; Doğanay M, & Yılmaz E, Topluoğlu,2020: 3).

Tüm bunlara ilaveten ruam hastalığının 1920'lerde de görülmeye devam ettiğini söylemek mümkündür. Zira 12 Ağustos 1920 tarihinde Çatalca Mutasarrıflığı'ndan Dahiliye Nezareti'ne gönderilen yazıda; Çatalca deposunda bulunan aygırlar arasında ruam hastalığı görüldüğü, bazılarının hastalıktan dolayı itlaf edildiği, bunun üzerine tahkikat başlatıldığına yer verilmiştir (DH.UMVM., 77/15, 21 Eylül 1920).

Sonuç

Ruam, tek tırnaklı hayvanlarda ve ağırlıklı olarak; at, katır, eşek gibi hayvanlarda görülen bulaşıcı bir enfeksiyon hastalığıdır. Ruam hastalığı, 19. Yüzyılın sonlarından itibaren Osmanlı topraklarında yayılma sahası bulan hayvan hastalıklarından birisi olmuştur. Zira Türkiye Cumhuriyeti Devlet Arşivleri Genel Müdürlüğü Osmanlı Arşivi'nde yapılan araştırma, ruam hastalığına dair müstakil ilk kaydın 1883 yılına ait olduğu ve bu tarihten itibaren hastalığa dair birçok kaydın olduğunu göstermektedir. Ruam hastalığı Osmanlı topraklarında; Dersaadet, Bilad-i Selase ve Kosova bölgesinde yayılma sahası bulmuştur. Hastalık, Tramvay Şirketi'ne ait ahırlardaki atlarda yaygın olarak görülmüştür. Osmanlı yöneticileri 19. Yüzyılın sonlarından itibaren için de ruamın da olduğu hayvan hastalıklarını önlemek için kanunlar çıkarmış, talimatnameler yayımlamıştır. Devlet yetkilileri, diğer bulaşıcı hastalıklarda olduğu gibi ruam hastalığına da karşı birtakım önlemler almaya çalışmıştır. Bu önlemler arasında; hasta olan hayvanların itlaf edilerek kuyulara gömülmesi, sağlıklı hayvanların hastalık olan bölgeden uzaklaştırılması, baytar görevlendirmesi, yalakların temiz tutulması vb. uygulamalar gelmektedir. 20. Yüzyılın başlarında da mevcut olan ruam hastalığının 1912 yılında hayvandan insana geçtiği tespit edilmiştir. Mezkûr hastalık, Birinci Dünya Savaşı sırasında biyolojik bir silah olarak dahi kullanılmıştır.

KAYNAKÇA

Arşiv Kaynakları

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Devlet Arşivleri Başkanlığı Osmanlı Arşivi

Dahiliye Nezareti İdare (DH.İD..) 102/13.
Dahiliye Nezareti İdare (DH.İD..) 168/11.
Dahiliye Nezareti Mektubi Kalemi (DH.MKT) 2112/62.
Dahiliye Nezareti Mektubi Kalemi (DH.MKT) 2139/88.
Dahiliye Nezareti Mektubi Kalemi (DH.MKT) 2149/37.
Dahiliye Nezareti Mektubi Kalemi (DH.MKT) 2156/48.
Dahiliye Nezareti Mektubi Kalemi (DH.MKT) 2168/64.
Dahiliye Nezareti Mektubi Kalemi (DH.MKT) 2185/152.
Dahiliye Nezareti Mektubi Kalemi (DH.MKT) 2201/50.
Dahiliye Nezareti Mektubi Kalemi (DH.MKT) 2292/ 103.
Dahiliye Nezareti Mektubi Kalemi (DH.MKT) 2292/103.
Dahiliye Nezareti Mektubi Kalemi (DH.MKT) 2415/73.
Dahiliye Nezareti Mektubi Kalemi (DH.MKT) 716/43.
Dahiliye Nezareti Umur-ı Mahalliye ve Vilayat Müdürlüğü (DH.UMVM.) 77/ 15.
Şurayı Devlet, (ŞD), 713/11.

Tetkik Eserler

Ak, M. (2016). Osmanlı Devleti'nde Veba-i Bakarî (Sığır Vebası), *OTAM*, (39) Bahar 2016, 215-240.

Coşkun, N. (2020). Osmanlı Devleti'nin Son Yüzyılında Bulaşıcı Hayvan Hastalıkları, *Türk Kültürü ve Medeniyeti Araştırmaları Dergisi,* 1(2), Aralık, 20-45.

Doğanay M, Yılmaz E, Topluoğlu S, Şahin M, Diker KS, Akçay E, Aktaş D, Yılmaz K, Kılıç S, Köşker Hİ, Yumrutaş M, Kara F, Alp-Meşe E. (2020), Ruam Değerlendirme Raporu. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 77(EK - 1): 1-24.

Gölcü, B.M.(2011). Osmanlı Devleti'nde Et Muayenesi İle İlgili Düzenlemeler, *Veterinerler Hekimler Derneği Dergisi*, 82(2), 59-70.

https://ceh.vetmed.ucdavis.edu/health-topics/glanders

https://www.woah.org/en/disease/glanders/

Kabil, E. (2022). "I. Dünya Savaşı'nda Silah Olarak Kullanılan Hastalık; Ruam", *Global Savunma Dergisi*, (3)32.

Kavak, M. (2016). *Besim Ömer'in Hıfz-ı Sıhhat Eserindeki Bulaşıcı (İntani) Hastalıklar*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Osmanağaoğlu, Ş.& Melikoğlu, B. (2009). Türkiye'de Ruam Eradikasyon Çalışmalarına Tarihsel Bir Bakış, *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15(3), 331-337.

Pakdemirli, A.& Dülger, D. (2021). Tarihsel Bir Biyolojik Ajan ve KBRN Açısından Önemi: Ruam, Mankafa "Burkholderia Mallei, *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 32(2), 180-186.

Sağlık Ansiklopedisi, (t.y). Ruam, Ed. Enver Ören, C.II, Türkiye Gazetesi Yayınları. İstanbul.

Şen, S. (2022). *İstanbul'da Görülen Hayvan Hastalıkları (19. Yüzyıl Sonları ile 20. Yüzyıl Başları)*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü.

Torba, T. A. (2020). Burkholderia Mallei: Ruam Hastalığı, *ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi*, 5(2), 353 361.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

YASİN SURESİ İLK 12 AYETİNİN İLETİŞİM BİLİMİ BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Research Assistant Mahmut ÖZTÜRK
Harran University, Faculty of Theology, Şanlıurfa, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-5846-7135

ÖZET
Yasin suresinin ilk on iki ayeti konusu ana hatlarıyla Allah-Kul iletişimidir. İletişimin temel unsurları olan kaynak, hedef kitlesi ve mesaj unsurlarına net bir şekilde yer verilmiştir. Surede Allah'ın kulları ile iletişime geçmek üzere peygamberi (Hz. Muhammed) aracılığıyla bir mesaj (Kur'an) gönderdiği ifade edilir. Bu pasajda iletişimin ana unsurlardan kaynak (Allah ve Hz. Muhammed), mesaj (Kur'an) ve hedef kitlesinin (Müminler ve inkarcılar) nitelikleri hakkında niteleyici bilgiler verir. Ardından o mesaj yokmuş gibi davrananların (kafir) mesajın insana sunduğu imkanlardan yararlanamayacağı o mesajı dikkate alanların ise ondan istifade edecekleri belirtilir.
Anahtar kelimeler: Tefsir, Kur'an, Yasin Suresi, İletişim

EVALUATION OF THE FIRST 12 VERSES OF SURAH YASIN IN THE CONTEXT OF COMMUNICATION SCIENCE

ABSTRACT
The subject of the first twelve verses of the Yasin Surah is the Allah-Servant communication. The basic elements of communication, namely source, target audience and message, are clearly included. The surah states that Allah sent a message (the Quran) through his prophet (Hz. Muhammad) to communicate with his servants. In this passage, it provides qualitative information about the characteristics of the main elements of communication, namely source (Allah and Hz. Muhammad), message (the Quran) and target audience (believers and unbelievers). It is then stated that those who act as if that message does not exist (infidels) will not be able to benefit from the opportunities that the message offers to people, and those who take that message into consideration will benefit from it.
Keywords: Tafsir, Quran, Yasin Surah, Communication

Giriş

1. İletişim Unsurlarının Tanıtılması

Bir iletişimin gerçekleşmesi için en az üç unsurun bulunması zorunludur. Kaynak, Alıcı ve Mesaj. Bu mesajın kaynaktan alıcıya ulaşmasında bazen birden fazla aracı da olabilir. Yasin suresindeki iletişim ikinci örneğe daha uygun düşmektedir. Bu süreci özetleyen Yasin Suresinin ilk altı ayeti mealen şöyledir: "*1. Yâsîn 2. Hikmet dolu Kur'an hakkı için, 3. Sen şüphesiz peygamberlerdensin. 4. Doğru yol üzerindesin. 5. (Bu Kur'an) üstün ve çok merhametli Allah tarafından indirilmiştir. 6. Ataları uyarılmamış, bu yüzden kendileri de gaflet içinde kalmış bir toplumu uyarman için indirilmiştir.*"

1.1. Kaynak

Bu ayetlere baktığımızda iletişimi başlatan kaynak Allah, Alıcı ise insanlardır. İlk ayetlerde zikredilen hedef kitlesi mesaja karşı olumsuz tutum sergileyen gruptan oluşmaktadır. On birinci ayette ise mesaja olumlu yanıt verecek kişilerden söz edilecektir. Allah'ın insanlarla nasıl iletişim kuracağı Şura suresinde şu şekilde dile getirilir: *"Allah bir insanla ancak vahiy yoluyla veya perde arkasından konuşur yahut bir elçi gönderip izniyle ona dilediğini vah yeder. O yücedir, hakîmdir."*[1]

[1] Şura 42/51.

Bu ayette ilk sırada zikredilen "vahy" bildiğimiz anlamda vahiy değil; ilham[2] veya peygamberlerin gördüğü rüyalardır.[3] Annesinin Hz. Musa'yı bir sandıkta denize bırakması ve Hz. İbrahim'in oğlunu kurban etmesi meselesi ilhama örnek verilebilir.[4] Ayette ikinci sırada yer alan "perde ardından konuşmak" iletişim açısından *araç'*a denk gelmektedir. Allah bir araç üzerinden mesajını kuluna bildirebilir. Bu iletişim türünde vahiy meleği olarak bildiğimiz Hz. Cebrail bulunmamaktadır. Hz. Musa'ya gelen ilk vahyin böyle olduğu nakledilir. Üçüncü sırada zikredilen bir elçi gönderme ise vahyin en çok rastlanan türüne işaret etmektedir. Kur'an vahyi bazı istisnalar hariç bu şekilde gelmiştir. Bu durumda iletişim zinciri şöyle olmaktadır.

Allah → Vahiy Meleği (Hz. Cebrail) → Peygamber → İnsan

Etkin bir iletişimden söz edebilmek öncelikle kaynağın tanınırlığı ve güvenirliğine bağlıdır. Kaynağa ilişkin bilinenlerin yönü pozitife doğru evrildikçe iletişimin kaynak açısından etkin oluşu sağlanmış demektir. Yasin suresi özelinde konuya baktığımızda Hz. Cebrail'den açıkça söz edilmediğinden iki aşamalı kaynaktan söz edebiliriz:

Allah → Peygamber / Peygamber → İnsan

Bu modelde Peygamber, Allah'la iletişimde alıcı, insanla iletişimde kaynak konumundadır. O halde bu modelde sağlıklı bir iletişim olabilmesi için Allah ve Peygamber hakkında iletişim açısından hedef kitleyi ikna etmeye yetecek kadar bilgi sahibi olmayı gerektirmektedir.

Allah hakkında Yasin suresinin ilk on iki ayetine baktığımızda bir kısmı açıkça zikredilen bir kısmı ayetin mefhumundan rahatlıkla anlaşılabilecek şu bilgileri edinebiliyoruz.

Kaynak olarak kullarıyla iletişime geçen Allah; Aziz, Rahim, Rahman, Muhyi, Mümit, Muhsi, Halık, Ğafur, Kerim'dir. Allah hakkında bize bilgi veren bu sıfatlar sadece ilk on iki ayette geçenlerdir. Surenin diğer ayetlerine bakıldığında birçok sıfatla karşılaşmak mümkündür. Allah'ın bu güzel isimlerine/sıfatlarına baktığımızda kullarıyla iletişime geçen Allah (kaynak) hakkında şu bilgilere sahip oluyoruz.

Allah; dengi ve benzeri bulunmayacak derecede değerli ve şereflidir. Güçlü ve yenilmez ve saygındır (Aziz). Merhamet sahibidir, yaratıkları sever, acır ve korur (Rahman-Rahim). Bütün varlıklara hayat ve can veren ve zamanı geldiğinde bu hayatı sona erdirendir (Muhyi-Mümit). Gizli âşikâr her şeyi tek tek ve bütün ayrıntılarıyla bilir (Muhsi). Her şeyi bir örnek olmaksızın yoktan yaratandır (Halık). Kulları hata yaptığını anlayıp kendisine sığındığında onları bağışlar (Gafur). Kullarına lütufta ve ihsanda bulunur (Kerim). Bu sıfatların hepsinin Allah-kul iletişimindeki etkinliğe delalet etmektedir. Bu ve benzer vasıflara sahip olan bir kaynak iletişimde güvenilmeyi sonuna kadar hak eder.

İletişim zincirinde ikinci sırada yer alan ve insanlarla doğrudan temas kuran peygamberin de (bu ayetlerde Hz. Muhammed) tanınması ve güvenilmesi gereken birisi olması gerekir.

Hedef kitlenin, daveti kabul etmesini veya ona meyilli olmasını sağlayan güven duygusu, peygamber-ümmet ilişkisinde de önemlidir. Kaynağın güvenilirliği; alıcı tarafından algılandığı şekilde iyi niyet, ahlaki karakter ve iyi anlamak kabiliyetinden müteşekkildir. Kaynağın güvenilir olması [peygambere güven duyulması] ikna edici mesaja dikkat çekilmesi ve dikkatin devamlılığının sağlanması için gerekli en önemli unsurdur.[5] Tarih boyunca peygamberlerin kendi kavimlerinden seçilerek gönderilmesi ve onların diliyle konuşmaları iletişimdeki bu ilkeyi karşılamaktadır.

---

[2] Ebû Ca'fer Muhammed bin Cerîr et-Taberî, *Câmi'u'l-beyân fî te'vîli'l-Kur'an*, thk. Ahmet Muhammed Şakir (b.y.: Müessesetü'r-Risâle, 2000), 21/558; Ebü'l-Hasen Alî b. Muhammed b. Habîb el-Basrî el-Mâverdî, *en-Nüket ve'l-'uyûn* (Beyrut: Dârü'l-Kütübi'l-İlmiyye, ts.), 5/212; Ebû Abdillâh (Ebü'l-Fazl) Fahrüddîn Muhammed b. Ömer b. Hüseyn er-Râzî, *Mefâtîhü'l-gayb* (Beyrut: Dârü İhyâi't-Türâsi'l-'Arabi, 1999), 27/611.

[3] Ebû Mansûr Muhammed b. Muhammed b. Mahmûd el-Mâtürîdî, *Te'vîlâtü ehli's-sünne*, thk. Mecdi Basellum (Beyrut: Dârü'l-Kütübi'l-'İlmiyye, 2005), 9/141; Râzî, *Mefâtîhü'l-gayb*, 27/611.

[5] Gürüz - Temel Eğinli Ayşe, *İletişim Becerileri* (Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, 2016), 100.

Sürdürülebilir bir iletişim için güvenin tesissi zorunludur.[6] Bu sayede peygamberlerin (Kaynak) ümmeti (Alıcı) kaynağı tanımadıklarını dolayısıyla ona güvenemeyeceklerine dair gerekçeden yoksun kalmış olurlar.[7]

Yasin suresinde Allah-kul iletişiminde zincirin ikinci kaynağı konumunda olan Hz. Muhammed'in peygamberlerden olduğunu ve dosdoğru bir yol üzere olduğunu söylemektedir. Bu ifadelerden önce Kur'an'a yemin edilmiş olması da iletişim açısından önemlidir. Zira Kur'an'ın ilk muhataplarının içtimaî hayatında yeminin önemli bir rolü vardır.[8] Kur'an bu üslubu muhafaza ederek sözünün tesirini artırmak istemiştir. Ayrıca bu ayetlerin muhatapları yakın geçmişte bir peygamberle karşılaşmamış olsalar da peygamberlik müessesinden haberdar idiler. Hz. Muhammed'in peygamber olarak takdim edilmesi onun nasıl bir yerde konumlandırıldığını anlamalarına yetiyordu.

1.2. Alıcı

İletişimde alıcı en önemli ikinci unsurdur. Kaynağın (verici) kodlayıp gönderdiği mesajı çözen alıcıdır. Yasin suresinde bahsi geçen alıcıların Kur'an'ın ilk muhatapları olan Mekkeliler olduğu anlaşılmaktadır. Kur'an onların atalarına herhangi bir mesaj gönderilmediğini dolayısıyla kendilerinin de gerçeklerden habersiz (gafil) kaldıklarını söylemektedir. Yasin suresinin 8.-9. ayetlerinde Kur'an'ın nüzul dönemindeki ilk muhataplarının Allah-kul iletişiminde olumlu yanıt vermedikleri dile getirilmekte ve bunun nedenleri açıklanmaktadır.

1.3. Mesaj

İletişimde kaynak ve hedef kitleden sonra üçüncü önemli unsur mesajdır. Mesaj kaynağın hedef kitleye iletmek istediği şeydir ve bir amaca yöneliktir. Mesaj sözlü, sözsüz, simgesel olabilir.

Yasin suresinde Allah-kul iletişiminde mesajdan açıkça söz edilir. Hz. Muhammed'in peygamberliğinin hak olduğunu ifade etmek için Kur'an'a yemin ettiği ikinci ayette Kur'an'ın bir özelliğinden söz eder. "*Hikmet dolu Kur'an hakkı için...*"[9] Bu ifade Kur'an'ın muhataplarının hikmetli sözleri anlayabilecek kavrayışa sahip olmaları gerektiğine de işaret eder. Hikmetli sözleri ancak hikmeti kavrama yetisine sahip olanlar anlayabilir. Surenin devamında hikmet dolu bu mesajın kim tarafından gönderildiği de açıklanır: "*(Bu Kur'an) üstün ve çok merhametli Allah tarafından indirilmiştir*."[10] Ve son olarak mesajın gönderilme gayesi 6 ayette zikredilir: "*Ataları uyarılmamış, bu yüzden kendileri de gaflet içinde kalmış bir toplumu uyarman için indirilmiştir*."[11] Kur'an ayetlerini çözümlemede bir konu ile ilgili bir tek ayete değil; konu ile ilgili bütün ayetleri bağlamlarını da dikkate alarak değerlendirmek gerekir. Bir mesaj olarak Kur'an'ın diğer ayetlerde kendisini nasıl takdim ettiğine de bakmak gerekir. Bu ayetlere baktığımızda Allah-kul iletişiminde mesai olarak işlev gören Kur'an hakkında şu özelliklere ulaşırız. Kur'an ilk muhataplarının rahatlıkla anlayabilmeleri için Arapça indirilmiştir.[12] Kur'an kendisinden yararlanmak isteyenler için harika bir kılavuzdur.[13] Hakkı bâtıldan ayırıcı en açık delilleri ihtiva eder.[14] Müminler işin şifa ve rahmet kaynağıdır. [15]Kur'an can kulağıyla dinlenmesi ve uyulması gereken bir kitaptır.[16]

---

[6] Mahmut Öztürk, "Peygamberlerin Tebliğ Sürecinde Bazı Ortak Noktalar", *Harran İlahiyat Dergisi* 46 (2021), 139.

[7] Ebû Muhammed b. Hammus b. Muhammed Mekkî b. Ebû Tâlib, *el-Hidâye ilâ bulûgi'n-nihâye fi ilmi meâni'l-Kur'an ve tefsirihi ve ahkâmihi ve cümelin min fünuni ulumih* (Mecmûatu Buhûsi'l-Kitab ve's-Sünne, 2008), 5/3772.

[8] Celal Kırca, "Aksamü'l-Kur'an", *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi* (İstanbul: TDV Yayınları, 1989), 2/290-291.

[9] Yâsîn 36/2.

[10] Yâsîn 36/5.

[11] Yâsîn 36/6.

[12] Yusuf 1282.

[13] Bakara 2/1

[14] Bakara 2/185.

[15] İsra 17/82.

[16] A'raf 7/204

Görüldüğü üzere iletişimin üçüncü unsuru olan mesaj konusunda Kur'an hem mesajın niteliğini hem bu mesajın kim tarafından kodlandığını hem de mesajın iletilme amacını şüpheye mahal bırakmayacak şekilde açıklamaktadır. Dolayısıyla Aristo'nun deyimi ile en az üç unsurdan oluşması gereken iletişim süreci tamamlanmış olmaktadır.

2. İletişim Engeli Olarak Ön Yargı

Kur'an-ı Kerîm ilahi mesaja karşı inkarcıların olumsuz tutumlarının nedenlerini edebi bir tasvir üzerinden anlatır. Kur'an inkarcıları boyunlarında kalın demirlerden boyunduruklar takılan, bu yüzden başları zorunlu olarak yukarıya dönük olan, önlerini görebilmek için gözlerini aşağıya çeviren, bu halde sağa sola bakma imkânı da bulamayan, bakmak istediğinde boyunduruk demirlerinin çenelerini acıttığı ve hareketsiz bıraktığı kimselere benzetir. İbn Aşûr onların bu durumunun sergiledikleri davranışlarla mutabık olduğunu söyler. Zira inkarcılar ilahi hakikatlere karşı vurdumduymaz bir haldedirler. Göz ucuyla dahi bakmaktan sarfınazar etmektedirler.[17] Yasin suresinin ilgili ayetleri mealen şöyledir: *"Biz, onların boyunlarına halkalar geçirdik. O halkalar çenelere kadar dayanmaktadır. Bu yüzden kafaları yukarı kalkıktır. Önlerinden bir set ve arkalarından bir set çektik de onları kapattık, artık göremezler."* [18] Bu ayetlerde yapılan tasvirler Kur'an'ın ilk muhataplarından bazılarının Kur'an vahyine ne kadar uzak durduklarını göstermektedir. Yukarıda yapılan tasvirde boynunda boyunduruk olan kişinin sağını solunu görememesi gibi inkarcılar göz ucuyla olsun hakikatlere bakmamakta ve ilgi göstermemektedirler.

Onların bu tavrı verilen mesajın özelliğinden ya da kaynağın yetersizliğinden değil, kendilerinden kaynaklanmaktadır. "Pek çok açık kanıta rağmen inatla inkârcılıklarını sürdürenler öyle iç ve dış etkenler, öyle psikolojik ve sosyolojik şartlar ve alışkanlıklarla kuşatılmışlardır ki, boyunlarına çenelerine kadar dayanan boyunduruklar geçirilmiş gibidirler; kafaları yukarı kalkık, gözleri aşağıya kaymıştır; hangi yöne dönseler hidayet ışığına uzaktırlar; böbürlendikleri ve nefislerine tutsak oldukları için Fussilet suresinin 53. âyetinde[19] sözü edilen delilleri, gerek kendilerini çevreleyen dış âlemdeki gerekse ruhî ve biyolojik yapılarındaki kanıtları artık göremezler. Boyunlarına halkalar geçirildiğinin belirtilmesi, insanın fıtratına yerleştirilen cebrî bir durumdan değil, onların kendi işledikleri suçtan ötürü gördükleri bir karşılıktan söz edildiğini gösterir; zira bunlar birer cezalandırma aracıdır, ceza ise suçun karşılığıdır."[20]

"Kişi ve örgütlerin dış dünya ile anlamlı bir bütünlük içinde bulunabilmesi için iyi işleyen iletişim kanallarının kurulması ve gerçekleştirdikleri iletişimin kalitesini artırmak zorunda oldukları aşikârdır. Bir iletişim ilişkisinde olmazsa olmaz diyebileceğimiz bazı unsurlar vardır. Bu unsurlar bilgi, duygu ve düşünce alışverişinde son derece önemli rol oynayan kaynak, mesaj ve alıcıdır. Etkili ve kaliteli bir iletişim bu unsurlar çerçevesinde ve bu unsurların taşıyacağı özellikler kapsamında mümkün olabilmektedir. Sosyal psikologlara göre, mükemmel ve etkili bir iletişim, kaliteli bir iletişim ütopyadır. Çünkü kişiler arasındaki iletişimler, bilinçli ya da bilinçsiz olarak ortaya çıkan birtakım eğilimlerle tahrif edilmekte, bozulmakta ve yanlış yorumlanmaktadır."[21] Kur'an'ın ilk muhatapları açısından durumun daha vahim olduğu anlaşılmaktadır. Onlar Hz. Muhammed'i birey olarak çok iyi tanıdıkları halde peygamber olarak kabul etmeye yanaşmamışlardır. Oysa peygamber olarak kabul ettikleri Hz. İbrahim'in de bir peygamber olduğunu göz ardı ediyorlardı. Hz. Peygamber'in nübüvvetini kabule yanaşmıyorlardı. Elbette bunda bir takım psikolojik ve sosyolojik nedenler vardı.[22] toplumsal baskı,

---

[17] Muhammed Tahir b. Muhammed b. Muhammed et-Tunûsî İbn 'Aşûr, *et-Tahrîr ve't-tenvîr*. (Tunus: ed-Dârü't-Tunûsiyye li'n-Neşr, 1984), 22/349.

[18] Yâsîn 36/8-9.

[19] *"İnsanlara ufuklarda ve kendi nefislerinde âyetlerimizi göstereceğiz ki onun (Kur'an'ın) gerçek olduğu, onlara iyice belli olsun. Rabbinin her şeye şahit olması, yetmez mi?"* Fussilet 41/53.

[20] Hayreddin Karaman vd., *Kur'an Yolu* (Ankara: DİB Yayınları, 2007), 4/477.

[21] Geniş bilgi için bakınız: Tuğçe Çedikçi Elgünler - Tuğba Çedikçi Fener, "İletişimin Kalitesini Etkileyen Engeller Ve Bu Engellerin Giderilmesi", *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication* 1/1 (01 Mart 2011), 35-39.

[22] Geniş bilgi için bakınız İbrahim Coşkun, "Kur'an Işığında İnkârın Psikolojik Sebepleri", *Dicle Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi* 1 (1999), 119-149.

atalar kültüne sımsıkı bağlılık, kabile taassubu, kral/zengin peygamber tasavvuru, gözler önüne serilmiş Allah-Peygamber ilişkisi[23] kendileri gibi bir insanın peygamber olamayacağı düşüncesi[24] ve benzeri beklentileri onları vahye karşı mesafeli durmaya sevk ediyordu.

Yasin suresi 10. ayette geçen **"***Onları uyarsan da uyarmasan da onlar için birdir, inanmazlar*" ifadesi Bakara suresi 6. ayette de ye alır. 7. ayette ifadesini bulan *"Allah onların kalplerini ve kulaklarını mühürlemiştir, gözlerinde de kalın bir perde bulunmaktadır…"* âyeti Yasin suresindeki *"Biz, onların boyunlarına halkalar geçirdik. O halkalar çenelere kadar dayanmaktadır. Bu yüzden kafaları yukarı kalkıktır. Önlerinden bir set ve arkalarından bir set çektik de onları kapattık, artık göremezler."* ayeti ile aynı manayı ifade etmektedir. Bakara suresi 18. ayette geçen *"Onlar sağırlar, dilsizler ve körlerdir. Bu sebeple onlar geri dönemezler."* ifadelerini beraber değerlendirdiğimizde inkarcıların vahye karşı önyargı içinde olduklarını söyleyebiliriz.

Bir sözü veya davranışı ile birçok kimsenin hidayetine vesile olan Hz. Peygamber'in bütün gayretlerine rağmen inkarcılara hakikatleri fark ettirememesi onların kendi önyargılarından kaynaklanmaktadır.

Yasin suresi 10-12. ayetlere doğru ilerlediğimizde olumsuz tutum sergileyenlere karşılık olumlu davranışlar sergileyenlerden de söz edilir. **"***Sen ancak zikre (Kur'an'a) uyan ve görmeden Rahmân'dan korkan kimseyi uyarabilirsin*" ayeti mesaja karşı önyargı sahibi olmayanların verilen öğütlerden nasıl yararlanabileceklerini göstermektedir.

Son ayette başka bir insanla karşılaştığı andan itibaren iletişimin bağladığını ifade edilmektedir. *"Şüphesiz ölüleri ancak biz diriltiriz. Onların yaptıkları her işi, bıraktıkları her izi yazarız. Biz, her şeyi apaçık bir kitapta (levh-i mahfuz'da) sayıp yazmışızdır."*[25] Ayette "*geçen yaptıkları her işi, bıraktıkları her izi yazarız*" ifadesi insanın toplum içinde iletişimde olmadığı bir an olmadığını göstermektedir. İnsan davranışları toplum içinde iyi-kötü, güzel-çirkin olarak nitelendirilir. Bu değerlendirmelerden uzak olan davranışlar ceza ve mükafat ile değerlendirilmez.

Sonuç

Yasin suresinin ilk on iki ayetinin ana konusu Allah-Kul iletişimidir. Surede bir kaynak olarak Allah'ın bazı isim ve sıfatları zikredilmiş, iletişim zincirinde ikinci sırada yer alan peygamber (Hz. Muhammed) hakkında da bilgiler verilmiştir. İletişimde üçüncü unsuru oluşturan mesaj (Kur'an) hakkında da bazı bilgiler verildikten sonra hedef kitlesinin tutumları değerlendirilir. Mesaja olumsuz yaklaşan (kafir) ve mesajı kabul edenler (Mümin) hakkında bazı bilgiler verir. Sonuç olarak bu surenin ilk ayetlerinin ağırlıklı olarak Allah-kul iletişimine tahsis edildiğini söylemek mümkündür.

KAYNAKÇA

Coşkun, İbrahim. "Kur'an Işığında İnkârın Psikolojik Sebepleri". *Dicle Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi* 1 (1999), 119-149.

Elgünler, Tuğçe Çedikçi - Fener, Tuğba Çedikçi. "İletişimin Kalitesini Etkileyen Engeller Ve Bu Engellerin Giderilmesi". *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication* 1/1 (01 Mart 2011), 35-39.

Gürüz - Ayşe, Temel Eğinli. *İletişim Becerileri*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, 5. Basım, 2016.

İbn 'Aşûr, Muhammed Tahir b. Muhammed b. Muhammed et-Tunûsî. *et-Tahrîr ve't-tenvîr.* 30 Cilt. Tunus: ed-Dârü't-Tunûsiyye li'n-Neşr, 1984.

Karaman, Hayreddin vd. *Kur'an Yolu*. Ankara: DİB Yayınları, 5. Basım, 2007.

Kırca, Celal. "Aksamü'l-Kur'an". *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi*. 2/290-291. İstanbul: TDV Yayınları, 1989.

Mâtürîdî, Ebû Mansûr Muhammed b. Muhammed b. Mahmûd el-. *Te'vîlâtü ehli's-sünne*. thk. Mecdi Basellum. 10 Cilt. Beyrut: Dârü'l-Kütübi'l-'İlmiyye, 1. Basım, 2005.

[23] *"Belki de sen (müşriklerin:) "Ona (gökten) bir hazine indirilseydi veya onunla beraber bir melek gelseydi!" demelerinden ötürü sana vahyolunan âyetlerin bir kısmını (duyurmayı) terk edeceksin ve bu yüzden ruhun daralacaktır. (İyi bil ki) sen ancak bir uyarıcısın. Allah ise her şeye vekîldir."* Hûd 11/12.

[24] Kamer 54/24.

[25] Yasin 36/12.

Mâverdî, Ebü'l-Hasen Alî b. Muhammed b. Habîb el-Basrî el-. *en-Nüket ve'l-'uyûn*. 6 Cilt. Beyrut: Dârü'l-Kütübi'l-İlmiyye, ts.

Mekkî b. Ebû Tâlib, Ebû Muhammed b. Hammus b. Muhammed. *el-Hidâye ilâ bulûgi'n-nihâye fi ilmi meâni'l-Kur'an ve tefsirihi ve ahkâmihi ve cümelin min fünuni ulumih*. 13 Cilt. Mecmûatu Buhûsi'l-Kitab ve's-Sünne, 2008.

Öztürk, Mahmut. "Peygamberlerin Tebliğ Sürecinde Bazı Ortak Noktalar". *Harran İlahiyat Dergisi* 46 (2021), 134-159.

Râzî, Ebû Abdillâh (Ebü'l-Fazl) Fahrüddîn Muhammed b. Ömer b. Hüseyn er-. *Mefâtîhü'l-gayb*. Beyrut: Dârü İhyâi't-Türâsi'l-'Arabi, 3. Basım, 1999.

Taberî, Ebû Ca'fer Muhammed bin Cerîr et-. *Câmi'u'l-beyân fî te'vîli'l-Kur'an*. thk. Ahmet Muhammed Şakir. b.y.: Müessesetü'r-Risâle, 2000.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

KLASİK TEFSİRLERE GÖRE FİRAVUN'UN KARISI HZ. ASİYE

Research Assistant Mahmut ÖZTÜRK
Harran University, Faculty of Theology, Şanlıurfa, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-5846-7135

ÖZET
Kur'ân-ı Kerîm'de yer alan kıssalarda kadın karakterlere de yer verilir. Bu karakterlerin bazısı eleştiri konusu yapılırken bir kısmı övülür. Övgüye konu olan kadın karakterlerden birisi de Firavun'un karısı olduğu belirtilen Hz. Asiye'dir. Hz. Asiye'nin iyiliği Hz. Musa'yı Firavunun zulmünden kurtarmasıyla başlar. Hz. Musa'nın peygamberliğini ilan edinceye kadarki süreçte Kur'ân-ı Kerîm'de Hz. Asiye'den söz edilmez. Tahrim suresinin sonunda yer alan ayetlerde Hz. Asiye'den tekrar söz edilir. Bu ayetlerde onun Allah'ın birliğine iman ettiği, Firavun'un zülmüne direnip imanında sebat ettiği ve Firavun'un eziyetinden kurtulmak için yaptığı duanın Allah katında kabul edildiği belirtilir. Kur'an'da Hz. Asiye hakkında sınırlı bilgi yer almakla birlikte, klasik tefsirlerde onun hayatına ve iman mücadelesine dair daha ayrıntılı açıklamalara yer verilmiştir.
Anahtar kelimeler: Tefsir, Kur'an kıssaları, Hz. Asiye

PHARAOH'S WIFE, HAZRAT ASIYA, ACCORDING TO CLASSICAL TAFSIRS

ABSTRACT
Female characters are also featured in the stories of the Quran. Some of these characters are subject to criticism, while others are praised. One of the female characters praised is Hazrat Asiya, who is said to be the wife of Pharaoh. Hazrat Asiya's good deeds begin with her saving Prophet Moses from Pharaoh's oppression. There is no mention of Hazrat Asiya in the Quran until Prophet Moses declares his prophethood. Hazrat Asiya is mentioned again in the verses at the end of Surah At-Tahrim. These verses state that she believed in the oneness of God, resisted Pharaoh's oppression and remained steadfast in her faith, and that her prayer for salvation from Pharaoh's oppression was accepted by God. In classical commentaries, some topics not explicitly mentioned in the Quran are explained in detail.
Keywords: Tafsir, Quranic stories, Hazrat Asiya

Giriş

Tahrim suresinin ana konusu kadın ve ailedir. İlk beş ayette Hz. peygamberin iki eşinden söz edilir. Son üç ayet (10-12) ise ikisi kafir ikisi mümin dört kadından söz eder. İlk beş ayette bahse konu olan iki kadın Hz. Peygamber'in eşlerinden Hz. Aişe ve Hz. Hafsa'dır. Onların Hz. Peygamber'in bir aile sırrını açıklamaları eleştirilir ve onlar üzerinden bütün peygamber eşlerine Hz. Peygamber'e karşı davranışlarında daha dikkatli olmaları tavsiye edilir. İlgili ayetler mealen şöyledir: *"Ey Peygamber! Eşlerinin rızasını gözeterek Allah'ın sana helâl kıldığı şeyi niçin kendine haram ediyorsun? Allah çok bağışlayan, çok esirgeyendir. Allah, (gerektiğinde) yeminlerinizi bozmanızı size meşru kılmıştır. Sizin yardımcınız Allah'tır. O, bilendir, hikmet sahibidir. Peygamber, eşlerinden birine gizlice bir söz söylemişti. Fakat eşi, o sözü başkalarına haber verip Allah da bunu Peygamber'e açıklayınca, Peygamber bir kısmını bildirmiş, bir kısmından da vazgeçmişti. Peygamber bunu ona haber verince eşi: Bunu sana kim bildirdi? dedi. Peygamber: Bilen, her şeyden haberdar olan Allah bana haber verdi, dedi. Eğer ikiniz de Allah'a tevbe ederseniz, (yerinde olur). Çünkü kalpleriniz sapmıştı. Ve eğer Peygamber'e karşı birbirinize arka verirseniz bilesiniz ki onun dostu ve yardımcısı Allah, Cebrail ve müminlerin iyileridir. Bunların ardından melekler de (ona) yardımcıdır. Eğer o sizi boşarsa Rabbi ona, sizden daha iyi kendini Allah a veren, inanan, sebatla itaat eden, tevbe eden, ibadef eden, oruç tutan, dul ve bâkire eşler verebilir."*
Tahrim Suresi'nin 10. ayetinde, Hz. Nuh'un ve Hz. Lut'un inkârcı eşlerinden söz edilir. Bu kadınların, peygamberlerle evli olmalarına rağmen onlara ihanet ettikleri ve bu nedenle cehennemlik oldukları belirtilir. 11. ayette ise bunun tam tersi bir örnek olarak, Firavun'un iman eden eşi Hz. Asiye anılır. Onun, imanını koruduğu, zulme sabrettiği ve Allah'a dua ettiği ifade edilir.

12. ayette ise Hz. Meryem örnek gösterilir; onun iffeti, Allah'ın kelimesine ve kitaplarına iman etmesi övgüyle anlatılır. Bu üç ayette, iman ve inkâr örnekleri kadın karakterler üzerinden verilmektedir.
Bu tebliğimizin konusu Hz. Asiye'dir. Kur'an'da ondan söz eden ayetler tefsirlerde yer alan yorumlar ışığında incelenecektir. Kur'ân-ı Kerîm'de Firavun'un karısı (el-Kasas 28/9; et-Tahrîm 66/11) olarak geçen kişinin Hz. Asiye olduğunu hadis-i şeriften öğreniyoruz.[1] Kimliği hakkında farklı görüşler bulunmaktadır. Taberi *Tarihü'l-ümemi ve'l-mülûk* adlı eserinde adını Âsiye bint Müzâhim b. Ubeyd b. Reyyân b. Velîd diye zikredilmektedir[2]. Amâlika kavminden veya Firavun'un amcasının kızı olduğu rivayeti yanında İsrâiloğulları'ndan olup Hz. Mûsâ'nın kabilesine mensup ve onun halası olduğu da nakledilmektedir. [3]

Kur'an'da Hz. Asiye İle İlgili Ayetlerin Tahlili
Kur'ân-ı Kerîm'de Asiye'den iki yerde söz edilir. Birisi Hz. Musa'nın içine bırakıldığı sandığın onun bahçesine kadar gitmesi, firavunun Hz. Musa'yı öldürmek isterken siyasi zekasıyla ona engel olması hadisesinde diğeri de Hz. Musa'ya iman etmesi üzerine Firavun'un onu işkence ile öldürmek istemesi ve Asiye'nin kendisini kurtarması için Allah dua etmesi. Kur'an'da geçmediği halde Hz. Musa'nın dilindeki ukde ile ilişkilendirilen bir hadise tefsirlerde Asiye'nin feraset ve zekasının örneği olarak zikredilir.

Asiye'nin Hz. Musa'yı Firavun Tarafından Öldürülmekten Kurtarması
Kur'ân-ı Kerîm'de zikredildiği gibi Hz. Musa'nın doğumundan önce Mısır'da Firavun yönetimi İsrailoğullarını baskı altında tutmaktadır. En zor işlerde çalıştırılmakta, cani yöntemlerle nüfus kontrolü yapılarak güçlenmeleri engellenmektedir. *"Hatırlayın ki, sizi, Firavun taraftarlarından kurtardık. Çünkü onlar size azabın en kötüsünü reva görüyorlar, yeni doğan erkek çocuklarınızı kesiyorlar, (fenalık için) kızlarınızı hayatta bırakıyorlardı. Aslında o size reva görülenlerde Rabbinizden büyük bir imtihan vardı."*[4] Ayette geçen *yesumuneküm* kelimesi mal peylemek, zulüm yüklemek, derde sokmak, salmak, bir siyma vermek yani dağlamak anlamına gelmektedir. Burada dağlamaktan kasıt İsrailoğullarından doğan, doğacak olan her çocuğun Firavun hanedanının hangi işinde çalışacağının önceden belirlenmiş olması manasına gelmektedir. İsrailoğulları Firavun yönetimi tarafından köle gibi çalıştırılmış, dağdan taş kesip getirmek, tuğla pişirmek demircilik, marangozluk gibi ağır işler onlara yaptırılmaktadır[5] Bunlar yetmiyormuş gibi bir de onların nüfusu artmasın, güçlenmesinler diye doğan erkek çocukları bir yıl yaşatılmakta, diğer yıl öldürülmektedir. Hz. Musa ve Asiye'nin hayatlarındaki kesişme tamda bu noktada gerçekleşmektedir.
İsrailoğullarından doğacak her erkek çocuğun öldürülmesine karar verildiği dönemde annesi Hz. Musa'ya hamiledir[6]. Doğacak olan çocuğunun Firavun yönetimi tarafından öldürüleceğine inanan annesi bir çare düşünür. Allah'ın ona ilham etmesi ile çocuğunu bir sandığa koyup nehre bırakır. Sandık suda yol alarak Firavun'un sarayına kadar gider. Bu hadise Kur'ân-ı Kerîm'de şu ifadelerle yer alır: *"Tâ. Sîn. Mîm. Bunlar, apaçık Kitab'ın âyetleridir. İman eden bir kavim için (faydalı olmak üzere) Musa ile Firavun'un haberlerinden bir kısmını sana gerçek şekliyle nakledeceğiz.*

---

[1] "Dünya kadınlarının hanımefendileri dört tanedir: Meryem, Asiye, Hatice ve Fatıma" Ebû Abdillâh Muhammed b. İsmâil el-Buhârî, *Sahîhü'l-Buhârî (el-Câmi'u's-sahîh)* (Beyrut: Dârü İbn-i Kesîr, 1987), 3/1266"Enbiya" 46. Aynı isimler farklı bir sıralama ile cennete girecek kadınların en hayırlısı olarak Hatice, Fatma, Meryem ve Asiye şeklinde geçer.Ebû Abdullah Muhammed b. Ahmed b. Ebî Bekr el-Kurtubî, *el-Câm'i li ahkâmi'l-Kur'an*, thk. Ahmed el-Berdûnî (Beyrut: Dârü'l-Kütübi'l-Mısriyye, 1964), 4/83.

[2] Ebu Ca'fer Muhammed bin Cerîr et-Taberî - Ahmed Muhammed Şâkir, *Tarihü'l-ümemi ve'l-mülûk* (b.y.: Müessesetü'r-Risâle, 2000), 1/386.

[3] Ömer Faruk Harman, "Asiye", *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi* (İstanbul: TDV Yay., 1991), 3/487.
[4] Bakara 2/49.
[5] Muhammed Hamdi Yazır Elmalılı, *Hak Dini Kur'an Dili* (İstanbul: Eser Neşriyat, 1979), 1/346.
[6] Ebû Ca'fer Muhammed bin Cerîr et-Taberî, *Câmi'u'l-beyân fî te'vîli'l-Kur'an*, thk. Ahmet Muhammed Şakir (b.y.: Müessesetü'r-Risâle, 2000), 19/519.

Firavun, (Mısır) toprağında gerçekten azmış, halkını çeşitli zümrelere bölmüştü. Onlardan bir zümreyi güçsüz buluyor, bunların oğullarını boğazlıyor, kızlarını ise sağ bırakıyordu. Çünkü o bozgunculardandı. Biz ise, o yerde güçsüz düşürülenlere lütufta bulunmak, onları önderler yapmak ve onları (mukaddes topraklara) vâris kılmak istiyorduk. Ve o yerde onları hakim kılmak; Firavun ile Hâmân'a ve ordularına, onlardan (İsrailoğullarından gelecek diye) korktukları şeyi göstermek (istiyorduk). Musa'nın anasına: Onu emzir, kendisine zarar geleceğinden endişelendiğinde onu denize (Nil nehrine) bırakıver, hiç korkup kaygılanma, çünkü biz onu sana geri vereceğiz ve onu peygamberlerden biri yapacağız, diye bildirdik. Nihayet Firavun ailesi onu yitik çocuk olarak (nehirden) aldı. O, sonunda kendileri için bir düşman ve bir tasa olacaktı. Şüphesiz Firavun ile Hâmân ve askerleri yanlış yolda idiler. Firavun'un karısı (sepetin içinden erkek çocuk çıkınca kocasına:) Benim ve senin için göz aydınlığıdır! Onu öldürmeyin, belki bize faydası dokunur, ya da onu evlât ediniriz, dedi. Halbuki onlar (işin sonunu) sezemiyorlardı."[7]

Tefsirlerde yer alan bilgilere göre Allah Hz. Musa'nın kalbine ilham verir. Annesi bu ilamla onu emzirir ve onun hayatının tehlikeye girdiğini hissettiği an bir sandığa koyarak suya bırakır. Allah oğlunu yine onunla buluşturacağı hususunda güçlü bir duyguyu kalbine atar. Sandık Firavun'un su kenarındaki sarayına kadar gider. O esnada bahçede bulunanlar bir sandığın kendilerine doğru geldiğini görürler ve alıp içine baktıklarında Hz. Musa'yı görürler. Müfessirler sandığı kimin bulduğu ve Hz. Musa'yı kimin sahiplendiği konusunda farklı görüşler ileri sürmüşlerdir. Bazıları onu görenin Firavun'un kızı olduğunu söylerken[8] diğerleri Firavun'un adamları tarafından bulunduğunu söylerler[9]. Bazı görüşlere göre, Hz. Musa'yı bulup sahiplenen kişi Hz. Asiye'dir. Buna karşılık, Hz. Musa'yı bulanın Firavun'un kızı olduğunu ileri süren görüşlerin ise Tevrat kaynaklı olduğunu belirtmek gerekir.

Firavun ve adamları kim olduğunu bilmedikleri Hz. Musa'yı öldürmek istediklerinde Asiye devreye girer ve "*Benim ve senin için göz aydınlığıdır! Onu öldürmeyin, belki bize faydası dokunur, ya da onu evlât ediniriz,"* der. Firavun'un Musa'yı görür görmez öldürmek istediği söylendiği gibi, ilerleyen zamanlarda Musa'nın onun kucağında iken sakalını çekiştirip canını yakması üzerine onu öldürmeye azmettiği de söylenmektedir. Bu rivayete göre Firavun İsrailoğullarından birisinin saltanatına son verip kendisini öldüreceğini bilmektedir. Ve Musa'nın o çocuk olduğunu düşünmüştür.[10] Biz ilk görüşün daha isabetli olduğu kanaatindeyiz.

Müfessirlerin bir kısmı yaşanan bu hadisede geleceğe yönelik ihtimalli bir söylem geliştirmişlerdir. Onlara göre Asiye'nin Hz. Musa hakkında "*Benim ve senin için göz aydınlığıdır"* şeklindeki temennisini Firavun da paylaşmış olsaydı, gelecekte o da iman etmiş olurdu[11]. Fakat o güzel temenni için olumlu bir tavır sergilemediğinden akıbeti de kötü oldu. Günümüzden bunu doğrulamak zor olsa da hadiseye pozitif yaklaşmanın neticeyi de çok defa olumlu etkileyebileceğini söyleyebiliriz. Hatırlanacağı üzere benzer bir ifadeyi Hz. Yusuf'un Mısır'da köle olarak satılması hadisesinde Mısır azizi dillendirir. Onu satın aldığında karısına Hz. Yusuf hakkında "" der. Hz. Yusuf ve Hz. Musa hadisesinde bu ifadeyi kullanan Asiye ve Potifar'ın onlara süreçte daha olumlu bir münasebet kurduğu diğerlerinin ise Hz. Yusuf ve Hz. Musa'yı hapsetmeye ve öldürmeye azmettikleri görülmektedir.

Asiye'nin Hz. Musa'ya İman Etmesi ve Firavun Tarafından Eziyet Edilmesi

Kuranı Kerim'de Hz. Musa'nın Firavun'un sarayında büyüme başlamasından sonra onun istemeden bir kişinin ölümüne sebep olmasına kadarki hayat safhası hakkında hiçbir bilgi bulunmaz. Bu uzun safhadan sonra Hz. Musa'nın hayat hikayesi. Mısır'ı terk edip Medyen şehrine gitmesiyle devam eder. Medyen şehrinde tefsirlerde Hz. Şuayb olduğu kabul edilen kişinin yanında 8 ya da 10 yıl kaldıktan sonra onun kızlarından birisiyle evlenir ve kendi memleketine dönmek üzere yola çıkar.

[7] Kasas 28/1-9.
[8] Taberî, *Câmiu'l-beyân*, 19/522.
[9] Taberî, *Câmiu'l-beyân*, 19/524.
[10] Taberî, *Câmiu'l-beyân*, 19/525.
[11] Taberî, *Câmiu'l-beyân*, 19/524; Ebü'l-Leys İmâmü'l-hüdâ Nasr b. Muhammed b. Ahmed b. İbrâhîm es-Semerkandî, *Bahrü'l-'ulum* (b.y.: y.y., t.s.), 2/396; Ebü'l-Hasen Alî b. Muhammed b. Habîb el-Basrî el-Mâverdî, *en-Nüket ve'l-'uyûn* (Beyrut: Dârü'l-Kütübi'l-İlmiyye, ts.), 4/237.

Bu yolculukta tur dağı hizasına geldikleri bir esnada Hz. Musa dağda yanan ateşi görür. Hazreti Musa ateşten faydalanmak ve orada bulacağını umduğu kişilerden adres sormak üzere dağa çıkar. Dağda iken Allah'ın vahiyle mazhar olur ve peygamber olarak Mısır'a gönderilir. Hazreti Musa vakit kaybetmeden Allah'ın kendisine verdiği görevi kardeşi Harun'a beraber yerine getirmek üzere. Mısır'a gider. İkisi birlikte firavunun iman etmeye ve İsrailoğullarını serbest bırakmaya davet ederler. Hz. Musa ve Firavun arasında bir kısmı kuranın ifadelerine de yansıyan uzun uzadıya birtakım tartışmalar geçer. Bu tartışmaların bir yerinde firavun doğruluğuna şahit olmak üzere bir delil getirmesini ister. Hazreti musa'nın yere attığı asasının bir ejderhaya dönüşmesini sihir olarak değerlendiren Firavun Hz. Musa'yı emrindeki sihirbazların karşısına çıkmaya davet eder. H de busa bu teklifi kabul eder ve sözleşmeleri üzere bir bayram sabahı karşı karşıya gelirler. Sihirbazlar yaptıkları sihirle ortaya attıkları ipleri bir ejderha gibi gösterirler. Hazreti Musa'nın ortaya attığı asa daha büyük bir ejderhaya dönüşüp, O ejderhaları, yutup onların sinirlerini geçersiz kılar. Sihirbazlar hazreti Musa'nın yaptığının kendilerindeki gibi bir zehir olmadığını anlar ve iman ederler. Buna çok öfkelenen Firavun Musa'nın onları buse sihri öğreten büyükleri olduğunu. Firavun hazreti Musa'nın onları bu seyirci öğreten ustaları olduğunu. Kendilerini şiddetle cezalandıracağını söyler. Sihirbazlar bu tehdide aldırmaz ve imanlarını ikrar ederler.

Bu esnada Müslüman olanlardan birisi Hazreti Musa'ya küçüklüğünden beri tanıyan, onun doğru söylediğini bilen ve peygamber olduğuna iman eden firavunun karısı Asiye'dir. Firavun asiyenin iman ettiğini duyduğunda Başkalarına ibret olsun diye 10'a çıkart bir ceza verir. Tefsirlerin belirttiğine göre çaktığı dört kazığa ellerini ve kollarını bağlayarak hazreti Asiye'yi aç ve susuz olarak güneşe mazur maruz bırakır. Asiye eden inancından vazgeçmesini ister. Asiye imanında sebat gösterince de Firavunun adamları büyük bir kayayı üzerine atarak öldürmeye yeltenirler. O esnada hazreti Asiye Allah'a dua ederek kendisini Firavunun zulmünden kurtarmasını ve cennette kendisini bir ev inşa etmesini diler.

Müfessirler bu hadiseyi yorumlarken Hz. Asiye'nin firavun ve adamlarının eziyetinden hiç etkilenmediğini acı çekmediğini belirtirler. Bazıları da son noktada Firavunun adamlarının onun üzerine bir kıyı yuvarlamak istedikleri anda kaya daha vücuduna temas etmeden Allah'ın ruhunu teslim aldığını söylerler. Aşağıdaki açıklamalarda görüleceği üzere müfessirlerin yorumlarında Asiye gibi naif bir hanımefendinin eziyet görmesine gönüllerinin razı olmadığı duygusunu sezmek mümkündür.

Bu konuda sahih hadislerin sayısı çok sınırlı olduğundan müfessirler Bazen seleften gelen rivayetleri değerlendirerek bazen de Kur'an ibarelerini deki inceliklerinden faydalanarak birtakım yorumlar yaparlar.

Tefsir kaynaklarına yer alan bilgilere göre Asiye Tevhit inancıyla Allah'a ve resulü Hz. Musa'ya iman eden bir kadındır[12]. Allah Teala onu hiç kimse bir başkasının günahını üstlenmez. Ayetinin sırrınca kocası firavunun davranışlarından sorumlu tutmamıştır[13].

Tefsirlerde yer alan bilgilere göre Firavunun adamları Asiye'yi aç ve susuz bir şekilde güneşe maruz bırakarak cezalandırmak isteseler de onun yanından ayrıldıkları anda melekler kanatlarıyla onu gölgelememiştir[14]. Firavun ona adamlarını göndererek inancında devam etmesi halinde büyük bir kaya ile ezip öldürmelerini, inancından vazgeçmesi halinde ise tekrar eşi olarak kabul edeceğini söyler[15]. Bunu anlayan Hz. Asiye "Allah'ım bana cennetinde bir ev yap" diye dua eder. Allah onun duasını kabul etmiş ve cennette onun için yarattığı güzel bir köşk ile mükafatlandırmıştır. [16] İnancından dönmediği için Firavun'un adamları kayayı onun üzerine koyduklarında o çoktan ruhuna Allah'a teslim etmiştir. Onlar Asiye'nin ruhunu incitememiş, kayayı sadece cansız bedeni üzerine bırakmışlardır.

Asiye'nin dört kazığa bağlı olarak güneşe maruz bırakılması ve bir kaya ile öldürülmesi konusunun sahih hadislere dayanmadığını söylemek durumundayız.

[12] Taberî, *Câmiu'l-beyân*, 23/499.
[13] Taberî, *Câmiu'l-beyân*, 23/499.
[14] Taberî, *Câmiu'l-beyân*, 23/500.
[15] Taberî, *Câmiu'l-beyân*, 23/500.
[16] Taberî, *Câmiu'l-beyân*, 23/499.

Kıssadan alınacak bazı dersler

Hz. Asiye'nin yaptığı duadaki incelik bütün Müslümanlara örneklikler içermektedir. Onun duasında söylediği "Firavun'dan ve onun (kötü) işinden koru" ifadesi hicretin anlamlarından birisi olan kötülüğü terk etmek ve ondan uzaklaşmak manasıyla denkleşmektedir. Hz. İbrahim'in "Doğrusu ben Rabbim'e (emrettiği yere) hicret ediyorum"[17] sözü tam da bu manadadır. Yani Allah'ın yasaklarından uzaklaşıp emirlerini yerine getirebileceği bir yere gitmek... Yoksa hiçbir hicretin tek gayesi fiziksel manada özgürlük olmadığı gibi İbrahim'in de, Asiye'nin de hicreti Allah'ın rızasına yöneliktir.

KAYNAKÇA

Buhârî, Ebû Abdillâh Muhammed b. İsmâil el-. *Sahîhü'l-Buhârî (el-Câmi'u's-sahîh)*. 6 Cilt. Beyrut: Dârü İbn-i Kesîr, 1987.

Elmalılı, Muhammed Hamdi Yazır. *Hak Dini Kur'an Dili*. İstanbul: Eser Neşriyat, 1979.

Harman, Ömer Faruk. "Asiye". *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi*. 3/487. İstanbul: TDV Yay., 1991.

Kurtubî, Ebû Abdullah Muhammed b. Ahmed b. Ebî Bekr el-. *el-Câm'i li ahkâmi'l-Kur'an*. thk. Ahmed el-Berdûnî. 20 Cilt. Beyrut: Dârü'l-Kütübi'l-Mısriyye, 1964.

Mâverdî, Ebü'l-Hasen Alî b. Muhammed b. Habîb el-Basrî el-. *en-Nüket ve'l-'uyûn*. 6 Cilt. Beyrut: Dârü'l-Kütübi'l-İlmiyye, ts.

Semerkandî, Ebü'l-Leys İmâmü'l-hüdâ Nasr b. Muhammed b. Ahmed b. İbrâhîm es-. *Bahrü'l-'ulum*. b.y.: y.y., t.s.

Taberî, Ebû Ca'fer Muhammed bin Cerîr et-. *Câmi'u'l-beyân fî te'vîli'l-Kur'an*. thk. Ahmet Muhammed Şakir. b.y.: Müessesetü'r-Risâle, 2000.

Taberî, Ebu Ca'fer Muhammed bin Cerîr et- - Ahmed Muhammed Şâkir. *Tarihü'l-ümemi ve'l-mülûk*. b.y.: Müessesetü'r-Risâle, 2000.

[17] El-Ankebut 27/26.

TEĞABÜN SURESİNİN KUR'AN'IN ANA KONULARI BAĞLAMINDA TAHLİLİ

Research Assistant Mahmut ÖZTÜRK
Harran University, Faculty of Theology, Şanlıurfa, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-5846-7135

ÖZET
Kendisini bir hidayet rehberi olarak takdim eden Kur'an bütün surelerinde Müslümanlara hayat boyunca takip edecekleri yol işaretleri sunar. Her seviyede insana, kıyamete kadar devam edecek şekilde mesajlar verir. Bu mesajları ana ve tali konular şeklinde sıralamak mümkündür. Allah'ın varlığı, birliği, peygamberlik müessesesi, yaratılış ve yeniden diriliş, ibadetler, uluslararası ilişkiler aile ve toplum şeklinde sıralamak mümkündür. Kur'an'ın özel üslubu gereği bahsi geçen konular bir surede ve bir arada sunulmaz. Tam tersi bütün konular iç içedir ve yeri geldikçe tekrarlanır. Bu tebliğde Kur'an'ın bu özelliği Teğabün suresi özelinde tahlil edilecektir. Teğabün suresinde ifadesini bulan uluhiyet, nübüvvet, yaratılış, iman, yeniden diriliş, ahiret, insan ve toplum konuları özlü bir şekilde dile getirilir. Bu içerikle Teğabün suresinin Kur'an'ın ana konularından önemli olanlarını içerdiğini söylemek mümkündür.
Anahtar Kelimeler: Tefsir, Teğabün Suresi, Uluhiyet, Nübüvvet, Yaratılış ve Yeniden Diriliş.

ANALYSIS OF THE SURAH AT-TAGHABUN IN THE CONTEXT OF THE MAIN TOPICS OF THE QUR'AN

ABSTRACT
The Quran, which presents itself as a guide to guidance, offers Muslims signs to follow throughout their lives in all its surahs. It is possible to list these messages, which it presents to people at every level and in a way that will continue until the apocalypse, as primary and main topics and secondary topics. It is possible to list them as the existence of Allah, the institution of prophethood, creation and resurrection, worship, international relations, family and society. Due to the special style of the Quran, the mentioned topics are not presented together in one surah. On the contrary, all the topics are intertwined and are repeated whenever necessary. It is seen that at least five or six of the above-mentioned topics are mentioned in a few pages read one after the other in any part of the Quran. In this paper, this feature of the Quran will be analyzed specifically in the context of the Surah At-Taghabun.
Keywords: Tafsir, Surah At-Taghabun, Divinity, Prophethood, Creation and Resurrection.

Giriş

Kur'an'ın ana konuları uluhiyet, nübüvvet, yaratılış, ahiret / yeniden diriliş, insan, ibadet, ahkam ve ahlak şeklinde sıralanabilir. Bu ana konuları alt başlıklara ayırarak daha detaylı bir tasnif yapmak da mümkündür. Bu tasnif Kur'an konularının kendi içinde de bölümler halinde bu konuları ele aldığı anlamına gelmez. Aksine Kur'an'ın bu ana konuları onun bütün surelerine yayılmış vaziyettedir. Diğer bir ifade ile yeniden dirilişi konusunu onlarca surede görebilirsiniz. Keza peygamberlerin hayatına dair kıssalar da yirmiden fazla surede pasajlar halinde yer almaktadır. Bu durum Kur'an'ın üslup özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla Kur'an'ın ibadet, ahiret, cihad veya kadın ile ilgili ne dediğini öğrenmek istediğimiz de konunun niteliğine göre onlarca surede ilgili ayetleri tetkik etmemiz gerekecektir.

Kur'an Müslümanların hayatında merkezi bir konumdadır. Müslümanların her gün düzenli bir şekilde Kur'an'dan bir miktar okuması tavsiye edilir. Bu miktar bir cüz olarak idealize edilmiştir. Ramazan ayında mukabele uygulaması tam da bu tavsiyenin hayata geçmiş hali olarak karşımıza çıkar. Aynı uygulamayı Kur'an'ın meali üzerinden deneyimleyen bir kişi iki gün içinde yapmış olduğu düzenli okumlar sayesinde Kur'an'ın ana konularının hemen hepsi hakkında bir okuma yapmış olacaktır. Bu tebliğde Kur'an'ın zikrettiğimiz bu özelliğini Teğabün suresi özelinde tahlil etmek istiyoruz.

1. Teğabün Suresi Hakkında Genel Bilgiler

Mushaf'ta 64. sırada yer alan Teğabün suresi farklı görüşler olmakla beraber müfessirlerin kahir ekseriyetine göre Medine'de nazil olmuştur.[1] "Yusebbihu.." ifadesi ile başlayan ve Müsebbihat olarak gruplandırılan surelerin sonuncusudur.[2] Münafikun ve Talak sureleri arasında yer alır. İniş sırasına göre ise yüz sekizinci sûredir. Tahrîm sûresinden sonra, Saf sûresinden önce nâzil olmuştur.[3] Sure adını 9. Ayette geçen ve aldanma, aldatma, kâr-zarar" anlamına gelen *teğabün* kelimesinden almaktadır. Teğabün'ün kıyametin isimlerinden birisi olduğu da söylenmiştir.[4] Mâtüridî surede bahsi geçen aldanma ile ilgili şöyle der: "Küfür ehli ahirette malları ve aile fertleri konusunda aldanacaklar. Zira dünyada iken onlarla yardımlaşıyorlardı. Ahirette de böyle olacağını sanıyorlardı. Böyle olmadığını görünce birbirlerini lanetlemeye başlayacaklar. Onlardan beklentilerinin boşa çıktığını anlayacaklar."[5]
108. sırada yer alması surenin Medine döneminin sonlarında nazil olduğu anlamına gelmektedir. Dolayısıyla bu zaman diliminde Kur'an'ın iman, ibadet ve ahkama taalluk eden birçok surenin nüzulünün tamamlandığı, sünnetin ilgili konulardaki uygulamalarının bilindiği söylenebilir. Surenin farklı ve ilk defa dile getirilen bir konu içermediği de dikkate alındığında surenin Kur'an'ın bazı ana konuları özetle tekrarı amaçladığı söylenebilir.

2. Surenin Anlam Bütünlüğü Bağlamında Önceki ve Sonraki Surelerle Münasebeti

Mushaf sıralamasında Teğabün suresinden önce 63. Sırada yer alan Münafikun suresi genel olarak münafıkların içyüzünü anlatır. Adını da bu olumsuz davranışları sergileyen münafıklardan alır. Genel olarak bir sonraki ile içerik olarak bir benzerlik görülmez. Son üç ayetin Teğabün suresi ile münasebeti açıkça görülür. İlgili ayetler mealen şöyledir: "Ey iman edenler! Mallarınız ve çocuklarınız sizi Allah'ı anmaktan alıkoymasın. Kim bunu yaparsa işte onlar ziyana uğrayanlardır." [6] Teğabün suresinin 15. ayetinde de mal ve çocukların müminler için bir imtihan vesilesi olduğu belirtilir.
Münafikun suresi 10-11. ayetleri zamanında yapılmayan sadaka türü harcamalardan dolayı insanın derin bir pişmanlık yaşayacakları dile getirilir ve o gün gelmeden Allah'ın verdiği rızıklardan Allah yolunda harcamaları gerektiği hatırlatılır: *"Herhangi birinize ölüm gelip de: Rabbim! Beni yakın bir süreye kadar geciktirsen de sadaka verip iyilerden olsam! demesinden önce, size verdiğimiz rızıktan harcayın. Allah, eceli geldiğinde hiç kimseyi (ölümünü) ertelemez. Allah, yaptıklarınızdan haberdardır."* [7] Teğabün suresi 17. Ayette aynı konu farklı bir ifade ile tekrarlanır. *"Eğer Allah'a (rızası uğruna) ödünç verirseniz, Allah onu sizin için kat kat arttırır ve sizi bağışlar. Allah çok mükâfat verendir, ceza vermekte acele etmeyendir"*
Fahreddin Razi "-Teğabün suresi 4. Ayette zikredilen "Gizlediklerinizi ve açığa vurduklarınızı da bilir. Allah kalplerde olanı bilendir" ifadesi ile önceki sure arasında bir münasebet kurar. Bu ayette münafıklara gizleseler de açıktan da söyleseler onların kalplerinde olan gerçek düşüncelerinin Allah'tan gizli kalmayacağına dair bir uyarı söz konusudur.[8] Bu her iki örnek ardışık iki sure arasında mana itibarıyla bir münasebet olduğu görülür. Müfessir Merağı önceki surede münafıklarla hitap edildiğini bu surede ise müminlere hitap edilerek Kur'an'ın hem kafirleri hem de müminleri muhatap aldığını söyler.[9]

---

[1] Ebû Abdullah Muhammed b Ali b Muhammed el-Havlânî eş-Şevkânî, *Fethü'l-kadîr : el-Câmi' beyne fenneyi'r-rivâye ve'd-dirâye min ilmi't-tefsîr* (Beyrut: Dârü'l-Kelimi't-Tayyib, 1993), 5/208.
[2] Vehbe b. Mustafa Zuhaylî, *et-Tefsîrü'l-münîr* (Dımaşk: Dârü'l-Fikri'l-Muasır, 1997), 2/235.
[3] Hayreddin Karaman vd., *Kur'an Yolu* (Ankara: DİB Yayınları, 2007), 2/367.
[4] Ebû Ca'fer Muhammed bin Cerîr et-Taberî, *Câmi'u'l-beyân fî te'vîli'l-Kur'an*, thk. Ahmet Muhammed Şakir (b.y.: Müessesetü'r-Risâle, 2000), 23/420.
[5] Ebû Mansûr Muhammed b. Muhammed b. Mahmûd el-Mâtürîdî, *Te'vîlâtü ehli's-sünne*, thk. Mecdi Basellum (Beyrut: Dârü'l-Kütübi'l-'İlmiyye, 2005), 10/37.
[6] Münafikun 63/9.
[7] Münafikun 63/9-11.
[8] Ebû Abdillâh (Ebü'l-Fazl) Fahrüddîn Muhammed b. Ömer b. Hüseyn er-Râzî, *Mefâtîhü'l-gayb* (Beyrut: Dârü İhyâi't-Türâsi'l-'Arabi, 1999), 30/551.
[9] Ahmed Mustafa el-Merâğî, *Tefsîrü'l-Merâğî* (b.y.: Şirketü Mektebeti ve Matbaati Mustafa el-Bâbî el-Halebi, 1946), 28/118.

Kendisinden önceki sure ile münasebeti bu şekilde olan Teğabün suresinden sonra Talak suresi gelir. Ana konusu karı-koca arasındaki boşanma esasları olan sure iki konuda bir münasebet içerir. Teğabün suresi 5. Ayette inkarcıların dünyada cezalandırıldıkları gibi ahirette de acı bir azabın onları beklediği anlatılır: "Daha önce inkâr edenlerin haberi size ulaşmadı mı? İşte onlar (dünyada) yaptıklarının cezasını tattılar. Onlar için acı bir azap da vardır" Talak suresi 8.-10. Ayetler de aynı konu dile getirilir. Allah'ın emrinden uzaklaşanların dünyada cezalandırıldıkları gibi ahirette de onlara şiddetli bir azabın hazırlandığı anlatılır: *"Rabbinin ve O'nun elçilerinin emrinden uzaklaşıp azmış nice memleketler vardır ki, biz onları (ahalisini) çetin bir hesaba çekmiş ve onları görülmemiş azaba çarptırmışızdır. Böylece onlar da yaptıklarının karşılığını tatmışlar ve işlerinin sonu tam bir hüsran olmuştur. Allah onlara şiddetli bir azap hazırlamıştır…"* Teğabün suresinin içerdiği konulardan nübüvvet ve kâinatın yaratılması konuları Talak suresinin sonunda da zikredilir. Netice olarak siyak-sibak bakımından Teğabün suresinin her iki sure ile de belli konularda da olsa bir münasebet olduğu söylenebilir.

3. Surenin İçerdiği Ana Konular

3.1. Uluhiyet

Teğabün suresinin ilk dört ayeti uluhiyete dairdir. Kırk elli kelimeyi geçmeyen bu pasaj Allah, kâinat ve insan üçlüsünün birbiriyle olan münasebetine değinir. Allah'ın kainatla olan ilişkisi gökleri ve yeri yerli yerinde yaratmış olmasıdır. Aynı şekilde insanı çok güzel şekilde yaratan da O'dur (Teğabün 64/3). Evrende iki varlık arasındaki ilişkiyi "yaratma" fiilinden daha güçlü bir şekilde açıklayabilecek kelime yoktur. Zira yaratma irade ve kudretle meydana gelen bir eylemdir ve sebeplilik ile sınırlandırılamaz. Bu surenin ikinci ayetinin sonunda yer alan "O her leye kadirdir" ifadesi bu Allah açısından sebepliliği gereksiz kılar. Dolayısıyla yaratılmış bir varlığa en yakın olan diğer varlık onu yaratandır. Dolayısıyla insan ve kâinatın münasebette bulunduğu ve bulunması gereken ilk (ve belki tek) varlık Allah Teala'dır. Allah'ın kâinata yönelik eylemi yaratmak iken kâinatın O'na yönelik eylemi Allah'ı tesbih etmesidir. Kâinatta iradesi ve şuuru olmayan varlıklar için bu olumlu yönelme kaçınılmazdır. Fussilet suresi 11. ayette yer alan *"Sonra duman hâlinde bulunan göğe yöneldi; ona ve yeryüzüne, "İsteyerek veya istemeyerek gelin" dedi. İkisi de "İsteyerek geldik" dediler."* ifadeleri onların yaratılışında mündemiç bulunan bu hareket tarzına işaret eder. Hadid, Haşr ve Saff surelerinin başında se-be-ha kökünden gelen fiil mazi olarak geçer ki bu geçmişte bu işin şüpheye yer kalmayacak şekilde gerçekleştiğini, diğer surelerde aynı fiilin müzari olarak gelmesi ise bu tesbih etmenin devam ettiğini, gelecekte de devam edeceğini ifade eder.[10] Bu tesbihin niteliğinin insanların idrak alanı dışında kaldığını, insanın beş duyu organı ile bu tesbihleri tam anlamıyla kavrayamayacağı İsra suresi 44. Ayetinde belirtilmiştir. Dolayısıyla kâinatın tesbihini insanlarınki gibi dil ile tesbih olarak düşünmemek gerekir.[11] Ancak sıra akıl ve irade sahibi olan insana geldiğinde durum değişir. "Sizi yaratan O'dur. Böyle iken kiminiz kâfir, kiminiz mümindir." (Teğabün 64/2) Büyük müfessir Taberî bu ayette geçen mümin ve kafir kelimelerini ayetin sibakına uygun olarak önceki "yaratma" kelimesi ile bağlantı kurarak açıklar. Ona göre iman ve inkâr Allah'ın yaratıcı oluşu ile ilgilidir. Yani müminler Allah'ın yaratma vasfını kabul ederken inkarcılar Allah'ın yaratıcı vasfını kabule yanaşmamışlardır.[12] Allah insanları yaratıp bırakmamış, onları her an gözetmektedir. Surede geçen "Allah yaptıklarınızı görendir" ve "Göklerde ve yerde olanları bilir. Gizlediklerinizi ve açığa vurduklarınızı da bilir. Allah kalplerde olanı bilendir." ifadeleri insanın yapıp ettiklerine dikkat etmesi gerektiğini öğretir. Zira Allah'ın davranışları görmesi, kalplerde olanı bilmesinin muhakkak bir neticesi olacaktır. O da ya ceza ya mükafattır. Uluhiyetle ilgili bu mesajlar 13. Ayette "Allah; O'ndan başka hiçbir ilâh yoktur." ifadesi ile adeta mühürlenir.

[10] Muhammed Tahir b. Muhammed b. Muhammed et-Tunûsî İbn 'Aşûr, *et-Tahrîr ve't-tenvîr*. (Tunus: ed-Dârü't-Tunûsiyye li'n-Neşr, 1984), 28/260.
[11] Zuhaylî, *et-Tefsîrü'l-münîr*, 28/236.
[12] Taberî, *Câmiu'l-beyân*, 23/416.

3.2. Nübüvvet

Nübüvvet Allah'ın kulları ile iletişime geçmek istediğinde takdir buyurduğu sistemlerden birisidir. Süreç gönderdiği peygambere elçisi aracılığı ile buyruklarını iletmesi şeklinde gerçekleşir. Ancak Allah-Peygamber arasındaki bu iletişim / ilişki mekanik ve robotik değil son derece sıcak ve yoğundur.

Kur'ân-ı Kerîm'de bahsi geçen peygamberlerin hayat hikayesine bakıldığında onların peygamber olarak görevlendirilmeden önce de tertemiz bir kişiliğe sahip olduğunu görürüz. Bu karakter yapısı kelam ilminde peygamberlerin masumiyeti (ismet) bağlamında değerlendirilir.

Teğabün suresinde Nübüvvet bağlamında tahlil edebileceğimiz ayetler bulunmaktadır. Surenin 8. ayetinde iman esaslarının ilk üç şartı şöyle zikredilir: *" Onun için Allah'a, Peygamberine ve indirdiğimiz o nûra (Kur'an'a) inanın. Allah yaptıklarınızdan haberdardır*" (Teğabün 64/8).

İman esasları arasında nübüvvet müessesesini zikreden bu ayetten başka surede peygamberlere iman etmeyenlerin başına hem de dünyada neler geldiği anlatılır. Ahirette de ayrıca cezalandırılacakları açıkça ifade edilir[13]. Bu kötü neticenin nedeni inkarcıların nübüvvet sistemini akılcı çıkarımlarla çözümleyememeleridir. Onlar, bir peygamberin "beşer" oluşunu dillerine dolamışlar, onun liderlik vasfını sorgulamaya kalkışmışlardır. (Teğabün 64/5) Oysa sağlıklı düşünen birisi insanlara örnek olabilecek birisinin ancak onlar gibi bir insan (beşer) olabileceğini hatta olması gerektiğini rahatlıkla kavrayabilir. Bu hakikatleri zikrettikten sonra Teğabün suresi 12. Ayetinde nübüvvet konusu tekrar dile getirilir ve peygambere itaat Allah'a itaatle beraber zikredilir.[14] Bu birlikte zikrediliş Uluhiyet ve nübüvvetin ayrılmaz bir bütün olduğunun altının bir kez daha çizilmesi anlamına gelmektedir.

3.3. Yaratılış

Kur'ân-ı Kerîm'de insan ve tabiatın yaratılmasına ayrı bir bahis açılır. Hemen her vesile ile bu konu Allah'ı ilah olarak seçmenin gereği bağlamında dile getirilir. Kâinatın ilk yaratılışına değinildiği gibi sonraki süreçte tabiatın sürekli yenilenmesi de Allah'ın kudretinin bir eseri olarak dile getirilir. Aynı şekilde ilk insan olan Hz. Âdem'im topraktan yaratılmasından sonra onun neslinden gelen insanların yaratılışına da ayrıca yer verilir.

Kur'ân-ı Kerîm'de birçok yerde yaratılış gerçeği uluhiyet konusu ile birlikte zikredilir. Diğer bir ifade ile bir yaratıcının ancak ilah olma vasfı kazanabileceği dile getirilir. Teğabün suresi 2. ayette insan ve kâinatın yaradılışı peş peşe zikredilir. *"Sizi yaratan O'dur. Böyle iken kiminiz kâfir, kiminiz mümindir. Allah yaptıklarınızı görendir. Gökleri ve yeri yerli yerince yarattı. Sizi şekillendirdi ve şekillerinizi de güzel yaptı. Dönüş ancak O'nadır."*[15]

3.4. İman

Kur'ân-ı Kerîm'in muhtevasında iman konuları önemli bir yer tutar. Nüzul sırasını dikkate aldığımızda bu konuların bir önceliğe sahip olduğu da söylenebilir. Zira yapılan araştırmalar muhteva bakımından Mekki ve Medeni sure ayrımlarında inanç esasların daha çok Mekke döneminde nazil olan surelerde işlendiğini, buna mukabil Medine'de ise ibadetler, muamelat, savaş hukuku gibi insan, toplum ve uluslararası ilişkileri ilgilendiren konuların önce çıktığı görülür. Anacak iman konuları hiçbir zaman Kur'an'ın gündeminden düşmemiştir. Medine döneminin son zamanlarında nazil olan ve son inen on sure arasında yer alan Teğabün suresinde bu konuların sarahaten dile getirilmesi konunun ehemmiyetini gösterir. Ayrıca Kur'an üslubunun özelliklerinden birisi olarak kısa sayılabilecek bir surede bile iman konuları bir kez daha tekrarlanmıştır. İlgili ayetler mealen şöyledir: *"Onun için Allah'a, Peygamberine ve indirdiğimiz o nûra (Kur'an'a) inanın. Allah yaptıklarınızdan haberdardır. Mahşer vaktinde sizi toplayacağı gün, işte o zarar günüdür."*[16] Görüldüğü üzere ayette Allah'a, peygamberlere ve Kitaba iman ayette açıkça zikredilmiş, Kur'an'ın ana konularından olan ahiretin varlığına ise işaret edilmiştir.

---

[13] "(O azabın sebebi) şu ki, onlara peygamberleri apaçık deliller getirmişlerdi, fakat onlar: Bir beşer mi bizi doğru yola götürecekmiş? dediler, inkâr ettiler ve yüz çevirdiler. Allah da hiçbir şeye muhtaç olmadığını gösterdi. Allah zengindir, hamde lâyıktır." Teğabün 64/6.

[14] "Allah'a itaat edin, Peygamber'e de itaat edin. Yüz çevirirseniz bilin ki, elçimize düşen apaçık bir duyurmadır." (Teğabün 64/12).

[15] Teğabün 64/2-3.

[16] Teğabün 64/8-9.

Esasen *"Mahşer Vakti"* ifadesi ile ahiretin dile getirilmesi "iman edin" ifadesinden daha beliğdir. Yani iman etseniz de etmeseniz de o sizi mutlaka toplayacak ve yaptıklarınızın karşılığını verecektir.

3.5. Yeniden Diriliş / Ahiret

Kur'an'ın ilk muhatapları için yeniden diriliş sıra dışı bir konu idi. Onlara göre insanlar bu dünyada belli bir süre yaşadıktan sonra yok olup gidecektir. Yeniden diriliş diye bir şey söz konusu olmayacaktır. Yasin suresinde ifadesini bulan itirazları özetle şu mealdedir*: "Kendi yaratılışını unutarak bize karşı misal getirmeye kalkışıyor ve: "Şu çürümüş kemikleri kim diriltecek?" diyor*"[17] Bu soruya Kur'ân-ı Kerîm'in cevabı şöyledir: *"De ki: Onları ilk defa yaratmış olan diriltecek. Çünkü O, her türlü yaratmayı gayet iyi bilir. Yeşil ağaçtan sizin için ateş çıkaran O'dur. İşte siz ateşi ondan yakıyorsunuz. Gökleri ve yeri yaratan, onların benzerlerini yaratmaya kadir değil midir? Evet! Elbette kadirdir. O, her şeyi hakkıyla bilen yaratıcıdır. Bir şey yaratmak istediği zaman Onun yaptığı "Ol" demekten ibarettir. Hemen oluverir. Her şeyin mülkü kendi elinde olan Allah'ın şanı ne kadar yücedir! Siz de O'na döneceksiniz"*[18]

Teğabün suresinde de ahirette diriliş konusu bir kez daha dile getirilir. dile getirilir. Bu vesile ile yeniden dirilişi inkar edenlere cevap verildiği gibi insanın bu iman esasına karşı göstereceği tavırla da ya cennete ya da cehennme sevkesdleceği ifade edilir. *"İnkâr edenler, kesinlikle diriltilmeyeceklerini ileri sürdüler. De ki: Hayır! Rabbime andolsun ki mutlaka diriltileceksiniz, sonra yaptıklarınız size haber verilecektir. Bu, Allah'a göre kolaydır. (...) Mahşer vaktinde sizi toplayacağı gün, işte o zarar günüdür. (Ancak) kim Allah'a inanır ve yararlı iş yaparsa, Allah onun kötülüklerini örter, onu (ve benzerlerini), içinde ebedî kalacakları, altlarından ırmaklar akan cennetlere sokar. İşte büyük kurtuluş budur. İnkâr eden ve âyetlerimizi yalanlayanlara gelince, işte onlar cehennem ehlidirler. Orada ebedî kalacaklardır. Ne kötü gidilecek yerdir orası!"*[19]

3.6. İnsan ve Toplum

İnsan ve topluma dair meseleler Kur'ân-ı Kerîm'in ana konuları arasında yer alır. Zira din ve dini vecibeler bir yandan insana bakarken diğer yandan topluma taalluk eder. Bu ikisinin arasında da aile denilen kurum yer almaktadır ki Kur'an'ın üzerinde durduğu ve kimi zaman başka konularda yer vermediği kadar detaylara sahip olduğunu görürüz.

Teğabün suresi 14. ve 15 ayetlerde Müslüman bireyin ailesi ile olabilecek muhtemel bir soruna işaret eder ve takınması gereken tavrı salık veriri: *"Ey iman edenler! Eşlerinizden ve çocuklarınızdan size düşman olanlar da vardır. Onlardan sakının. Ama affeder, kusurlarını başlarına kakmaz, kusurlarını örterseniz, bilin ki, Allah çok bağışlayan, çok esirgeyendir. Doğrusu mallarınız ve çocuklarınız sizin için bir imtihandır: Büyük mükâfat ise Allah'ın yanındadır."*

Bu ayetin sebeb-i nüzulü ile ilgili şöyle bir hadise nakledilir. Söylendiğine göre Medine'den uzak şehirlerde yaşrken Müslüman olan bazı insanlar, Hz. Peygamber'e gelmek istediklerinde aile fertlerinden bazıları duygusal baskılar yaparak onların bu kararlarını etkilemek istemişlerdir. Bir süre sonra Hz. Peygamber'e gelen bu kişiler kendilerinden önce gelenlerin ilim irfan yolunda epey yol katettiklerini gördüklerinde hayıflanmış ve bu geri kalışlarına sebep olanları cezalandıracaklarını dile getirmişlerdir. Allah ise yukarıdaki ayette zikredildiği üzere zamanında kendilerine mani olan bu kişileri bağışlayıp affetmelerinin daha iyi olacağını beyan etmiştir.[20]

18 ayetten oluşan bir surede insan, aile ve toplumla ilgili bütün meselelerin zikredilmesini beklenemez. Ama bu uzunlukta bir surede dahi aile konusuna bir yönüyle dahi olsun dile getirilmesi bu konunun Kur'an nezdindeki ehemmiyetine işaret eder: *"O halde gücünüz yettiğince Allah'a isyandan kaçının. Dinleyin, itaat edin, kendi iyiliğinize olarak harcayın. Kim nefsinin cimriliğinden korunursa işte onlar kurtuluşa erenlerdir. Eğer Allah'a (rızası uğruna) ödünç verirseniz, Allah onu sizin için kat kat arttırır ve sizi bağışlar. Allah çok mükâfat verendir, ceza vermekte acele etmeyendir. Görülmeyeni ve görüleni bilendir. Üstündür, hikmet sahibidir."*[21]

---

[17] Yasin 36/77.
[18] Yasin 36/78-83.
[19] Teğabün 64/7,9-10.
[20] Taberî, *Câmiu'l-beyân*, 23/423.
[21] Teğabün 64/15-17.

Sonuç

Teğabün suresi içeriği ve siyak-sibak bağlamında incelenip değerlendirildiğinde Kur'an'ın ana konularından birçoğuna andeğinildiği görülür. Teğabün suresi kendisinden önceki Münafikun ve sonraki Talak sureleri ana tema olarak farklı konulardan söz etmekle beraber öncesi ve sonrası ile bazı konuların net bir şekilde tekrar etmesi yönüyle irtibatlı olduğu görülür. Kur'an'ın ana konularından uluhiyet, nübüvvet, yaratılış, yeniden diriliş, iman, insan ve toplum konuları Teğabün suresinde özetle zikredilip tekrarlan konulardandır. Bu konuların bir kısmı Münafikun ve Talak surelerinde de yinelenir. Sonuç olarak diyebiliriz ki Teğabün suresi on sekiz ayette Kur'an'ın birçok ana konusuna temas etmiştir. Elbette bu konular hakkında kişinin Kur'an'ın ana fikrini öğrenebilmesi için diğer surelerde aynı konularda geçen ayetleri de dikkate almalıdır.

Kaynakça

İbn 'Aşûr, Muhammed Tahir b. Muhammed b. Muhammed et-Tunûsî. *et-Tahrîr ve't-tenvîr.* 30 Cilt. Tunus: ed-Dârü't-Tunûsiyye li'n-Neşr, 1984.

Karaman, Hayreddin vd. *Kur'an Yolu*. Ankara: DİB Yayınları, 5. Basım, 2007.

Mâtürîdî, Ebû Mansûr Muhammed b. Muhammed b. Mahmûd el-. *Te'vîlâtü ehli's-sünne*. thk. Mecdi Basellum. 10 Cilt. Beyrut: Dârü'l-Kütübi'l-'İlmiyye, 1. Basım, 2005.

Merâğî, Ahmed Mustafa el-. *Tefsîrü'l-Merâğî*. 30 Cilt. b.y.: Şirketü Mektebeti ve Matbaati Mustafa el-Bâbî el-Halebi, 1. Basım, 1946.

Râzî, Ebû Abdillâh (Ebü'l-Fazl) Fahrüddîn Muhammed b. Ömer b. Hüseyn er-. *Mefâtîhü'l-gayb*. Beyrut: Dârü İhyâi't-Türâsi'l-'Arabi, 3. Basım, 1999.

Şevkânî, Ebû Abdullah Muhammed b Ali b Muhammed el-Havlânî eş-. *Fethü'l-kadîr : el-Câmi' beyne fenneyi'r-rivâye ve'd-dirâye min ilmi't-tefsîr*. Beyrut: Dârü'l-Kelimi't-Tayyib, 1993.

Taberî, Ebû Ca'fer Muhammed bin Cerîr et-. *Câmi'u'l-beyân fî te'vîli'l-Kur'an*. thk. Ahmet Muhammed Şakir. b.y.: Müessesetü'r-Risâle, 2000.

Zuhaylî, Vehbe b. Mustafa. *et-Tefsîrü'l-münîr*. Dımaşk: Dârü'l-Fikri'l-Muasır, 2. Basım, 1997.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE UNIVERSAL PURPOSE OF ISLAM: TO MAKE THE RELIGION OF GOD SUPERIOR

Dr. Öğr. Üyesi Lokman BEDİR
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Temel İslam Bilimleri, Kur'an-ı Kerim Okuma ve Kıraat Anabilim Dalı. Bilecik, Türkiye.
ORCID NO: 0000-0002-7735-5171

Sümeyye TURA
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
ORCID NO: 0009-0003-7641-6774

ABSTRACT
The divine books, religions, and prophets sent to elevate God's religion above all other religions reveal the central importance of this goal. The repeated revelation of verses that point to this truth and emphasize the same meaning further confirms this importance. In verses 33 of the Holy Quran, 28 of the Fatah chapter, and 9 of the As-Saff chapter, God reveals that He sent the prophets with the true religion of guidance and guidance to elevate His religion above all other religions. These verses state that the prophets' goal is to elevate God's religion above all other religions, thus revealing the universal mission of Islam. The repetition of this divine goal, despite the circumstances of the revelation environment, highlights the significance of this matter. The declaration of Islam's dominance, especially despite the dissatisfaction of polytheists, demonstrates that the call is not merely a matter of individual preaching but also aims for transformation on a social and global scale. These verses define the prophetic goal that the ummah must bear throughout history and remind us of this responsibility, which is largely neglected today. Therefore, as with all prophets, this was always the goal of the struggle waged by the last prophet, Prophet Muhammad (peace be upon him). Indeed, like the Prophet Muhammad, the Noble Companions who followed his path and those who followed in their footsteps shaped their life's purpose in line with this goal. By both explaining the beauties of Islam and putting them into practice, believers have elevated their religion above all other religions and have never hesitated to sacrifice even their most precious possessions, their lives, for this cause. Allah (swt), who is free from all imperfections, knows best the best way of life for humanity. The purpose behind God's determination to elevate religion over others is revealed precisely here. Our Lord, who is most merciful and gracious to His servants, desires the best for them. The struggle that emerged with this goal quickly spread from the entire Arabian Peninsula to Central Asia, from there to Andalusia, and even to the four corners of the world. Whenever believers continued their struggle with the aim of achieving this goal, God honored them. However, when they turned their backs on this goal and abandoned it, they were humiliated.
Keywords: Tafsir, Religion, Goal, To make superior, Honor.

İSLAMIN EVRENSEL GAYESİ: ALLAHIN DİNİNİ ÜSTÜN KILMA

ÖZET
Allah'ın (c.c.) dinini diğer dinlerden üstün kılmak üzere gönderilen ilahi kitaplar, dinler ve peygamberler, bu hedefin ne derece merkezi bir öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu hakikati işaret eden ve aynı anlamı vurgulayan âyetlerin tekrar edilerek indirilmiş olması da söz konusu önemin bir teyidi niteliğindedir. Allah (c.c.) Kur'an-ı Kerim'de Tevbe süresi 33, Fetih Süresi 28, Saff süresi 9. âyetlerinde; kendi dinini diğer dinlerin üstünde kılmak için peygamberleri hûda ve hak din ile gönderdiğini bildirmiştir. Bu âyetlerde peygamberlerin hedefinin, Allah'ın dinini diğer dinlerin üstüne çıkarmak olduğu bildirilerek İslâm'ın evrensel misyonu ortaya konulmaktadır. Nüzûl ortamının şartlarına rağmen bu ilahî hedefin vurgusunun tekrar edilmesi, konunun ne derece önemli olduğuna işaret etmektedir. Özellikle müşriklerin hoşnutsuzluklarına rağmen İslâm'ın hâkimiyetinin ilan edilmesi, davetin yalnızca bireysel bir tebliğ olmadığını, aynı zamanda toplumsal ve küresel ölçekte bir dönüşüm hedeflediğini göstermektedir.

Söz konusu âyetler, ümmetin tarih boyunca omuzlarında taşıması gereken nebevî hedefi belirlemekte; günümüzde büyük ölçüde ihmal edilen bu sorumluluğu hatırlatmaktadır. Dolayısıyla bütün peygamberlerde olduğu gibi son peygamber Hz. Muhammed'in (s.a.v.) vermiş olduğu mücadelenin de hedefi hep bu olmuştur. Nitekim Hz. peygamber gibi onun yolunu izleyen Sahabe-i Kiram ve onların izinde gidenler hayat gayelerini bu hedef doğrultusunda şekillendirmişlerdir. Müminler, İslamiyet'in güzelliklerini gerek anlatarak gerekse anlattıkları bu güzellikleri davranışa dökerek dinlerini diğer dinlerden üstün tutmuş ve hatta bu uğurda en kıymetli varlıkları olan canlarını dahi feda etmekten geri durmamışlardır. Bütün noksanlıklardan münezzeh olan Allah (c.c.), insanoğlu için en doğru yaşam biçiminin ne olduğunu da en iyi bilendir. Dinin diğer dinlere üstün kılınmasının Allah (c.c.) tarafından hedef olarak belirlenmesindeki amaç tam da burada ortaya çıkmaktadır. Kullarına karşı çok merhametli ve lütufkâr olan Rabbimiz, kulları için her şeyin en iyisi olsun istemektedir. Bu hedefle ortaya çıkan mücadele kısa sürede Arap yarımadasının tamamından Orta Asya'ya, oradan da Endülüs'e ve hatta dünyanın dört bir yanına kadar uzanmıştır. İnananlar ne zaman bu hedefe ulaşmayı gaye edinerek mücadeleye devam ettilerse Allah (c.c) onları izzetli kılmıştır. Fakat bu hedefe sırt dönerek terk ettiklerinde ise inananlar zillete duçar olmuştur.
Anahtar Kelimeler: Tefsir, Din, Hedef, Üstün kılmak, İzzet.

GİRİŞ

Tarih boyunca insanlığın en temel referans noktalarından biri olan din olgusu, bireysel ve toplumsal yaşamı derinden etkilemiştir. Her dönemde insanlar, kendilerinden daha büyük bir gücün varlığını kabul ederek bu güç karşısında teslimiyet ve yöneliş ihtiyacı hissetmişlerdir. Kur'ân-ı Kerîm, bu ihtiyaçları insanın varoluş amacına bağlayarak açıklamakta ve *"Ben cinleri ve insanları yalnızca bana kulluk etsinler diye yarattım."* (ez-Zâriyât 51:56; Diyanet İşleri Başkanlığı [DİB], 2022) âyeti ile bu gerçeği beyan etmektedir. İnsanın varoluş gayesi yalnızca bireysel ibadetle kısıtlı değildir; aynı zamanda yeryüzünde Allah adına temsil etme işlevi de vardır. Bu temsil, halifelik mesuliyeti olarak tanımlanmış ve *"Ben yeryüzünde bir halife yaratacağım"* (el-Bakara 2:30; DİB, 2022) emriyle temellendirilmiştir. Öyleyse insanın varoluş maksadı, kulluk ve halifelik boyutlarıyla kapsamlı bir biçimde değerlendirilmelidir.

Kur'an'ın din anlayışı da benzer bir şekilde yalnızca bireysel inanç ve ibadet alanında sınırlı kalmamaktadır. Din hem inanç hem de toplumsal düzeni kapsayan bir yapı olarak tanımlanır. Nitekim Mevdûdî (2005, Tefhimü'l-Kur'ân c.2, s.223), dini egemenlik, itaat, düzen ve nihai yargı gibi boyutlarla açıklarken; Taberî (2001, c. 5, s. 281-282) özellikle dinin "itaat" ve "hesap yönlerine dikkat çekmiştir. Kurtubî (2006, c. 10, s. 179), Râzî (1981, c.16, s.41) ve Mâturîdî (2006, c.6, s.350) dinin üstünlüğünün hem delil ve hüccet hem de fiili hakimiyetle sağlanacağını vurgulamışlardır. Bu perspektiften bakıldığında, Kur'an'da yer alan *"Allah katında din İslâm'dır"* (Âl-i İmrân 3:19; DİB, 2022) âyeti, dinin hakikat boyutunu ortaya koymakta; *"Dinde zorlama yoktur"* (el-Bakara 2:256; DİB, 2022) ilkesi ise insanın bilinçli bir seçim yapması gerektiğini göstermektedir.

Kur'ân-ı Kerîm'in üç ayrı surede tekrar ettiği *"O, elçisini hidayet ve hak din ile gönderdi ki onu tüm dinlere üstün kılsın"* (et-Tevbe 9:33; el-Fetih 48:28; es-Saff 61:9; DİB, 2022) âyetleri, İslâm ümmetine tarihsel bir hedef sunmaktadır. Bu hedef, İslâm'ın yalnızca bireysel bir inanç sistemi olmadığını, aynı zamanda evrensel bir yaşam düzeni sunduğunu net bir şekilde ortaya koymaktadır. Elmalılı (2021, c. 5, s. 595), bu âyetleri tefsir ederken İslâm'ın akademik açıdan tüm dinlere delil ve hüccet ile zaten üstün olduğunu, tarihsel süreçte birçok defa siyasi ve sosyal açıdan galip geldiğini ifade eder. Seyyid Kutub (2003, c. 3, s. 1644) ise bu âyetlerde, İslâm'a karşı sürekli engeller oluşturmaya çalışan güçlerin mevcut olmasına rağmen Allah'ın nurunu tamamlayacağı, yani İslâm'ın zaferinin Allah'ın vaadiyle teyit edildiğini vurgulamaktadır.

Bu hedef, sadece peygamberlerin mücadelesiyle sınırlı kalmamış; onların izinden giden büyük şahsiyetlerin de tarih boyunca sürdürülen bir misyon olmuştur. Hz. Nûh'un kararlılığı, Hz. Mûsâ'nın zulme karşı direnişi, Hz. Peygamber'in toplumsal düzen oluşturma çabası, Târık b. Ziyâd'ın azmi, Salahaddin Eyyûbî'nin adaleti ve Gazâlî'nin akademik mücadelesi, bu hedefin farklı yönlerde nasıl hayata geçirildiğine dair örneklerdir.

Dolayısıyla, Allah'ın dinini diğer dinlere üstün kılma hedefi, sadece tarihsel bir olgu olmayıp, günümüzde de ümmetin sorumluluklarını belirleyen evrensel bir ilahi emir olarak karşımızda durmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, insanın yaratılış amaçları ile Allah'ın dinini yüceltme hedefi arasındaki bağı incelemek; Kur'an'ın bu konudaki vurgusunu klasik ve modern tefsir literatürü ışığında değerlendirmektir. Aynı zamanda peygamberlerin ve İslam tarihindeki önemli kişiliklerin bu hedef doğrultusunda ortaya koydukları mücadeleleri ele alarak, günümüz ümmetinin içinde bulunduğu sorunlar ve sorumluluklarına ışık tutmak hedeflenmektedir.

Araştırma ve Bulgular

Bu çalışma, Kur'ân-ı Kerîm'de üç farklı sûrede tekrar edilen "dini bütün dinlere üstün kılma" hedefine (Tevbe 9:33; Fetih 48:28; Saff 61:9) yönelik klasik ve modern tefsirlerin yaklaşımlarını, insanın yaratılışındaki kulluk ve halifelik eksenleriyle ilişkili olarak incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, nitel içerik analizi yöntemiyle yürütülmüş; Taberî, Kurtubî, Râzî ve Mâturîdî gibi klasik müfessirlerin yorumları, Elmalılı Hamdi Yazır, Mevdûdî ve Seyyid Kutub gibi modern müfessirlerin görüşleriyle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Söz konusu ayetlerin yalnızca bireysel inanç ve ibadet boyutuyla sınırlı kalmadığını; aksine İslâm'ın hakikatinin delil ve hüccet yoluyla ispatını ve fiilî hâkimiyetle toplumsal düzene egemen olmasını hedeflediğini ortaya koymuştur. Bu durum, "üstün kılma" ilahî emrinin epistemik düzeyde hakikatin bâtıla galebesi, sosyopolitik düzeyde ise adalet merkezli bir toplumsal düzenin tesisi anlamına geldiğini göstermektedir. Tefsirlerde bu üstünlük hem hak dinin bâtıla galebesi hem de yeryüzünde adalet merkezli bir nizamın tesisi olarak açıklanmıştır. Ayrıca Kur'an'da hak dinin "nûr", bâtıl düzenlerin "zulümât" olarak nitelenmesi, hakikatin birliği ile bâtılın parçalanmış doğasını simgelemektedir. Tarihî örnekler, bu hedefe bağlı kalındığında ümmetin izzet kazandığını; terk edildiğinde ise zillete düştüğünü ortaya koymuştur.

1. İNSAN VE DİN

1.1. İnsanın Yaratılış Gayesi

İnsan doğası gereği teslim olma ve yönelme eğilimi taşır, üstün gördüğü otoritelere itaat etmeye yatkındır. Ancak bu eğilimin nasıl şekilleneceği üzerinde aile, toplum ve çevre gibi dışsal faktörler etkili olmaktadır. Bu bağlamda, insanın dinle kurduğu ilişkiyi belirleyen unsur doğrudan insanın kendisi değil, onu yaratan Allah'tır. Bununla birlikte, bu ilişki temelinde insanın bilgi birikimi ve iradesini kullanarak aktif bir katılım göstermesi beklenir. Âl-i İmrân Suresi'nin 85. âyetinde, İslam'dan başka bir dinin kabul edilmeyeceği ifade ediliyor; bu durum, bireyin din seçimi konusunda bilinçli bir çaba göstermesi gerektiğine işaret eder. Nisa Suresi'nin 125. âyeti ise Allah'a bilinçli şekilde teslimiyetle yönelmenin, din açısından en yüksek mertebe olduğunu vurgular. Öte yandan Bakara Suresi'nin 256. âyetinde bulunan *"Dinde zorlama yoktur"* ilkesi, bireyin din tercihi konusunda özgür iradesini kullanma zorunluluğunu hatırlatır. Bu âyetler, insanın dini sadece pasif bir şekilde kabul etmekten ibaret olmadığını, aksine bilinç ve iradeyle sürece dâhil olduğunun altını çizer. İnsan ile din arasında sağlanması gereken denge, bu ilişkinin iki uç noktadan uzak bir şekilde ele alınmasını gerektirir. İnsanı tamamen edilgen olarak gören yaklaşım yetersiz kalırken, dini mutlak anlamda insanın iradesine dayandıran tavır aşırılık içerir. Din-insan ilişkisinin sürdürülebilirliği, bilinçli bir yöneliş ve sürekli gayret üzerine inşa edilmelidir. En uygun yaklaşım, Allah'ın dini ilişki için zemini hazırladığını, ancak bu zeminde aktif biçimde çaba göstererek ilişkiyi sürdürenin insan olduğunu kabul etmektir. (Şahin, 1983, s. 124).

Din kavramı Kur'ân-ı Kerîm'de yalnızca bireysel inanç ve ibadet alanıyla sınırlı olmayıp, egemenlik, itaat, düzen ve nihai yargı boyutlarını içeren bütüncül bir nizamı ifade etmektedir. Din dört temel eksende anlam kazanmaktadır: 1. Hâkimiyet ve egemenlik, 2. Bu egemenlik karşısında boyun eğme ve itaat, 3. Bu otoritenin belirlediği fikrî ve amelî düzen, 4. İtaatin mükâfatı yahut isyanın cezası (Mevdûdî, 1997, s. 38-40). Bu çerçevede Kur'an, din kavramını kimi âyetlerde yalnızca egemenlik ve itaati (Nahl 16/52; Âl-i İmrân 3/83, DİB, 2022), kimi zaman düzen ve nizamı (Yusuf 12/40; Şûrâ 42/21, DİB, 2022), kimi zaman ise yargı ve cezasıyla hesap gününü (Mâûn 107/1-3; İnfitâr 82/17-19, DİB, 2022) ifade edecek şekilde kullanmaktadır.

Klasik müfessirlerden Taberî, din kavramını özellikle "itaat" ve "hesap" boyutlarıyla yorumlamış; Allah'ın dini olan İslam'ın hak olduğunu, diğer düzenlerin ise hakikati tahrif eden sistemler olduğunu vurgulamıştır (Taberî, 2001, c. 5, s. 281). Kurtubî ise, dinin esasını Allah'ın egemenliği karşısında boyun eğme ve O'nun şeriatine tabi olma olarak açıklamış, bu bağlamda İslam dışındaki düzenlerin bâtıllığını ortaya koymuştur (Kurtubî, 2006, c. 20, s. 444). Ancak bazı âyetlerde "din" terimi, bütün bu anlam katmanlarını kuşatan evrensel bir hayat nizamı olarak zikredilmektedir. Örneğin, *"Allah katında din İslam'dır."* (Âl-i İmrân 3:19; DİB, 2022) ifadesi, yalnızca inanç boyutunu değil, tüm varlık düzenini içine alan mutlak itaat ve teslimiyeti işaret etmektedir. Bu perspektiften bakıldığında "Allah'ın dini", yalnızca bireysel ibadet alanını değil; siyasî, toplumsal, ahlakî ve hukukî düzeni de kapsayan bir bütünlük arz etmektedir. (Mevdûdî, 1998, s. 41).

İnsanın varlık sebebi, onu yaratan ve en iyi tanıyan Rabb'ine kulluk etmektir. Kur'ân'da yer alan; *"Ben cinleri ve insanları ancak bana kulluk etsinler diye yarattım"* (ez-Zâriyât 51:56; DİB, 2022) âyeti bu gerçeği açıkça ortaya koymaktadır. Burada kulluktan bahsedilirken yalnızca bireysel ibadetlerden söz edilmez; aynı zamanda hayatın tamamını kapsayan bir yöneliş, bir varoluş hali ifade edilir. Bunun nedeni, insanın sınırlı bilgiyle kendi varlığına en uygun amacı belirlemesinin mümkün olmamasıdır. Bu sebeple, insan için en doğru ve en güzel olan ancak onu yaratan Allah tarafından belirlenebilir (Mevdûdî, 2005, c. 5, s. 522). Nitekim Kur'ân'da Allah Teâlâ'nın meleklere *"Ben yeryüzünde bir halife yaratacağım."* (el-Bakara 2:30; DİB, 2022) buyruğu, insanın sadece bireysel kullukla değil, aynı zamanda yeryüzünde Allah adına temsil ve sorumluluk üstlenme göreviyle yaratıldığını göstermektedir. Ayrıca *"Sizi yeryüzünde halifeler kılan, size verdiği nimetlerle sizi denemek için kiminizi derecelerle üstün kılan O'dur"* (el-En'âm 6:165; DİB, 2022) âyeti, bu görevin hem bir imtihan hem de bir sorumluluk olduğunu açıkça vurgulamaktadır. Bu bağlamda insanın yaratılış gayesi, yalnızca Allah'a yönelmekle sınırlı olmayıp aynı zamanda yeryüzünde bir halife olarak sorumluluk üstlenmektir. Halifelik, insanın Allah adına yeryüzünü imar ve ihya etme görevidir (İpek, 2013, s. 445). Dolayısıyla, insan hem kulluk şuuruyla Yaratıcısına yönelmekte hem de halifelik vazifesi doğrultusunda içinde bulunduğu dünyayı şekillendirme görevini üstlenmektedir.

Halifelik görevi insanın sorumluluk bilinci ve ahlaki olgunluğu ile doğrudan ilişkilidir. Yeryüzünü ihya etmek; adalet, barış, iyilik ve ahlaki değerlerin toplumda hâkim olmasını sağlamakla mümkündür. İnsan, bu görevini yerine getirirken Allah'ın dinini ve evrensel emirlerini gözetmek zorundadır; çünkü halifelik, sadece yönetim değil, aynı zamanda Allah'ın iradesini yeryüzünde temsil etmektir (İpek, 2013, s. 440). Bu sorumluluk anlayışı, insanın kendi çıkarları ile sınırlı bir varlık olmadığını, aksine evrensel bir perspektife sahip olması gerektiğini ortaya koyar. (Sarı, 2011, s. 74). Nitekim modern akademik çalışmalar da yaratılış gayesini bu iki temel boyutla açıklamaktadır: Birincisi, insanın "aşkın olan" ile bağını kurarak kendi varlığını anlamlandırması; ikincisi, bu anlamın pratik hayata yansıması olarak yeryüzünde yapıcı, düzen kurucu ve sorumluluk bilincine sahip bir varlık olmasıdır (Sarı, 2011, s. 66). Kulluk ve halifelik, insanın yaratılışındaki iki temel ekseni oluşturmaktadır. İnsanın varoluş amacını anlaması, hayat içerisindeki konumunu ve üstlenmesi gereken misyonu doğru bir şekilde belirleyebilmesi açısından zaruridir. Kulluk boyutuyla Allah'a yönelmeyen bir bireyin varoluşu eksiklik göstereceği gibi, halifelik boyutuyla sorumluluk üstlenmeyen bir birey de yeryüzündeki görevini yerine getirme noktasında ihmal içerisinde olacaktır.

Kulluk, yalnızca bireysel ibadetlerin ifasını içeren bir etkinlik olarak değerlendirilemez; aksine, insanın tüm varoluşunu kapsayan bir bilinç ve yönelim biçimi olarak ele alınmalıdır. Kulluğun nihai ve en yüce tezahürü, Allah'ın dininin yeryüzünde hâkim kılınarak ilahî iradenin toplumsal, tarihsel ve evrensel düzlemde tam anlamıyla vücut bulmasıdır. Kur'an-ı Kerim'in Tevbe 33, Fetih 28 ve Saff 9. âyetlerinde Yüce Allah, Peygamberini "hidayet rehberi ve hak din" ile gönderdiğini belirtmiş ve bu dinin "tüm diğer inanç sistemlerine üstün gelmesi" gerektiği emelini vurgulamıştır. Bu bağlamda, Taberî'den Seyyid Kutub'a kadar pek çok müfessirin bu âyetlere dair yaptığı tefsirler, Allah'ın gönderdiği dinin hakikat olduğunu, onun nihai zaferinin Allah'ın vaadiyle teyit edildiğini ve müminlerin, bu ilahî vaadin gerçekleşmesi için sorumluluk taşıdığını ortaya koymaktadır. Müfessirler, bu görevin hem delil ve hakikat ışığında gerçek dinin bâtılı geçersiz kılmasıyla hem de dünya üzerinde fiili bir egemenlik tesis etmesiyle gerçekleşeceğini ifade etmişlerdir.

Bu gerçeklik, nebiler aracılığıyla açıklanan hedeflerin ümmet tarafından terk edilmesinin, insanın yaratılışının merkezinde yer alan amacı göz ardı etmek anlamına geldiğini göstermektedir.

1.2. Allah'ın Dini ve Diğer Dinler

Dinler, tarihsel seyir içerisinde literatürde iki temel kategori altında incelenmiştir. İlk kategori, başlangıçta vahiy temelli bir yapıya sahip olan ancak zamanla çeşitli müdahaleler, tahrifatlar ve sosyo-politik etkiler altında özgünlüğünü yitiren dinlere işaret etmektedir. Yahudilik ve Hristiyanlık bu kapsamda değerlendirilmektedir ve literatürde "muharref dinler" biçiminde tanımlanmaktadır (DİB, 1998, İlmihal: İman ve İbadetler c.1, s. 9). Bu dinlerdeki dönüşüm süreçleri, kimi zaman bireysel düzeydeki sapmalar, kimi zaman ise toplumsal yozlaşma gibi faktörler aracılığıyla gerçekleşmiştir. Bu dönüşüm sonucunda dinlerin özgün mesajı yerini kültürel, politik ve insanî yorumlara bırakmıştır. İkinci kategori ise vahiy temeline dayanmayan ve tamamen insanî tasavvurlara dayalı inanç sistemlerini içermektedir. Hinduizm, Budizm, Mecûsîlik ve Şamanizm gibi gelenekler bu grubun örnekleri arasında yer almaktadır. Bu tür inanç sistemlerinin temel dayanağı toplumsal faydalar veya kültürel pratikler olsa da ilahî bir vahye dayanmadıkları için batıl dinler olarak sınıflandırılmıştır (Tümer, 1994, s. 315). Kur'ân'ın "zulümât" ve "nûr" kavramları üzerinden yaptığı ayrım da bu tarihsel olguyu desteklemektedir. (İbn Kesîr, 1983, c. 2, s. 459). Bu bağlamda değerlendirildiğinde, bâtıl dinlerin tarihsel serüveninin yalnızca teolojik bir mesele olmayıp aynı zamanda toplumsal ve siyasal alanlarda süreklilik gösteren bir olgu niteliği taşıdığı anlaşılmaktadır.

Kur'an, hakikat dışındaki düzenleri de "din" kavramıyla ifade etmiş, böylelikle onların varlığını ve etkisini reddetmemiştir. Firavun'un Musa'ya karşı kullandığı *"Ben sizin dininizi değiştirmesinden korkuyorum."* (Mü'min 40:26; DİB, 2022) ifadesi, "din" kavramının yalnızca teolojik değil, aynı zamanda siyasî ve toplumsal bir sistem anlamına da geldiğini gösterir. Dolayısıyla bâtıl da olsa her sistem, "itaat edilen otorite" anlamında din kategorisi içerisinde değerlendirilmiştir (Mevdûdî, 1998, s. 40-41). Kur'an'ın, bâtıl sistemleri "karanlıklar (zulümât)" kavramı ile nitelemesi dikkat çekicidir. *"Allah, iman edenlerin dostudur; onları karanlıklardan aydınlığa çıkarır. Kâfirlerin dostları ise tâğuttur; onları aydınlıktan karanlıklara sürükler."* (Bakara 2:257; DİB, 2022) âyeti, batıl düzenlerin çoğul (zulümât) olarak nitelenmesine, hak dinin ise tekil (nûr) olarak ifade edilmesine işaret eder. Bu dilsel tercih, hakikatin bir, bâtılın ise parçalanmış ve çoğullaşmış doğasını sembolik biçimde yansıtmaktadır (İbn Kesîr, 1983, c. 2, s. 459)

Kur'ân, Allah nezdinde hak dinin yalnızca İslâm olduğunu açık bir şekilde ifade eder. Âl-i İmrân suresinde geçen *"Şüphesiz Allah katında din İslâm'dır."* (Âl-i İmrân 3:19) âyeti, bu gerçeği vurgular. Hz. Peygamber de "Benim misalimle benden önceki peygamberlerin misali, büyük bir bina yapan kimseye benzer. O bina tamamlanır ama bir tuğla yeri boş kalır. İnsanlar o binayı görünce 'keşke şu tuğla da konulsaydı' derler. İşte ben o tuğlayım; ben peygamberlerin sonuncusuyum" (Buhârî, Menâkıb, 18) diyerek İslâm'ın son ve evrensel din olduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak, Allah'ın dini kavramı evrensel düzeyde yalnızca İslam'ı ifade ederken, Kur'an'da geçen diğer dinler ifadesi çoğu kez insan eliyle oluşturulmuş siyasî, hukukî veya kültürel sistemleri de kapsar. Böylece İslam'ın hak din olarak diğer dinlerden üstün kılınması, sadece teolojik bir iddia olmanın ötesinde, aynı zamanda tarihsel ve toplumsal bir sorumluluk içeren ilahî bir emir olarak değerlendirilmelidir. Bu şekilde, kulluğun en yüce hali, yalnızca bireysel ibadetle sınırlı kalmayıp Allah'ın egemenliğini hayatın tüm alanlarına yayma çabasında kendini göstermektedir.

2. ALLAH'IN DİNİNİN DİĞER DİNLERE ÜSTÜN KILINMASI

2.1. Hak ve Batıl Mücadelesi

Hak ve bâtıl mücadelesi insanlık tarihiyle başlayan bir hakikattir. Kur'ân-ı Kerîm, Hz. Âdem'den itibaren bütün peygamberlerin gönderiliş gayesini insanları hak dine çağırmak ve bâtıl inançlara karşı mücadele etmek olarak ifade etmektedir (ez-Zümer 39:3; el-Enbiyâ 21:25; DİB, 2022) Hz. Nûh'un, kavmiyle yaşadığı çatışma (Hûd 11:25-48), Hz. İbrâhim'in, putperest topluma karşı tevhid mücadelesi (el-En'âm 6:74-83), Hz. Mûsâ'nın, Firavun karşısındaki tebliği (el-A'râf 7:103-137) ve nihayet Hz. Muhammed'in, Mekke müşrikleriyle yürüttüğü mücadele (et-Tevbe 9:33; es-Saff 61:9) bu hak–bâtıl karşıtlığının tarih boyunca sürekli olduğunu göstermektedir.

Bu tarihsel çizgi, mücadelenin sadece toplumsal değil bireysel düzeyde de bir sorumluluk olduğunu ortaya koymaktadır. Kur'an, *"Kim İslâm'dan başka bir din ararsa, ondan asla kabul edilmeyecektir."* (Âl-i İmrân 3:85; DİB, 2022) buyruğuyla, bireyin bilinçli tercihte bulunması gerektiğini vurgular. Hak ve bâtıl arasındaki mücadele sadece peygamberlerin tarihsel tebliğiyle sınırlı kalmamış, her insanın kendi nefsinde ve toplumsal çevresinde vermesi gereken sürekli bir imtihan olarak belirmiştir. Bu noktada peygamberlerin yöntemlerinden biri, hakikati yalnızca söz ile değil, bizzat yaşayarak ortaya koymalarıdır. Hz. Muhammed'in doğruluk, merhamet ve adalet üzere kurulu örnekliği, İslâm'ın yayılışında en etkili tebliğ aracı olmuştur (Uçar & Kurt, 2024). Bu durum, lisan-ı hâl ile hakkın temsil edilmesi, bireyin toplumsal mücadelenin bir parçası hâline gelmesini sağlayacağını ortaya koymaktadır. İnsanlık tarihi boyunca farklı felsefî ekoller, ortaya çıkmış ve bu ekoller dini inanış olarak benimsenmiştir. Bununla birlikte geçmişten günümüze kadar bu inanç sistemleriyle insanın ilahî rehberlikten uzaklaştığında nasıl savrulabileceği görülmüştür. Antik Yunan'daki Kyrene Okulu, Aristippos'un öncülüğünde hazcılığı merkeze alarak hayatın gayesini bireysel hazza ulaşmakla sınırlamıştır. Bu yaklaşımda ölçü, değişmez bir hakikat değil, kişinin değişken arzuları olduğundan birey sürekli doyumsuzluk ve istikrarsızlık girdabına sürüklenmiştir (Copleston, 2003, s.121-123). Benzer biçimde Kinikler (Kıynikler) akımı, toplumsal düzeni ve değerleri reddederek "doğaya uygun yaşamı" tek ölçü kabul etmiştir. Diyojen'in temsil ettiği bu düşünce, aşırı bir sadeleşme iddiasıyla toplumsal bağlardan tamamen kopmayı savunmuş, fakat bu da bireyi yalnızlığa ve ölçüsüzlüğe itmiştir (Barnes, 2014, s. 242-245). Ancak, bu tür arayışlar insana kalıcı bir istikamet kazandıramamış insanın kendi heva ve hevesini esas alması durumunda savrulmadan kurtulamayacağını göstermektedir. Buna karşılık din, özellikle İslâm'da, insanın hayatını düzenleyen sabit bir ilahî ölçü olarak tanımlanır. İslam, bireye sadece dünyevî bir düzen değil, aynı zamanda ahiret perspektifi de kazandırarak, yaşamı bütüncül bir anlam çerçevesine oturtmaktadır. Bu sebeple insanın hayatını Allah'ın dinine göre şekillendirmesi, bireysel huzurun, toplumsal adaletin ve tarihsel sürekliliğin en temel şartı olarak ortaya çıkmaktadır. Kur'ân-ı Kerîm'de *"Allah katında din İslâm'dır"* (Âl-i İmrân 3:19; DİB, 2022) buyurularak dinin değişmezliği vurgulanmış; dinin "hak" ve "hidayet" üzere gönderildiği, nihai hedefinin de onu bütün dinler üzerine üstün kılmak olduğu bildirilmiştir (Tevbe 9:33; Fetih 48:28; Saff 61:9; DİB, 2022). Bu ilahî sabite, insanın bireysel haz veya toplumsal akımlarla savrulmasını engelleyerek hak ile batıl mücadelesinde sağlam bir istikamet sağlar. Modern müfessirler, dinin yalnızca bireysel inanç değil, aynı zamanda toplumsal bir düzen kurma amacı taşıdığını göstermektedir. Böylelikle din, insanın hayatına yön veren sabit bir ölçü olarak hem bireysel hem de toplumsal savrulmaları engeller; hak ile batıl mücadelesinde ümmetin asli vazifesini tayin eder. (Mevdûdî, 1998, s.41)

2.2. Allah'ın Dininin Üstün Kılınması Hedefi

İlahi vahyin gönderilişindeki en temel gayelerden biri, Allah'ın dinini insanlık hayatında hâkim kılmak ve onun hakikatini diğer inanç ve düşünceler karşısında üstün tutmaktır. Kur'ân-ı Kerîm'de bu amaç açıkça dile getirilmiş, *"O, elçisini hidayet ve hak din ile gönderdi ki onu bütün dinlere üstün kılsın."* (Tevbe 9:33; Saff 61:9; DİB, 2022) âyetleri bu ilahi hedefin evrenselliğini vurgulamıştır. Bu doğrultuda peygamberler, tarihin farklı dönemlerinde toplumlarına gönderilmiş ve tebliğleriyle insanları hakka davet etmişlerdir. Onların mücadelesi, yalnızca bireysel bir iman çağrısı değil, aynı zamanda toplumsal dönüşümü ve adaletin tesisini hedefleyen bir mücadele olmuştur (Mevdûdî, 2005, c. 2, s. 223). Hz. Nuh (a.s.), bu hedefin erken dönem peygamberlerinden biri olarak, toplumunun şirk ve ahlaki yozlaşmalarına karşı kararlı bir tebliğ sürdürmüştür. Kur'ân'da onun 950 yıl süren tebliğine rağmen toplumunun çoğunluğunun inkârda direndiği aktarılır (Ankebût 29:14; DİB, 2022). Hz. Nuh, gemi inşa ederek ilahi azaba karşı müminleri korumakla görevlendirilmiş, bu yönüyle Allah'ın dinini üstün kılma gayesinin sabır, sebat ve fedakârlık gerektirdiğini göstermiştir (İbn Kesîr, 1983, c. 11, s. 6268). Onun kıssası, ilahi hakikatin zorluklar karşısında nasıl savunulacağına dair evrensel bir örneklik sunmaktadır. Hz. Musa (a.s.), Firavun'un zulmüne karşı yürüttüğü mücadele ile Allah'ın dinini üstün kılmanın bir başka yönünü temsil eder. Musa, yalnızca bir peygamber değil, aynı zamanda zalim otoriteye karşı direnişin sembolüdür. Kur'ân'da Musa'nın Firavun'a karşı gösterdiği cesaret ve toplumunu esaretten kurtararak onlara özgür bir kimlik kazandırması detaylı şekilde anlatılır (Kasas 28:3–46; DİB, 2022). Bu örnek, ilahi mesajın sadece bireyleri değil, toplumları da özgürleştirme hedefi taşıdığını ortaya koymaktadır.

Allah'ın dinini üstün kılmak, zulmün karşısında adaletin tesisiyle mümkün olmaktadır ve Hz. Musa'nın mücadelesi bu ilahi hedefin somutlaşmış bir biçimidir. Hz. Muhammed (s.a.v.) ise bu hedefi nihai olarak gerçekleştiren son peygamberdir. Mekke döneminde sabır ve hikmetle sürdürdüğü davet, Medine döneminde siyasal ve toplumsal bir düzenin inşasıyla taçlanmıştır. O, bir yandan tebliğ görevini yerine getirirken diğer yandan Müslüman toplumu organize ederek Allah'ın dinini hayatın bütün alanlarında hâkim kılmayı amaçlamıştır. Hudeybiye Antlaşması, Mekke'nin fethi ve Veda Hutbesi gibi dönüm noktaları, bu hedefin tarihsel süreçte nasıl ete kemiğe büründüğünü göstermektedir (Buhârî, 1981, Cihâd, 102; Müslim, 1981, Îmân, 20) Hz. Muhammed'in mücadelesi, dinin üstün kılınmasının sadece sözle değil, aynı zamanda ahlaki, hukuki ve toplumsal düzenlemelerle sağlanabileceğini ortaya koymuştur.

Peygamberlerin yolunu takip eden İslam tarihinin önemli şahsiyetleri de bu hedefi farklı alanlarda sürdürmüştür. Tarık bin Ziyad (ö. 720), Endülüs fethinde gösterdiği azim ve stratejik öngörü ile İslam'ın Avrupa'ya açılmasını sağlamıştır. Onun, geri dönüş gemilerini yaktırdığı rivâyeti, Müslümanların kararlılığını sembolize eden bir anlatı haline gelmiştir (Atçeken, 2011). Bu olay, Allah'ın dinini üstün kılma gayesinin yalnızca inançta değil, siyasi ve askeri alanda da tezahür edebileceğini göstermektedir. Benzer şekilde, Salahaddin Eyyubi (ö. 1193), Haçlı Seferleri karşısında Kudüs'ü İslam dünyası için yeniden fethetmiş, böylece Müslümanların onurunu ve dini kimliğini korumuştur (İbn Kesîr, 1985, c. 13, s. 5). Onun adaleti ve merhameti, yalnızca Müslümanlar için değil, düşmanları için dahi örnek gösterilmiştir (Hillenbrand, 1999, s.188-192). Bunun yanı sıra, İmam Gazâlî (ö. 1111) gibi ilim adamları da Allah'ın dinini üstün kılma gayesini farklı bir boyutta sürdürmüştür. Gazâlî, akıl ile vahiy arasındaki ilişkiyi derinlemesine inceleyerek İslam düşüncesini yeniden inşa etmiş, ilmi çalışmalarını ahlaki bir ihya hareketiyle bütünleştirmiştir (Gazâlî, ts., *İhyâʾ ʿUlûmi'd-Dîn*, ts., c. 1, s. 3-8) Böylece, dini üstün kılmanın yalnızca askeri ve siyasi değil, aynı zamanda fikrî ve ahlâkî boyutları da olduğuna dikkat çekmiştir.

Din; insanoğlunun huzura, iyiliğe ve güzelliğe ulaşabilmesi için yaşamı düzenleyen bir hayat nizamıdır. Bununla beraber Allah'ın (c.c.) tek din olarak İslam'ı kabul ettiğini de göz önüne aldığımızda; insanoğlunun huzurlu, iyi ve güzel bir yaşam için tek yolunun ya da tek çaresinin İslam olduğu sonucuna ulaşırız. Rabbimiz, mülkü olan yeryüzündeki kusursuz nizamın (el-Mülk 67:4–5, DİB, 2022) devam etmesi ve fesada uğramamasını ister. Bununla birlikte halifesi olan insanoğlunun huzurlu, iyi ve güzel bir yaşam sürebilmesini de ister. İşte bu amaçların gerçekleşmesi ancak yeryüzünde İslam'ın egemen ve iktidar olmasıyla mümkündür. İslam'dan başka bir din ya da dinleşen bir anlayış yeryüzünde egemen olduğunda yeryüzünde fesat meydana gelmiş ve insanlık için karanlık günler yaşanmıştır. Bunun bugün ve yarınlarda da böyle olması kaçınılmazdır. Çünkü eksiksiz, kusursuz ve yanlışsız tek hayat nizamı İslam'dır. O, Sübhan olan Allah (c.c.) tarafından teşekkül edilmiştir. Yahudilik ve Hıristiyanlık zaten tahrif edilmiştir. Diğerleri ise bilgisi, gücü ve imkânları sınırlı, hata yapması kaçınılmaz olan insanın ürünüdür. İnsan ürünü olan sistemler, belirli zümrelere ya da belirli sınıflara huzur ve refah getirse bile tüm insanlığı kuşatacak bir çözüm üretememiştir. Bu hakikatler ışığında Rabbimizin, İslam'ı diğer dinlere üstün kılma hedefi, ilahi bir emir olmasının yanı sıra; huzurlu, iyi ve güzel bir yaşam isteyen insanlık için bir mecburiyettir.

Sonuç olarak, Allah'ın dinini üstün kılma hedefi tarih boyunca peygamberlerin ve onların izinden giden büyük şahsiyetlerin ortak gayesi olmuştur. Hz. Nuh'un sabrı, Hz. Musa'nın zulme karşı direnişi, Hz. Muhammed'in toplumsal düzeni, Tarık bin Ziyad'ın kararlılığı, Salahaddin Eyyubi'nin adaleti ve Gazâlî'nin ilmi mücadelesi Alparslan, Fatih ve daha nicelerinin gayretleri bu hedefin farklı boyutlarda nasıl gerçekleştiğini göstermektedir.

2.3. Allahın Dinini Üstün Kılma Hedefinin Ümmet Üzerindeki Tezahürü

Kur'ân-ı Kerîm'de "Allah'ın dinini diğer bütün dinlere üstün kılma" hedefi üç defa (Tevbe 9:33; Fetih 48:28; Saff 61:9; DİB, 2022) tekrar edilmekte ve İslâm ümmetine tarihsel ve toplumsal bir sorumluluk yüklenmektedir. Bu hedef, Hz. Peygamber'in (s.a.v.) risâletiyle başlamış, sahabe neslinin gayretiyle gerçekleşmiş, sonraki asırlarda ise dalgalı bir seyir izlemiştir. Ne var ki günümüzde ümmetin bu ilahî hedefi ihmal etmesi, içinde bulunduğu dağınıklığın en temel sebebi olarak görülmelidir.

Elmalılı Hamdi Yazır, söz konusu âyetlerin tefsirinde İslâm'ın hak din oluşuna ve Allah katında yegâne geçerli yol olduğuna vurgu yapar. Ona göre "İslâm yücedir, onun üzerine yücelik olmaz" hadisi, âyetlerin ruhunu özetlemektedir. İslâm'ın ilmî bakımdan delil ve hüccetle zaten bütün dinlere üstün olduğunu, tarih boyunca da siyasi ve sosyal bakımdan birçok kez diğer dinlerin üzerinde galebe çaldığını ifade eder. Ancak Müslümanların zaman zaman düşüşe geçmesinin sebebi, dine sarılmamaları, zulüm ve fıska yönelmeleri ve diğer dinlerin mensuplarına benzemeleridir (Elmalılı, 2021, c. 5, s. 111). Bu tespit, ümmetin bugün yaşadığı parçalanmışlık ve güçsüzlüğü doğrudan açıklamaktadır.

Klasik müfessirlerden Mâturîdî de benzer şekilde İslâm'ın üstünlüğünün hem delil ve burhan ile hem de fiilî hâkimiyet ile gerçekleştiğini belirtir. Ona göre bu üstünlük tarihte kısmen gerçekleşmiş, nihai kemâline ise âhir zamanda Hz. Îsâ'nın nüzûlü sırasında ulaşacaktır (Mâturîdî, 2007, c. 14, s. 46). Râzî ise bu üstünlüğün çeşitli merhalelerden geçtiğini, bazen delillerle bazen de siyasi hâkimiyetle ortaya çıktığını, nihai zaferin ise gelecekte Allah'ın vaadi gereği mutlaka tahakkuk edeceğini vurgular (Râzî, 1981, c.16, s.41). Bu yorumlar, tarihsel yükseliş ve düşüş döngüsünü teyit etmektedir. Elmalılı bu döngünün Kur'an'da bu hedefin tekrar edilmesiyle bağlantılı olduğunu düşünür (Elmalılı, 2021, c. 5, s. 111). Bugün ümmetin içinde bulunduğu krizler, siyasi parçalanmışlık, ahlaki yozlaşma ve Batı merkezli ideolojik kuşatmalar, aslında bu hedefin terk edilişinin doğal sonucudur. Seyyid Kutub, âyetlerin tefsirinde "Allah'ın nurunu ağızlarıyla söndürmek isteyen" güçlere dikkat çekerek, Yahudi ve Hristiyan toplumların tarih boyunca İslâm'a karşı daima düşmanca bir tavır aldıklarını, buna rağmen Allah'ın nurunu tamamlayacağını ifade eder (Kutub, 2003, c.3, s.1644).

Kur'an'ın vaadi gereği, *"müşrikler hoşlanmasa da Allah nurunu tamamlayacaktır."* (Tevbe 9:33; Saff 61:9; DİB, 2022)). Tarihsel tecrübeler göstermiştir ki, Müslümanlar İslâm'a sımsıkı sarıldıklarında üstün olmuş, gevşediklerinde ise zillete düşmüşlerdir. Gelecek ise yine Allah'ın dininin olacaktır. Önemli olan ümmetin bu vaadin gerçekleşmesinde aktif bir özne mi yoksa edilgen bir seyirci mi olacağıdır.

En üstün ya da en güçlü İslam olmadığında, başkası en güçlü oluyor. Güncel bir örnekle konuyu izahat etmek gerekirse; yaklaşık son üç yüz yıldır dünyada güç ve üstünlük batı medeniyetinin elindedir. Aynı dönem insanlığın en büyük acılarının yaşandığı en karanlık dönemlerinden biridir. Bu dönemde katledilen insan sayısı hesaplamaya kalkılırsa trajedinin ne kadar büyük olduğu fark edilir. İslam'ın yeryüzünde en üstün olduğu dönemlere bakıldığında ise çok daha farklı ve aydınlık bir tablo ile karşılaşılır. İçinde bulunulan günler bu konuyu anlamak adına en güzel örnektir. Bugün yeryüzünde İslam hâkim olsaydı Gazze'de bu soykırımı bu zalimler topluluğu yapabilir miydi? Bu soruya verilecek cevap, yeryüzündeki her zulümden ve acıdan ümmete sorumluluk yüklemektedir. Bundan dolayı ümmet içine düştüğü gafletten uyanmalı, kalbine düşen dünya sevgisinden kurtulmalı; bilgisine, kabiliyetine ve gücüne göre bu hedef uğruna mücadele etmelidir.

SONUÇ

"Allah'ın dininin diğer dinler üzerinde üstün kılınacağı" vaadi, din ile insan arasındaki ilişkideki iki temel yön olan kulluk ve halifelik bilincini birlikte harekete geçiren kapsamlı bir amaca işaret eder. Bu amaç, sadece inanç düzeyinde bir iddia olmanın ötesindedir; akıl yoluyla temellendirilmiş, ahlaki boyutta taşınmış ve adalet odaklı toplumsal yapılarla somut hale getirilen bir sorumluluğu ifade eder. Tarih boyunca peygamberler ve onların izinden giden öncü kahramanlar, belirli zamanlarda kanıt ve hikmetle, bazen de pratik düzen ve kurumsal adaletle bu hedefi hayata geçirmiştir. Bugün ise topluluğun dağınıklığını ortadan kaldıracak yön; imanı derinleştiren bir bilgi birikimi, ahlâkı ön planda tutan bir yaşam tarzı, adaleti merkezine alan bir sistem ve birlik duygusuyla hareket eden güçlü yapılar oluşturmaktır. Bu şekilde, inanan kişi pasif bir gözlemci olmaktan çıkarak ilahi hedefin hayata geçirilmesinde aktif bir katılımcı olur; kulluğunu yalnızca bireysel ibadetle değil, hayatın her alanında hakkı tanıklık ederek tamamlar.

Elmalılı'nın, bu hedefin mükerrer olarak ifade edilmesini İslam'ın diğer dinlere üstün olma durumunu döngüsel olarak anlaması; tarih üzerinden okuduğunda şöyle bir sonuca varılabilir: Peygamber efendimiz (s.a.v.) ile başlayan ve Abbasilerin sonuna kadar devam eden dönem İslam'ın diğer dinlere üstünlük kurduğu dönem olarak kabul edilebilir. Selçuklu ve Osmanlı İmparatorluğu ise İslam'ın ikinci üstünlük dönemidir. Bu hedef âyetlerde tekraren ifade edildiğine göre İslam'ın üstünlük döneminin de tekraren yaşanması umulur.

KAYNAKÇA

Atçeken, İ. H. (2011). Târik b. Ziyâd. *TDV İslâm Ansiklopedisi*. Erişim: https://islamansiklopedisi.org.tr/tarik-b-ziyad

Barnes, J. (2014). *Antik felsefe: Aristoteles'ten önceki filozoflar* (Çev. Ç. Dürüşken). İstanbul: Kabalcı Yayıncılık.

Buhârî, M. b. İ. (1981). *el-Câmiu's-Sahîh*. Kahire: Dâru'ş-Şa'b.

Copleston, F. (2003). *A history of philosophy: Greece and Rome (Vol. 1).* London: Continuum.

Diyanet İşleri Başkanlığı. (1998). *İlmihal: İman ve İbadetler* (Cilt 1). Ankara: Diyanet İşleri Başkanlığı.

Diyanet İşleri Başkanlığı. (2022). *Kur'an-ı Kerim meali.* Ankara: Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları.

Elmalılı, M. H. (2021). *Hak Dini Kur'ân Dili: Türkçe Tefsir*. İstanbul: Türkiye Yazma Eserler Kurumu Başkanlığı Yayınları.

Gazâlî. (ts.). *İhyâ' 'Ulûmi'd-Dîn* (Ahmet Serdaroğlu, Çev., Cilt 1). İstanbul: Şamil Yayınları.

Hillenbrand, C. (1999). *The Crusades: Islamic perspectives*. Edinburgh: Edinburgh University Press.

İbn Kesîr. (2000). *Hadislerle Kur'an Tefsiri*. Kâhire: Müessesetü Kurtuba.

İpek, M. (2013). Kur'an'a göre insanın yaratılış hikmeti ve sorumluluğu. *EKEV Akademi Dergisi*, 17(57), 435-448.

Kurtubî, M. b. A. (2006). *el-Câmi' li-Ahkâmi'l-Kur'ân*. Beyrût: Müessesetü'r-Risâle.

Kutub, S. (2003). *Fî Zılâli'l-Kur'ân.* Kâhire: Dâru'ş-Şurûk.

Mâturîdî, E. (2006). *Te'vîlâtü'l-Kur'ân*. İstanbul: Mizan Yayınları.

Mevdûdî, E. A. (1998). *Kur'an'a göre dört terim* (O. Cilacı, Çev.). İstanbul: Beyan Yayınları.Mevdûdî, E. A. (2005). *Tefhîmu'l-Kur'ân* (M. H. Kayani, Y. Karaca, N. Şişman, İ. Bosnalı, A. Önal & H. Aktaş, Çev.; İ. Bosnalı & D. Cündioğlu, Red.; C. Çiftçi & A. Akçakaya, Tashih). (A. Bulaç, Yay. Haz.). İstanbul: İnsan Yayınları.

Müslim, M. b. H. (1981). *el-Câmiu's-Sahîh*. Beyrut: Dâru İhyâi't-Turâsi'l-Arabî.

Râzî, F. (1981). *Mefâtîhu'l-Gayb*. Beyrût: Dâru'l-Fikr.

Sarı, M. (2011). *Kur'an ışığında insanın yaratılış gayesi* (Yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.

Şahin, H. (1983). İnsan-Din İlişkisi. *Erciyes Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 1(1), 111-130.

Taberî, M. b. Cerîr. (2001). *Câmiu'l-Beyân Tefsiri*. Kâhire: Dâru Hicr.

Tümer, G. (1994). Din. *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi* (C. 9, ss. 312-320). İstanbul: Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları.

Uçar, R., & Kurt, T. (2024). Din Eğitiminde İnsanın Ontolojisine Kierkegaardcı Bir Bakış. *İlahiyat Tetkikleri Dergisi*(61), 79-91. https://doi.org/10.29288/ilted.1418340

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

PALMYRA HEYKELTIRAŞLIĞINDA DEVE BETİMLEMESİ

Dr. Abduljalil ALHAJ ESMAIL ARABI
Selcuk University, Faculty of Literature, Department of Archaeology, Konya - Turkey
ORCID ID: 0000-0001-5872-7550

Research Assistant Salam BOULAD
Aleppo University, Faculty of Arts and Humanities, Department of Archaeology, Aleppo - Syria
ORCID ID: 0000-0002-3195-3440

ÖZET
Palmyra kenti, antik Doğu'nun en önemli ticaret merkezlerinden biri olarak öne çıkmıştır. Bu parlaklık, Suriye çölünün kalbinde yer alan ve Doğu ile Batı arasında bir bağlantı noktası olan stratejik konumundan kaynaklanıyordu.
Bu bağlamda, deve -Suriye çölünde tarih öncesi dönemlerden beri yaşayan en eski ve en önemli hayvanlardan biri- Palmyra halkının yaşamında büyük bir rol oynamıştır. Bu hayvan, Palmyra'nın ticaret ve ekonomik hareketliliğinde merkezi bir rol üstlenmiş, dolayısıyla Palmyra halkı arasında özel bir statü kazandırdı. Bu durum, Roma döneminin en önemli heykeltıraşlık okullarından biri olarak kabul edilen yerel sanat ve heykeltıraşlıkta açıkça yansımıştır.
Deve, genel olarak Arap tarihine, ve özel olarak da Palmyra tarihine bağlı kültürel ve toplumsal bir sembol haline gelmiştir. Tarihsel ve arkeolojik kaynaklar, devenin Palmyra'daki güçlü varlığını ve her alandaki -özellikle de ekonomik alandaki- belirleyici rolünü doğrulamaktadır. Çünkü kervanlar, Palmyra ekonomisinin çekirdeğini oluşturmaktaydı. Uzun ticaret yolları nedeniyle Palmyralıların, taşımacılık ve kervan ticaretinde geniş ölçekte deve kullanmaları kaçınılmazdı. Bu durum kentin organizasyonu, üretimi, mali yasaları ve günlük yaşam tarzı üzerinde derin etkiler oluşturmuştur.
Bu çalışmada, deveyi çeşitli sahnelerde betimleyen Palmyra heykeltıraşlık eserleri incelenecektir. Özellikle Palmyralı tüccarın devesiyle birlikte gösterildiği sahnelere odaklanılarak, onun sınıfsal kimliğine ve ekonomik rolüne yapılan vurgu değerlendirilecektir. Devenin temsil edildiği duruşlar, ona eşlik eden nesneler ve bu nesnelerin sembolik anlamları, heykeltıraşlık eserlerin sanatsal özellikleri ve arkeolojik bağlam içindeki tarihlendirmesi de bu incelemenin kapsamına girmektedir. Tüm bunlar, Palmyra'nın çevresiyle kurduğu ekonomik ve kültürel ilişkileri daha derinlemesine anlamak ve yerel sanatçının hayvanın hem günlük yaşam hem de sembolik dünyadaki değerine dair farkındalığını ortaya koymak amacıyla ele alınacaktır.
Anahtar Kelimeler: Deve, Palmyra, Heykeltıraş, Roma Dönemi

CAMEL DEPICTION IN PALMYRENE SCULPTURE

ABSTRACT
The city of Palmyra emerged as one of the most important trade centers of the ancient East. This prominence stemmed from its strategic location in the heart of the Syrian desert, serving as a connection point between East and West.
In this context, the camel -one of the oldest and most important animals to have lived in the Syrian desert since prehistoric times- played a major role in the lives of the people of Palmyra. This animal held a central place in Palmyra's trade and economic activity, thereby gaining a special status among the Palmyrenes. This status is clearly reflected in local art and sculpture, which is considered one of the most significant schools of sculpture during the Roman period.
The camel became a cultural and social symbol linked to Arab history in general, and to the history of Palmyra in particular. Historical and archaeological sources confirm the strong presence of camels in Palmyra and their decisive role in all areas -especially the economic sphere- since caravans formed the core of Palmyra's economy. Due to the long trade routes, it was inevitable that the Palmyrenes made extensive use of camels for transportation and caravan trade. This had a profound impact on the city's organization, production, fiscal laws, and daily lifestyle.

This study will examine Palmyrene sculptures that depict camels in various scenes. Focusing especially on scenes in which a Palmyrene merchant is shown with his camel, the study will evaluate the emphasis placed on his class identity and economic role. The postures in which the camel is depicted, the accompanying objects and their symbolic meanings, the artistic qualities of the sculptures, and their dating within the archaeological context are also within the scope of this research. All of these elements will be analyzed to provide a deeper understanding of Palmyra's economic and cultural relations with its surroundings and to reveal the local artist's awareness of the camel's value both in daily life and in the symbolic realm.
Keywords : Camel, Palmyra, Sculpture, Roman Period

Giriş

MS ilk yüzyıllarda Palmyra, Hint Okyanusu ile Akdeniz arasındaki uzun mesafeli ticaretteki rolü sayesinde önemli bir ticaret merkezi ve "çöl limanı" olarak ortaya çıkmıştır. Şehir, yaklaşık üç yüzyıl boyunca olağanüstü bir refah dönemi yaşamıştır. Bu zenginlik büyük ölçüde uzun mesafeli bir ticaretin bir sonucu olduğundan Palmyra bir "kervan şehri" olarak tanımlanmıştır. Bu refah, mimari ve heykel yoluyla toplumsal statüsünü sürdürmeye çalışan zengin ve kültürel bilince sahip bir aristokrasinin ortaya çıkmasına yol açmıştır.

Palmyra sanatı, Doğu stillerini Roma ve Yunan sanat öğeleriyle harmanlayan ve şehrin çoğulcu kimliğini yansıtan benzersiz görsel bir dil üreten melez tarzıyla karakterize edilmiştir.

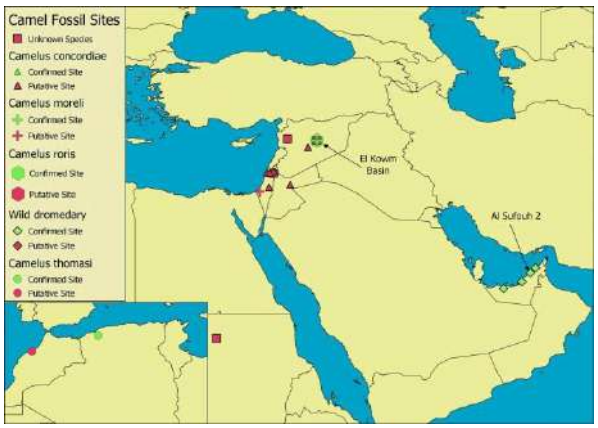
Bu bağlamda, deve Palmyra heykeltıraşlıklarında tekrar eden bir temaydı. Deve tasvirleri, günlük yaşamdan veya ticaret yolculuklarından anları betimleyen tasvirlerden, dini kavramlarla bağlantılı sembolik imgelere kadar uzanmaktadır. Dolayısıyla bu sanatta deve tasvirlerinin incelenmesi sadece görsel boyutla sınırlı kalmayıp aynı zamanda onların Palmyra toplumunda oynadıkları sosyal, dini ve ekonomik rolün de derinlemesine anlaşılmasını sağlamaktadır.

Çalışmanın önemi, Palmyra ekonomisinin merkezinde yer alan bir hayvanın görsel temsilinden kaynaklanmaktadır. Bu temsilleri inceleyerek, aynı zamanda büyük komşu medeniyetlerle de bağlantılı olan ticari bir çöl ortamında insanlar ve semboller arasındaki ilişkinin çeşitli yönlerini ortaya çıkarabiliriz.

Bu çalışma, Palmyra heykeltıraşlıklarındaki deve tasvirlerini iki ana bakış açısıyla incelemeyi amaçlamaktadır: Birincisi, stil ve görsel yapıyla ilgilenen sanatsal bakış açısı, ikincisi ise bu tasvirlerle ilişkili sembolik ve toplumsal anlamları araştıran semantik bakış açısıdır. Dolayısıyla, Palmyra sanatının günlük yaşam unsurlarını etkileyici kültürel ve dini sembollere dönüştürme yeteneğini göstermeyi amaçlamaktadır.

1. Suriye Çölünde Devenin Tarihi

Suriye'nin merkezindeki El-Koum bölgesi, Pleistosen'in başından sonuna kadar uzanan çeşitli alanları kapsıyor ve Orta Doğu'da develerin tek kapsamlı fosil kaydını sağlamaktadır (Martini, 2019).



Harita 1: Suriye Çölündeki Deve Fosil Alanları

Kaynak: https://www.theextinctions.com/articles-1/the-mysterious-origins-of-the-dromedary

Orta Suriye'deki El-Kowm Havzası'nın fauna kayıtları (Jäger & Le Tensorer, 2011), Avrasyalı develerinin çeşitliliğini ve evrimsel eğilimlerini incelemek için değerli bir fırsat sunmaktadır. Bu bölgedeki çok sayıda Paleolitik arkeolojik alanda bol miktarda memeli fosili bulunmuştur; bunlar arasında deve kalıntıları, tüm dizilim boyunca en sık görülen faunal unsurlardır. Nitekim El-Kowm Havzası, şu anda tüm Orta Doğu'da deve fosili açısından zengin tek alandır ve bu nedenle bu familyayı anlamak için önemli bir alan olabilir (Harita.1).

El-Kowm havzasında bulunan en iyi korunmuş deve fosili, Nadaouiyeh Ain Askar'dan çıkarılan bir kafatasıdır. Kafatası, 1994 yılında 450 bin yıl öncesine tarihlenen 7. seviyeden çıkarılmıştır (Martini, 2019). Bu, develerin bu bölgeye özgü olduğunu, yeni gelenler olmadığını doğrulamaktadır. Bu da develerin Amerika kıtasından gelip 10.000 yıl önce Çin ve Asya üzerinden Afrika'ya ulaştığı yönündeki yaygın teoriyi geçersiz kılmaktadır.

Ancak Suriye-İsviçre arkeoloji misyonunun El-Kowm Havzası bölgesindeki en önemli keşfi, Mousterian dönemine ait seviyelerde bulunan dev, tek hörgüçlü bir devenin kalıntılarıdır (Fig.1). "Dev deve", daha önce keşfedilmemiş bu türün dünyada bulunan tek örneğidir.

Figür 1: Modern Bir Deveyle Karşılaştırıldığında Dev Devenin Ayak Kemiğinin Bir Parçası
Kaynak: https://www.marefa.org/w/images/4/4e/Giant-Syrian-Camel_bone-2006.jpg

Uzmanlar, bu dev devenin MÖ 120.000 ila 80.000 yılları arasında bölgede yaşadığına ve yaşadığı çevreyle uyumsuzluğu nedeniyle aniden nesli tükenmiş olduğuna düşünmektedirler. Misyon, modern bir devenin yaklaşık iki katı büyüklüğündeki bu dev devenin iskeletine ait otuz parçayı ortaya çıkarmayı başarmıştır (Fig.2).

Figür 2: Dev Devenin Bulunduğu İskeletinin Parçaları
Kaynak: https://otomosem.com/wp-content/uploads/2017/10/1-24-550x345.jpg

Arap devesi olarak da bilinen tek hörgüçlü deve, Suriye ve Arap çöllerine özgüydü (Seland, 2017). MÖ 1. binyıla gelindiğinde bu tür evcilleştirilmiş ve Mezopotamya ile Levant'ın tarım alanları ile çölün derinlikleri arasında mevsimsel göçlere dayanan göçebe bir yaşam tarzının temelleri atılmıştı (Raja, 2020).
Develer yiyecek, deri ve yün sağlamanın yanı sıra, tarihsel olarak savaş ve ulaşım hayvanları olarak ve statü ve zenginliğin taşınabilir bir simgesi olarak da kullanılmıştır. Palmyra'nın Suriye Çölü'nün kuzeyindeki konumu ve sakinlerinin muhtemel göçebe kökeni (Yon, 2002) göz önüne alındığında, develerin Palmyra sanatında görülmesi şaşırtıcı değildir.

2. Palmyra Heykeltıraşlığında Deve Betimlemesi

Palmyra heykeltıraşlığı, MÖ 1. yüzyıldan beri başlı başına bir sanat okulu olarak kabul edilmektedir. Geride bıraktığı binlerce eser, ekonomik yaşamın gelişimine ve Palmyra'nın MS 2. ve 3. yüzyıllarda yaşadığı refaha ışık tutmaktadır. Palmyra heykeltıraşlık ürünlerinin çoğu mezarlıklardan elde edilen cenaze heykeltıraşlık ürünleri olsa da, temsil ettikleri ifadeler canlıdır. Palmyra heykeltıraşları, şehrin zengin taş kaynaklarından yararlanarak eserleri kolaylıkla işlemişlerdir. Heykeltıraşlık ürünlerin ifade gücü, antik Suriye heykeltıraşlığının bilinen geleneklerini koruyan klasik bir üslupla, dönüştürücü bir görünümle vurgulanmaktadır.
Develer, genel olarak Arap Yarımadası'ndaki ve özel olarak Suriye Çölü'ndeki Bedevi toplumlarında sosyal statü ve zenginliğin önemli bir simgesiydi. Bu statü, develerin anıtlarındaki tasvirlerine yansımıştır. Palmyra ekolünün bu zengin heykeltıraşlık üretimi içerisinde deve heykeltıraşlıkları, hem sanatsal hem dini hem de sembolik anlamları aynı anda ifade eden unsurlardan biri olarak ortaya çıkmıştır. Bu anlamlar, eserin tasvir edildiği türe, tasvir ediliş biçimine ve eşlik eden figüre göre değişiklik göstermektedir.

2.1. Devenin Dini Açıdan Tasviri

Palmyra'daki dini heykeltıraşlığa baktığımızda, devenin özellikle kervan tanrıları veya koruyucu tanrılar olarak adlandırılan belirli tanrılarla birlikte tasvir edildiğini görürüz. Bunların başında, Kuzey Araplar topraklarında deve tanrısı veya develerin koruyucusu bilinen tanrı Arsu gelmektedir. Bedeviler arasında koruyucu ve kervanlarının yoldaşı olarak tapınım görmekteydi. Helenistik dönemin sonundaki yerleşim sürecinde Palmyra'ya getirilip orada ibadete devam edildiği düşünülmektedir (Arabi, 2024). Ata ve deveye binen benzer bedevi tanrıları arasında en ünlü tanrıdır.
El-Lat tapınağındaki bir kabartmada, zırhlı tanrı Arsu, bir devenin yanında dururken tasvir edilmiştir. Yanında, Roma zırhlı başka bir figür daha vardır. Bir yazıtta, bu figürün, genellikle Roma askeri kıyafetleri içinde tasvir edilen, önemli bir Palmyra tanrısı olan Yarhibol olduğu belirtilmektedir (Arabi, 2024). Deve, sanki dizgininden bir tanrı çekiyormuş gibi başı yukarı kalkık şekilde tasvir edilmiş, üzerinde kare geometrik motiflerle süslü bir eyer bulunmaktadır (Fig.3).

Figür 3: Bir Devenin Yanında Tanrı Arsu Kabartması
Kaynak: Dirven 2020, Fig 7

Bel Tapınağı'nda bulunan ve muhtemelen MS 113 yılına tarihlenen bir başka kabartmada, Arsu'nun bir deveye bindiği, onu da atın üzerinde bulunan yoldaşı tanrı Azizo'nun takip ettiği görülmektedir (Fig.4). Deve, önceki örneğe benzer bir pozisyonda, başı dik bir şekilde tasvir edilmiştir. Üzerinde geometrik çerçeveli, uzun ve süslü bir eyer bulunmaktadır. Deveye, sağ elinde tuttuğu uzun bir mızrakla donanmış, kervanların koruyucusu rolünü yansıtan tanrı Arsu'nun küçük bir kalkanı iliştirilmiştir.

Figür 4: Deveye Binen Tanrı Arsu Kabartması
Kaynak: Rostovtzeff 1932, Plate XXV

Bu kabartmadaki binici ve deve birleşimi Palmyra'da benzersizdir, ancak Palmyra'nın kuzey köylerinde Palmyra'da bulunan kabartmalarla ikonografik benzerlikler taşmaktadır. Örneğin, Ras Cha'er'den bir kabartmada, sunakta kurban kesen bir adamın iki yanında, bir deve ve bir at üzerinde iki tanrı tasvir edilmiştir (Fig.5). Develi Saad, atlı ise Ma'an, iki Arap tanrısı olarak tanımlanmaktadır.

Figür 5: İki Deveye Binen İki Tanrı Saad Ve Ma'an
Kaynak: https://virtual-museum-syria.org/damascus/relief-of-the-gods-maanu-and-saadu/

Khirbet el-Sané'den bir kabartmada, mızrak taşıyan bir deve binicisi, bir sunakta kurban kesen bir adama yaklaşmaktadır. Tanrıyı, yoldaşının atı olan bir at takip etmektedir (Fig.6). Kompozisyon, Palmyra'daki Arsu ve Azizo kabartmasına oldukça benzemektedir; ancak tanrılar, Arsu'nun Roma zırhı yerine çöl insanlarının yerel kıyafetlerini giymektedir; bu fark, tanrıların bulundukları çevrenin köklü Arap geleneklerini yansıtmaktadır.

Figür 6: Deveye Binen Tanrı Arsu Kabartması
Kaynak: Drijvers 1976, Plate LXVIII – 2

Palmyra'nın çeşitli isimler altında tapınılan silahlı tanrıları genellikle çiftler halinde görünmektedir. Bu çiftler sıklıkla Yunan ve Roma mitolojisinin ikiz kardeşleri olan ve tapınmaları Yakın Doğu'nun her yerinde belgelenen Dioscuroi'lerle ilişkilendirilmiştir (Hvidberg-Hansen, 2007). Bu çiftler sabah ve akşam yıldızlarıyla, güneşe eşlik etme işlevleriyle ve astronomik önemleriyle ilişkilendirilmiştir (Drijvers, 1980). Ancak Palmyra halkı ilahi ikizleri kendi yerel koşullarına ve ihtiyaçlarına göre uyarlamıştır. Greko-Romen ikizleri birbirine benzese de çöl sakinleri onları birbirinden ayırır ve bazen deveyi atlıyla ilişkilendirmiştir. Bu, şüphesiz kervanlar için askeri refakat örgütünün bir yansımasıdır. Dolayısıyla bu tanrıların koruyucu işlevi Palmyra halkı için astral özelliklerinden daha önemliydi (Dirven 2020).

Develeri Palmyra tanrılarıyla birlikte tasvir etmenin yanı sıra, erkek ve kadın tapınanların ritüellerini yerine getirdiklerini veya ibadetlerini yerine getirmek için tapınaklara gittiklerini tasvir eden bazı dini alaylarda da görmekteyiz. Bunların belki de en göze çarpanı, MS 80 yılına tarihlenen Bel Tapınağı'nın kirişlerinden birinde (Fig.7), Dirven'e göre Arap tanrıçası Al-Lat'ın Palmyra'ya girişini temsil eden belirgin bir alaydır (Dirven, 1999). Burada, Dirven, Al-Lat'ı, Arsu'dan farklı bir şekilde de olsa, Arap kökenlerine dayanarak develerle ilişkilendirmektedir.

Kabartmanın sağında, aslında parlak renkli pelerinlere sarılı en az dört kadının sola doğru hareket ettiği görülmektedir. Kadınların önünde, sola doğru hareket eden bir deve ve sürücüsü bulunmaktadır. Deve sırtında, başlangıçta kırmızıya boyanmış küçük, yuvarlak bir hödüç taşmaktadır. Devenin önünde, gözetimsiz bir eşek yürümektedir. Daha yüksek bir sırada, dört erkek durmaktadır. Bu adamların solunda, pelerinli kadınlardan oluşan bir grup daha görülmektedir.

Figür 7: Bir Devenin Hödüç Taşıdığı Dini Bir İbadet Alayı Kabartması
Kaynak: https://player.slideplayer.com/90/14755591/slides/slide_12.jpg

Bu olay, tanrıça Al-Lat kökeniyle mükemmel bir şekilde örtüşen, belirgin bir Arap karakterine sahiptir. Özellikle devenin taşıdığı küçük kırmızı hödüç, eski Arapların tarafından kutsal taşları (baetyls) veya diğer kutsal nesneleri taşımak için kullandıkları taşınabilir bir türbe olan kubbedir.

2.2. Devenin Askeri Açıdan Tasviri

Askeri deve tasvirleri, MS 1. yüzyıldan 3. yüzyılın ortalarına kadar uzanan çeşitli kaynaklardan bilinmektedir. Silahlı bir deveyi tasvir eden en eski iki kabartma Bel tapınağında bulunmuştur; biri Şam Müzesi'ndedir (Fig.8), ikincisinin akıbeti bilinmemektedir. Hayvanlar, ağızlık kayışı ve dizginlerle ve eyer örtüsünün üzerinde yüksek bir eyerle tasvir edilmiştir; bu, bunların binek hayvanları olduğunun ve yük hayvanları olmadığının açık bir göstergesidir (Dirven 2020).

Figür 8: Bir Askeri Şövalyenin Bindiği Deve
Kaynak: Dirven 2020, Fig 2a

Agora yakınında bulunan ve diz çökmüş develerle süslenmiş bir kaide, aydınlatıcı bir örnektir (Fig.9). Askeri işlevleriyle en dikkat çekenler, silahlarıdır: sadak, yay kılıfı ve bazen bir kılıç veya mızrakla birleştirilmiş küçük, dairesel bir kalkan. Küçük, yuvarlak kalkan, çöl insanlarının yerel zırhının tipik bir örneğidir. Yaylar ve kalkanlar, hayvanların kervanları koruyan konvoylarda ve çöl devriye hizmetinde kullanıldığını göstermektedir (Dirven 2020).

Figür 9: Oturma Pozisyonunda Üç Silahlı Deve
Kaynak: Dirven 2020, Fig 3

Çölde yaşayan halk arasında silahlı kuvvetlerle deve sırtında savaşma geleneği yaygındı. Bu tür milislerin Palmyra'da uzun bir geçmişi olması muhtemeldir.
Muhtemelen İmparator Trajan'ın (MS 98-117) saltanatı sırasında, kervanları koruyan Palmyralı deveciler, Roma ordusunda "*I Ulpia dromedariorum Palmyrenorum*" adı verilen (Bulliet, 1990) yardımcı birlik haline gelmiştir. Bir Palmyra yazıtı, bu birlikte görev yapan Palmyralı subayların şehirde yüksek bir sosyal statüye sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum, 3. yüzyıla tarihlenen lahitlerde silahlı develerin varlığını açıklayabilir.

Diocletianus kampında bulunan bir parçada silahlı bir deve ve işlemeli tunik ve pantolon giyen iki figür tasvir edilmiştir (Dirven 2020). Bazı araştırmacılar bu kabartmanın, Palmyra kervan ticaretine bir gönderme olarak, hizmetkarıyla birlikte bir kervan önderini tasvir ettiğini düşünmüşlerdir (Fig.10). Ancak bu görüş, diğer örneklere göre daha açık bir şekilde görülen eyere bakılarak çürütülebilmektedir. Önceki figür tasvir edilen develerde olduğu gibi, muhtemelen bir koyunun yünü ile örtülmüş olduğunu görebiliriz. Bu, yük hayvanlarına değil, binicilik hayvana baktığımızı göstermektedir. Hizmetkar (deveyi yönlendiren) sol elinde bir mızrak tutarken, diğer kişi bir kılıç tutmaktadır ve her ikisi de binicilik pantolonu giymektedir. Tüm bu özellikler, ticari faaliyetlerden ziyade askeri faaliyetlere işaret etmektedir. Her ikisi de aynı tarzda özenle giyinmiştir ve iki kişi arasında belirgin bir statü farkı yoktur; bu da bir hizmetkarın efendisiyle birlikte tasvir edilmesi ihtimalini ortadan kaldırmaktadır (Seland, 2017).

Figür 10: İki Palmyra Subayıyla Birlikte Bir Deve
Kaynak: https://swisschurchlondon.org.uk/content/uploads/2017/02/Palmyra-camel-relief.jpg

Askeri harekâtlar nadiren yalnızca silahlı develerin kullanımıyla sınırlıydı, daha ziyade develer silahlı atlarla birlikte kullanılırdı. Bu durum hem kervan koruması hem de küçük deve birliklerinin genellikle diğer yardımcı birliklerle birleştirildiği Roma ordusunun örgütlenmesi için geçerliydi. Develer sert çöl koşullarına daha alışkındır, ancak atlardan daha yavaştırlar ve develerle savaşmak, at sırtında savaşmaktan çok daha zordur. Safaitik yazıtları, Bedevilerin deve baskınları düzenlemek için atları kullandığını ve bu nedenle atların kervan koruması için vazgeçilmez olduğunu göstermektedir (Macdonald, 1990). Bu nedenle, Palmyra'daki kabartmalarda askeri develerin bazen silahlı binicilerle tasvir edilmesi şaşırtıcı değildir. Şu anda Cleveland Sanat Müzesi'nde bulunan ve dörtnala koşan silahlı atların ardından gelen silahlı develeri gösteren kabartma (Fig.11), yaygın uygulamanın iyi bir örneğidir (Dirven 2020).

Figür 11: At Ve Develere Binen Şövalyeler
Kaynak: Dirven 2020, Fig 6

2.3. Devenin Sivil Açıdan Tasviri

Burada, heykeltıraşlığın türüne göre develi Palmyralı erkeklerin tasvir edildiği küçük bir grubu ele alınmaktadır.

İlk kategorisi cenaze heykeltıraşlıklarına ait olan loculus kabartmalarıdır. Mezarların içindeki loculusu kaplar ve ölen kişinin adını genellikle tasvire eşlik eden bir yazıtla belirmektedir (Arabi, 2024). MS 2. yüzyılın ortalarından MS 3. yüzyıla kadar uzanan bu kabartmalar, arkalarında develeri olan erkekleri tasvir etmektedir. Eşlik eden Palmyraca yazıtları, ölen kişinin mesleğinden bahsetmeden yalnızca adını ve soyunu belirtse de, arkasındaki deve tasviri, onun bir kervan lideri veya tüccar olduğunu düşündürmektedir. Bunun nedeni, cenaze tasvirlerinin odak noktasının kamu görevi veya Palmyra dışındaki ilişkiler yerine aile ilişkileri olmasıdır. Ayrıca, develerin stil ve tasvir açısından büyük farklılıklar gösterdiğini belirtmek ilginçtir. Üçünün dizginleri görünür durumda ve birinin eyeri bile görülmektedir (Fig.12). Ancak dikkat çekici olan bir diğer nokta da, develerin oldukça sanatsal bir üslupla betimlenmiş olması ve deveye benzemelerine rağmen doğal görünmemeleridir (Raja, 2020).

Figür 12: Arkalarında Develerle Betimlenen Ölü Palmyralı Adamlar
Kaynak: Raja, 2020, Catalogue number: 2,3,4

İkinci kategori, develere binmeden onları yönlendiren erkekleri tasvir etmektedir. Örneğin, Palmyralı iki adam ve deve tutan bir çocuk kabartması. Yanındaki yazıt, tasvir edilen kişilerin iki erkek kardeş ve babaları olduğunu göstermektedir. Üslup olarak bu kabartma, MS 2. yüzyılın ilk yarısına tarihlenmektedir (Raja 2020). Bu kabartmada, deve dizgin ve eyer takmış ve çeşitli nesnelerle yüklüdür; bu da bir kervan devesine işaret ediyor olabilmektedir (Fig.13).

Figür 13: Çekilmiş Bir Deveyle Betimlenen Aile
Kaynak: https://colorsandstones.eu/wp-content/uploads/2021/02/7CBC8FDA-3567-4C51-8155-CDF15D04C01B_w1023_s-600x416.jpg

Üçüncü kategori, develere binen erkekleri tasvir etmektedir. MS 1. yüzyılın ikinci yarısına tarihlenen bir kabartma, develere binen iki adamı tasvir edilmiştir (Fig.14).

Yüksek işçilikli bu kabartma, muhtemelen bir mezarın mimari dekorasyonunun bir parçası olarak kullanılmıştır (Raja 2020). Eyerli iki deveyi tasvir eden kabartma, eyer ve giyim detaylarının yanı sıra deve kuyruklarının detaylarıyla da oldukça kalitelidir. Develer, aslında ilk kategorideki dört deveden daha doğal görünmektedir.

Figür 14: Deveye Binen İki Figür
Kaynak: https://colorsandstones.eu/wp-content/uploads/2021/05/019_Palmyrab-500x338.jpg

Daha önce de belirtildiği gibi, bu eserler çeşitli heykeltıraşlık ürünleri temsiller içerse de, MS ilk üç yüzyılda Palmyra'da üretilen heykeltıraşlıkların sayısı düşünüldüğünde aslında oldukça azdır. Bu nedenle, develerin görsel temsillerde genellikle bir özellik olarak yer almadığı sonucuna varabiliriz ki bu şaşırtıcıdır, çünkü develerin Palmyra sanatında yaygın olduğu varsayılır.

Sonuç

Palmyra sanatının, yerel özgünlüğünü kaybetmeden klasik etkilerle belirgin etkileşimi, deve gibi unsurlarının incelenmesini kentin çok kültürlü yapısını anlamak için önemli bir anahtar haline getirmektedir. Palmyra sanatındaki deve tasvirleri üzerine yaptığımız çalışma, bunların Palmyra'da açıkça önemli olduğunu göstermektedir. Tasvirleri, din, savaş, statü ve kervan ticareti de dahil olmak üzere Palmyra toplumunun çeşitli yönlerine ışık tutmaktadır. Palmyra sanatında devenin seçimi keyfi değil, Palmyra halkının günlük ve sembolik yaşamlarındaki merkezi rolünün bir yansımasıydı. Deve, ticari ve dini alanlarla yakından ilişkiliydi ve hareket, iletişim ve koruma kavramlarını somutlaştıran sembollerden biriydi. Tüm bu anlamlar, devenin hem dini hem de sivil ve cenaze heykeltıraşlıklarında tasvir edilme biçimine yansımaktadır.

Nitekim MS ilk üç yüzyıla tarihlenen Palmyra sanat eserlerinde kervan ticaretiyle doğrudan bağlantılı deve tasvirleri oldukça nadirdir; zira bunların sıklıkla göçebe ve askeri değerlerle ilişkilendirildiğini veya dini bağlamlarda semboller temsil ettiğini ve ikonografik kayıtlarda yük hayvanlarından daha önemli yer tuttuğunu gördük.

Kervanları korumanın önemi, Arsu gibi silahlı çöl tanrılarının develerle ilişkilendirildiği Palmyra'nın dini alanına da yansımaktadır. Dolayısıyla, silahlı develer dolaylı olarak kervan ticaretine tanıklık etmektedir. Koruyucu tanrılar veya kervan tanrıları olarak adlandırılan bu tanrıların develerle birlikte tasvir edildiği örneklerde, hayvanların burada tanrının bir özelliği olarak ele alındığı ve izleyicinin tanrıyı tanımasına yardımcı olduğu, tanrı olmadan tanrı imgesinin eksik kalacağı söylenebilir. Athena'nın her zaman bir miğferle, Herkles'in ise tahta bir sopa veya aslan postuyla tasvir edilmesi gibi, Arsu da devesiyle birlikte tasvir edilmiştir ve onu diğer Palmyra tanrılarından kolayca ayırmaktadır.

Yüklü develerin neredeyse hiç tasviri olmasa da, Palmyra'da çok sayıda askeri deve ve binicisinin tasvirine rastlıyoruz. Bu hayvanlar ve binicileri, kervanları koruyordu ve bu, şüphesiz ticaretten daha onurlu bir görev olarak görülüyordu.

Cenaze heykeltıraşlığında, Palmyra'nın seçkin erkekleri kendilerini kervan lideri veya tüccar olarak tanımlamazlardı. Aksine, kendilerini aileleri bağlamında sunarlardı ve genellikle cenaze yazıtlarında beş kuşak öncesine uzanan soylarını gösterirlerdi. Ancak, bu kişilerin mezarlarında yanlarında bir deve tasviri bulunması, sınıf statülerini belgelemeye ve tüccar veya kervan lideri kimliklerini doğrulamaya hizmet etmektedir.

Son olarak, Palmyra heykeltıraşlıklarındaki deve tasvirlerinin analizi, Doğu ile Batı arasında bir kavşakta konumlanmış bir medeniyet olan Palmyra'nın görsel kültürünü karakterize eden sanatsal ve sembolik vizyonun derinliğini ortaya koymaktadır. Bu eserlerde deve, gerçekçi bir nesneden çok daha fazlasını temsil etmekte; sosyal kimlik ve ekonomik statünün yanı sıra yerel dini düşüncede sembolik kavramları ifade eden bir sembol haline gelmiştir. Bu sembolik kullanım, Palmyra sanatının karmaşık entelektüel ve manevi boyutlara sahip mesajları iletmek için gündelik unsurları kullanma becerisini göstermektedir.

KAYNAKÇA

Arabı, A. (2024). Palmyra Ve Anadolu Roma Dönemi Dini Heykeltıraşlığında Görülen Kıyafetler Ve Objeler, Yayınlamış Doktora Tezi, Konya.

Bulliet, R. W. (1990)., The Camel And The Wheel, New York.

Dirven, L. (1999)., The Palmyrenes Of Dura-Europos - A Study Of Religious Interaction In Roman Syria, Religions In The Graeco-Roman World, Volume: 138, Leiden.

Dirven, L., (2020). Camels, Gods And Caravans. Representations Of Camels In Palmyra And Hatra As Proof Of Caravan Trade, In: D. Alexander (Ed.), The Camel Through The Ages: A Compendium Dedicated To Dr. Abd Al-Rahman Al-Tayyib Al-Ansari 197–212, Riyadh.

Drijvers, H. J. W. (1980)., Cults And Beliefs At Edessa, Etudes Préliminaires Aux Religions Orientales Dans L'empire Romain, Tome 82, Leiden.

Drijvers, H. J. W., (1976). The Religion Of Palmyra, Leiden.

Hvidberg-Hansen, F. O., (2007). Arsû And Azîzû. A Study Of The West Semitic "Dioscuri" And The Gods Of Dawn And Dusk, The Royal Danish Academy Of Sciences And Letters, Copenhague.

Jagher, R., & Le Tensorer, J M., (2011). El Kowm, A Key Area For The Palaeolithic Of The Levant In Central Syriain The Lower And Middle Palaeolithc In The Middle East And Neighbouring Regions (J. M. Le Tensorer, R. Jagher And M. Otte, Eds.). Etudes Et Recherches Archéologiques De L'université De Liège (Eraul), Liège.

Macdonald, M.C.A. (1990). Camel Hunting Or Camel Raiding?, Arabian Archaeology And Epigraphy 1(1):24 - 28, Oxford.

Martini, P., (2019). Camel Fossils From The El Kowm Basin, Syria. Diversity And Evolution, Locarno.

Raja, R. & Seland, E. H., (2020). Horses And Camels In Palmyrene Art: Iconography, Contexts And Meanings, Zeitschrift Für Orient-Archäologie, Band 13, 300-344, Berlin.

Raja, R. (2020). Men Of The Desert Or Men Of The World? Revisiting The Iconography Of Palmyrene Men And Their Camels, In Book: Methods And Models In Ancient History Made In Honor Of Jørgen Christian Meyer, Papers And Monographs From The Norwegian Institute At Athens 9, (Pp.129-150), Athens.

Rostovtzeff, M. I., (1932). The Caravan - Gods Of Palmyra, The Journal Of Roman Studies, Vol. 22, Part 1, Pp. 107-116, Cambridge.

Seland, E. H., (2017). The Iconography Of Caravan Trade In Palmyra And The Roman Near East, İn Book: Positions And Professions In Palmyra, Det Kongelıge Danske Vıdenskabernes Selskab, Palmyrenske Studier Bind 2, København.

Yon, J.-B., (2002). Les Notables De Palmyre, Beirut.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE MEMORY OF HALKAPINAR IN *YİTİK GÖL*: LITERARY TESTIMONY OF A VANISHED PLACE

Melisa GÖNEN
Graduate Student, Ege University, Graduate School of Nature and Applied Sciences, Department of Environmental Sciences, İzmir,-Türkiye
ORCID: ID/0000-0002-9594-7162

Prof.Dr.Bahriye GÜLGÜN
Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture, İzmir – Türkiye
ORCID: ID/ 0000-0002-7071-8486

ABSTRACT
This study examines Ahmet Günbaş's *Yitik Göl* (*The Lost Lake*) within the context of the relationship between place and memory. The aim of the study is to explore, through literature, the effects of the disappearance of Halkapınar Lake on both individual and collective memory. Childhood experiences and the deep connection that memory establishes with place constitute one of the central focuses of this analysis, since experiences lived in childhood do not remain at the level of mere recollection but instead generate a sense of place. The author feels a responsibility to revive and preserve his childhood encounters with the lake by attributing an identity to it. In this regard, *Yitik Göl* demonstrates how a vanished geographical space can be reconstructed and sustained in memory through literature.
At the same time, the work also engages with social practices formed around the lake, the phenomenon of migration, neighborhood life, and communal relations. Within this framework, the disappearance of a place with which strong emotional ties were established is narrated in ways that interweave the effects on the individual with ruptures in social relations and environmental transformations.
The emotional bond established in childhood evolves into a traumatic witnessing in adulthood. In this sense, the text offers not only a critique of ecological destruction but also a discussion of the effects of spatial transformation on the urban individual.
In conclusion, the study argues that space cannot be conceived independently of memory, and that memory serves as a powerful bearer of the sense of place. By bearing witness to lost places, literary texts reveal their capacity to reproduce them within both individual and collective memory.
Keywords: Halkapınar Lake, place, memory

YİTİK GÖL'DE HALKAPINAR'IN BELLEĞİ: YOK OLAN MEKANIN YAZINSAL TANIKLIĞI

ÖZET
Bu çalışma, Ahmet Günbaş'ın *Yitik Göl* adlı eserini mekân ve bellek ilişkisi bağlamında ele almaktadır. Çalışmanın amacı, Halkapınar Gölü'nün yok oluşunun bireysel ve toplumsal bellek üzerindeki etkilerini edebiyat aracılığıyla incelemektir. Çocukluk deneyimleri ve belleğin mekânla kurduğu derin bağ, bu incelemenin odak noktalarından birini oluşturmaktadır. Çünkü çocuklukta yaşanan deneyimler, mekânla kurulan ilişkiyi yalnızca hatırlama düzeyinde bırakmamakta yer duygusunu ortaya çıkarmaktadır. Yazar, çocukluğunda gölle yaşadığı deneyimleri göle bir kimlik atfederek yeniden yaşatma sorumluluğu hissetmektedir. Bu açıdan *Yitik Göl*, kaybolmuş bir coğrafi mekânın edebiyat aracılığıyla bellekte nasıl yaşatıldığını ortaya koymaktadır.
Bununla birlikte eserde göl etrafında gelişen sosyal pratikler, göç olgusu, mahalle yaşamı ve komşuluk ilişkileri de derinlikli bir biçimde işlenmektedir. Bu bağlamda, bağ kurulan bir mekânın kayboluşunun birey üzerindeki etkileri, toplumsal ilişkiler ve çevresel dönüşümlerle iç içe aktarılmaktadır.
Çocuklukta kurulan duygusal bağ, yetişkinlikte travmatik bir tanıklığa evrilir; bu bağlamda eserde hem ekolojik yıkım eleştirisi hem de mekânsal dönüşümün kentli birey üzerindeki etkileri tartışmaya açılmaktadır.

Sonuç olarak, mekânın bellekten bağımsız düşünülemeyeceği ve belleğin yer duygusunun güçlü bir taşıyıcısı olduğu ortaya konmaktadır. Çalışma, edebî metinlerin kaybolan mekânlara tanıklık ederek onları bireysel ve toplumsal hafızada yeniden üretme kapasitesini görünür kılmayı amaçlamaktadır.
Anahtar kelimeler: Halkapınar Gölü, mekan, bellek

Giriş

Yitik Göl, çocukluk deneyimlerini merkezine almakla birlikte, toplumsal belleğe ilişkin geniş bir perspektif sunmaktadır. Ahmet Günbaş, çocukluk yıllarında Halkapınar Gölü ile kurduğu kişisel bağı, yalnızca bireysel bir hatırlama edimi olarak değil, aynı zamanda toplumsal hafızayı anlamlandırmaya olanak sağlayacak bir kurgu unsuru olarak işlemektedir. Çocuğun bakış açısıyla oyun, arkadaşlık ve eğlencenin ötesine geçen anlatım, göl etrafında şekillenen komşuluk ilişkileri, göç deneyimleri ile dönemin ekonomik ve sosyal yapısını romanın başkahramanı Servet üzerinden görünür kılmaktadır. Bu bağlamda kent, yalnızca fiziksel bir mekân olmanın ötesinde; ekolojik yapısı, kültürel dokusu ve toplumsal ilişkileriyle bireysel belleğin inşasında etkin bir unsur olarak konumlanır. Kenti oluşturan unsurlardan birinde yaşanan değişimin birey üzerindeki etkilerini okuyabilmek öncelikle bireyin belleğini ve onun aidiyet duygusunda yaşanan değişimi çözümlemeyi gerektirir.

Halkapınar Gölü'nde yaşanan dönüşüm, yalnızca ekolojik bir yıkım olarak değil, aynı zamanda kent sakinlerinin mekâna yönelik aidiyet duygusu üzerindeki etkileri açısından da ele alınmıştır. *Yitik Göl*, bu çerçevede, çocukluk yıllarını göl çevresinde geçiren ve gölü arkadaşlık ilişkileri üzerinden kişiselleştiren bir çocuğun, gölün yok oluşunun ardından belleğinde taşıdığı deneyimlerle şekillenen tanıklığının ve bu tanıklığın sorumluluğuna bağlı olarak gelişen anlatma ihtiyacının bir ürünüdür.

Mekan, Zaman ve Bellek İlişkisi

Bireyin yaşadığı yerle aidiyet kurması o mekanda yaşanan deneyimlerle yakından ilişkilidir. Mekanın karakteristik özelliklerine bağlı olarak günlük zaman geçirme pratikleri şekillenmekte, sosyal ilişkiler sürdürülmektedir. Mekanın hangi zaman diliminde nasıl kullanılacağı, hangi amaçlara hizmet edeceği; ortak yaşam sürdüren bireyler aracılığıyla mekanın karakteristik özelliklerinin çözümlenmesiyle belirlenmektedir. Mekân, yalnızca soyut bir kavram ya da somut bir nesne değil; toplumsal ilişkiler ve biçimler bütününden oluşan, canlı, değişken ve akışkan bir gerçekliktir(Avar,2009). Çok katmanlı sosyal ilişkiler ağı, mekanın tanınması, paylaşılması ve kullanım pratiklerinin diğer bireylere aktarılması için işlevseldir. Kent mekânlarının şekillenmesinde; mekân kullanıcılarının fiziksel çevre ile ilişkileri, mekânı algılamaları, anlamlandırmaları ve bu fiziksel çevre içindeki davranışları önemli rol oynamaktadır(Erdönmez ve Haznedar, 2012). Mekanın fiziksel bir alan niteliğinden çok daha fazlasına sahip olması, bireyin anımsama, geri çağırma ve aktarma eylemlerini gerçekleştirmesini ve bellek kodlarını oluşturmasını kolaylaştırmaktadır. Bu sayede, mekân ortadan kalksa ya da bellektekinden farklı bir biçim alsa bile, o mekânın içkin değerlerini taşıyan bireyler onun yeniden üretilmesinde etkin rol üstlenmektedir. Mekân, sadece bireylerin değil, aynı zamanda toplumların belleğinde yer eden yaşanmışlıkları ve anıları içinde barındıran en önemli unsurlardan birisidir(Sarıkaya Levent, 2023). Mekan geçmişe ait bilginin kendisi olması bakımından bellekten ayrı düşünülememektedir. Bireyin belleğindeki mekan zamanla kollektif bir anlam kazanarak bellek mekanına dönüşmektedir.

Ahmet Günbaş, *Yitik Göl* isimli eserinde şehirden izleri tamamen silinen Halkapınar Gölü'nü belleği sayesinde, değişen zaman ve mekan koşullarına gerek duymadan geri çağırmakta, fiziksel olmasa da mekanın betimsel varlığının aktarıcılığı rolünü üstlenmektedir. Göle ilişkin tanıklığı olmayan bireyler, bir zamanlar İzmir kentinin Halkapınar bölgesinde bir göl olduğu fikrini söylem aracılığıyla öğrenmekte ve yazarın belleğinden aktarılan anlatılar üzerinden mekânı anlamlandırmaktadır. Eserde bellek kavramı çokça vurgulanmakta, geleceğe bellek üzerinden atıfta bulunulmaktadır. Aşağıda, kitaptan yapılan alıntılarda da görüleceği üzere, "küçücük beyinler" ifadesiyle çocuklukta yaşanan ilk karşılaşmaların ve buna dair ayrıntıların bellekte yer bulduğu belirtilmektedir. Mekan belleğe kaydedildiğinde mekanın fiziki varlığından bağımsızlaştığı, gölün her koşulda yaşamaya devam edeceğine yönelik ifadeyle açıklanmaktadır:

"Küçücük beyinler ilk kez gördükleri her ayrıntıyı belleklerine sımsıkı yerleştirirler(…)"(Günbaş,2014 s.87)

"Bilinen bir şey varsa o da her koşulda Halkapınar Gölü'nün tüm düşselliğiyle yaşamaya devam edeceği gerçeğiydi Servet'in bilinçaltında."(Günbaş,2014 s.108)

Mekanın çok katmanlı yapısı, ve sadece insanın çevresini kuşatan fiziksel bir yapı olmadığı; mekanın da insan tarafından kuşatılarak içselleştirildiği, "gölle bütünleşme" ifadesinde verilmektedir.

"Göl havasını solumuş Mersinli sakinleri için yaşamak, gölle bütünleşmekten ibaretti öncelikle."(Günbaş,2014 s.115)

Mekanın insan tarafından nasıl kuşatıldığı, insanın çevresini nasıl algıladığı ile yakından ilişkilidir. Mekanın bitki örtüsü, yerleşim düzeni, ekolojik özellikleri kentli tarafından algılanmalıdır. Mekan üzerinde kuşatmanın gerçekleşmesi onu tanımlayabilmeyi, onun işlevlerini deneyimleyebilmeyi ve betimlemelerden yararlanarak söylem üretebilmeyi gerektirir. Kuşatma kendini söylemde gösterir. Örneğin, sokaklara verilen isimler veya mekanın kullanım amacına yönelik isimlendirmeler rastlantısal değildir. Öncelikle mekanın tanınması, çağrıştırdığı niteliklerin belirlenmesi, yaşam alanına aidiyet hissedilmesi ve aşina olunan nitelikleri "diğer" niteliklerden ayrıştıran söylemlerin kurgulanması gerekir. Böylece söylem bellektekilerin geri çağrılması için bir önkoşul haline gelebilir. Kavramlar, belleğe kaydedilen betimlemelerin yeniden hatırlanması için bir geri çağırma işlevi üstlenmektedir. Aşağıda verilen alıntılarda geçen sokak isimleri ve "Toprak Saha" olarak isimlendirilen oyun alanı hatırlama ve aidiyet kurma işlevinde anlamlı bir rol üstlenen adlandırmalar arasında gösterilebilir:

"Doğada ne varsa evlere de yansırdı az çok. Papatyalarla gelincikler avlu kapısından içeri girerlerdi kol kola. Evden avluya, avludan sokağa, oradan doğanın ta yüreğine işleyen bir yaşam biçimi vardı Mersinli sakinlerinin. Yerleşim alanlarının adları bile doğayla örtüşüyordu: Mersinli, Çınarlı, Çamdibi, Çamkıran, Yeşilova, gibi…Bu adlandırma doğaya yapışık çerçevede sürdürüp giderdi egemenliğini."(Günbaş,2014 s.78)

"Servet ve Ayhan, mahalle çocuklarının yağmur çamur demeden doluştuğu, bahçeden bozma toprak bir sahadan geçerek varmışlardı oraya. Mahalle dilinde "Toprak Saha"ydı adı. Bu saha dört mevsim oyun beşiğiydi sanki."(Günbaş,2014 s.37)

Belleğe yerleştirilen unsurların kalıcılığı, öğrenme biçimiyle yakından ilişkilidir. Bellek, düşüncelerimizi, algılarımızı ve deneyimlerimizi bir arada tutan bir yapıştırıcı olup zaman içinde geriye yolculuk yapmamızı sağlamaktadır(Engin vd. 2008). Öğrenme sürecinde duyuların ne ölçüde kullanıldığı ve bilginin ne kadar deneyimlendiği, o bilginin uzun süreli belleğe kodlanma düzeyini belirlemektedir. Ahmet Günbaş, eserinde öğrenme pratiklerini iki farklı kaynağa atıfta bulunacak şekilde işlemiştir. Kitapta, baş karakter Servet'in hem öğrenci kimliğiyle bir eğitim kurumu çatısı altında yaşadığı öğrenme sürecine hem de sosyal ilişkiler aracılığıyla deneyimleyerek edindiği öğrenme sürecine yer verilmiştir.

Servet'in yakın arkadaşı Ayhan ile Manda Çayı'nda balık yakalama ve yakalanan balıkları bir süre su dolu kavanozda besleme biçiminde oynadıkları oyun, balık türlerini tanıma ve balığın yaşam koşullarına uygun su niteliklerini gözlemleme açısından deneyim temelli bir öğrenme süreci olarak aktarılmaktadır. Suyun hareketle bulanarak balıkların kaçmasına yol açması ya da kavanozdaki balıkların yaşayabilmesi için çözünmüş oksijen seviyesini korumak amacıyla suyun düzenli aralıklarla değiştirilmesi gerekliliği, oyun sırasında karşılaşılan durumlar aracılığıyla edinilen öğrenme örnekleri olarak ortaya çıkmaktadır.

"Eve gidince kavanozun suyunu değiştir, olur mu? Değiştirmezsen ölürler. Karınları üste gelir."(Günbaş,2014 s.38)

Günbaş, Servet'e derslerde "çevre" bilincini aşılayan Lütfü öğretmene de değinir. Onun kuşlarla, ağaçlarla, çiçeklerle, böceklerle sarmaş dolaş yaşam dersleri verdiğinden bahseder. Lütfü öğretmenin öğrencilerinin diğer öğrencilere kıyasla bitkiler ve hayvanlar üzerine daha çok şey bildiğine değinilir. İlerleyen sayfalarda Servet'e göre gölün en sevimli yaratığının yeşilbaşlı ördek olduğu belirtilmektedir. Sınıfta tanıtılan canlıları yaşam alanında gözlemleme fırsatı bulan Servet, öğrenme deneyimini dışarı taşıyarak yaşadığı karşılaşmalarla pekiştirir. Yazar, öğrenmenin sınıf dışında da sürdürülüp pekiştirileceğine vurgu yapmaktadır. Aşağıda yer alan alıntıda, çocuğun mekan ve o mekanda yaşayan canlıya dair gözlemi aracılığıyla kurduğu benzerlikte dikkat çekici bir ilgi göze çarpmaktadır:

"Servet'e sorarsanız, yeşilbaşlı ördek en sevimli yaratığıydı gölün. Onun başındaki gizemli yeşille, çamlığın göl sularını tirşelik birbirine akraba gibiydi."(Günbaş,2014 s.97)

Çocukluk Deneyimleri ve Yer Duygusu

Özellikle dışarıda zaman geçirme ve keşfetme pratiklerinin yoğun olarak yaşandığı çocukluk dönemi belleğin oluşmasında ve mekanın belleğe kodlanmasında önemli bir dönem olarak görülmektedir. Çocukluk deneyimleri ile belleğin mekânla kurduğu güçlü bağ, bu çalışmanın temel odaklarından biridir. Zira çocuklukta edinilen deneyimler, mekânla ilişkiyi yalnızca hatırlama boyutunda bırakmayıp, aynı zamanda yer duygusunun oluşmasına da katkı sağlamaktadır. Yer duygusu (sense of place) kavramı, coğrafyacı Edward Relph tarafından ayrıntılı biçimde ele alınmıştır. Yer, kültürel ya da bireysel olarak yüklenen anlam ve niyetlerin odağı olarak, insanın dünyaya katılımının temel ifadesini oluşturur ve bu yolla mekâna anlam kazandırmaktadır(Ar, 2021). Relph, yer duygusu kavramıyla insanların belli mekanlarla kurduğu özgün bağları anlamlandırmaya çalışmaktadır. Yalnızca yerin fiziksel özelliklerini değil o yerle kurulan aidiyet, anlam ve kimlik ilişkisini de irdelemektedir. Yer bireylerin iletişime geçtikleri ve bağlandıkları mekânlar, anlamlı konumlardır(Cresswell, 2004, s. 75 akt. Ar, 2021). Bu iletişim ve bağlanma bir benzerlik ilişkisi kurmakla da kendini gösterebilmektedir. Yitik Göl'de de görüldüğü gibi, çocukluk dönemi mekanın kişiselleştirilmesinin makul gerekçelerle sağlanabileceği bir dönemdir. Çocuk bir mekana kolayca nitelikler atfedebilir. Kişiselleştirdiği mekan artık iletişim kurulabilen bir oyun arkadaşına, bir sırdaşa ya da bir kaçış noktasına kolayca dönüşebilir. Bu sadece mekanın değil çocuğun kimlik gelişiminde, günlük hayatında sürdürdüğü pratiklerin şekillenmesinde de önemli bir etkendir.

Halkapınar Gölü yalnızca, arkadaşlık duygularının pekiştiği, ekosistem farkındalığının kazanıldığı bir deneyim alanı olmanın ötesinde; çocuk tarafından kentlinin kent üzerindeki etkilerinin ve bu bağlamda mekânsal dönüşümün gözlemlenebildiği bir deney ve gözlem alanıdır.

Kitabın ana karakteri Servet, kırdan kente göç ettiğinde kentin çok katmanlı yapısı karşısında büyülenmiştir. Halkapınar Gölü, ilk karşılaşma anında Servet tarafından deniz olarak tanımlanmış ve kitabın ilerleyen sayfalarında da bu şekilde nitelendirilmiştir. Servet'in "çocukluğumun denizi Halkapınar" ifadesi, kırsaldan kente göç eden bir çocuğun kent karşısında hissettiği yabancılığın ve kentin büyüklüğü karşısında yaşadığı "yersizlik" duygusunun bir tasvirini çizmektedir.

"Çocukluğunun denizini yakın çekim koynuna almış, düşlerine, hayallerine karıştırmıştı çevresiyle birlikte."(Günbaş,2014 s.97)

"Bilinen bir şey varsa, o da her koşulda Halkapınar Gölü'nün tüm düşselliğiyle yaşamaya devam edeceği gerçeğiydi Servet'in bilinçaltında. İleride «Çocukluğumun denizi Halkapınar» dizesiyle belleğine kazınarak…"(Günbaş,2014 s.108)

Servet'in adaptasyon konusunda yaşadığı zorluklar yalnızca kentin kendisine yabancılığı bağlamında değildir. Servet, konuşmasındaki kırsal ritimler yüzünden de "zorluk" yaşamaktadır. Yaşadığı zorluğu, kendisini ifade edememesinden ziyade bir karşılık ya da kendini ifade edebileceği güvenli bir alan bulamamasına bağlamak daha doğru görünmektedir. Zira Halkapınar Gölü, "her şeyi suyun diline çevirerek" Servet'in iletişim kurabileceği bir arkadaş olarak nitelendirilmekte ve çocuğun yer aidiyetinin oluşmasında önemli bir rol üstlenmektedir. Yazar, göl ve çocuk arasında kurulan iletişimin yapıcı ve özgüven aşılayan etkisini şöyle ifade etmektedir:

"Başlarda pek arkadaşı yoktu Servet'in. Çünkü konuşma farklılığı, yani şivesi onu biraz yabancı ve çekingen kılıyordu. Bu yalnızlığını göl dolduruyordu sanki. Sularla, balıklarla, bulutlarla, kuşlarla ağaçlarla bütünleşen bir dili vardı gölün. Kıyıya çarpa çarpa ulaştırıyordu sözcüklerini. Her şeyi suyun diline çeviriyordu. Servet'in kolayca anladığı bir dildi bu."(Günbaş, 2014 s.75)

Sosyal Pratikler ve Bağ Kurma

Bellek, bireysel bir olgu gibi algılansa da, toplumsal olarak oluşturulup devam ettirilir. Birikimli bir şekilde toplumsal belleği saklayıp sosyal ağlarla örmeye devam eden mekân, zamanla bir bellek mekânına dönüşerek toplumsal içerikleri barındırmakta ve geleceğe aktarmaktadır(Sarıkaya Levent, 2023 s.329). Bu bağlamda mekan, yalnızca insanın çevresini kuşatan fiziksel bir alan olarak nitelendirilmemelidir. Mekan kendisine atfedilen anlamla tanımlanan, kuşatılan ve bağ kurulan çok katmanlı sosyal bir deneyim alanıdır.

Yitik Göl, mekanın yalnızca fiziksel betimlemeler üzerinden değil aynı zamanda mahalle yaşamı ve komşuluk ilişkileri üzerindeki işlevi bakımından tanımlandığı bir eserdir.

Bu anlatıda mekan, bir çocuk için ilklerin yaşandığı bir öğrenme ve keşfetme alanıyken bir yetişkin için farklı bir işlevde yeniden tanımlanmaktadır. Örneğin, balık tutma eylemi yetişkinler için sıradan bir rutin iken, çocuk için bellekte silinmeyecek yeni bir deneyim olarak aktarılmaktadır. Bu doğrultuda, Nami Dayı karakteri ve Servet'in mekanı aynı perspektiften bakarak anlamlandırması okuyucuda da bir beklenti yaratmamaktadır. Servet'in yaşadığı mekanda sürdürdüğü eylemlerin çocuk olmaya yönelik bir özgünlükte seyretmesi yanı sıra gözlemlerinin ayrıntıları yakalıyor olması onun bellek kodlarının oluşması için güçlü bir yönelim sağlamaktadır. Bu yetkinlik, mekanı gelecekte yeniden üretmek üzere Servet'e bir hatırlama ve geri çağırma yetkinliği kazandırmaktadır. Ancak bu yetkinliğin, aşağıda da görüldüğü gibi, bireysel nitelikleri aşan sosyal iletişimle geliştirilen bir yanı da bulunmaktadır:

"Bugün neler öğrenmişti Nami Dayı'nın yanında? Yıllar sonra belleğinin günlüğünde hiç silinmeden kalacak yepyeni şeyler. Küçük denizi Halkapınar Gölü'nün balçığından yem çıkarmak, tüm yemlerini yedirmiş olsa da balık tutmayı denemek, birçok balığın adını öğrenmek, denizin köpüklü mavisiyle burun buruna gelmek, ilk kez tuzlu sulara ayaklarını sokmak…En güzeli, Nami Dayı'yı daha yakından tanımak…"(Günbaş,2014 s.68)

Kitap, sosyoekonomik olarak az gelişmiş bir bölgede yaşayan insanların hayatını anlatmaktadır. Çoğu kırsaldan göç ederek kente yerleşen bu insanlar için hem yaşam pratikleri hem de keşfedilmek üzere erişilebilir mekan olanakları sınırlıdır. Bu nedenle maruz kalınan ve günlük hayatın olağan akışında sürdüğü mekanın işlevlerine yönelik beklenti artmaktadır. Mahalle halkı, mekandan alabileceği verimi en yüksek noktaya taşımak ve yaşam alanlarını zenginleştirmek için kendi yorumlarıyla alana yeni işlevsellikler kazandırmaya çalışmaktadır. Sokak kimi zaman sohbet edilip çay kahve içilecek bir oturma alanı kimi zaman da haberleşmek için kullanılan bir iletişim kanalıdır. Mahalle halkının gölle ilişkisi de aynı noktadan hareketle çeşitlenmekte, göl bazen piknik yapmak üzere bir araya gelinen bir sosyalleşme mekanı olarak kullanılmakta bazen de balık tutulan bir keşif alanı rolünü üstlenmektedir.

"(…)kıyısındaki okulda okumuş, beş yıl boyunca kışlı baharlı sularıyla konuşmaya çalışmıştı. Ayhan'la, yüreğini hoplatan balık tutma merakıyla gerçekleştirdikleri ilk kaçamakları ise aklından çıkmıyordu hiç. Hele piknik zamanları. Mahalleli tümüyle göl kıyısına taşınıyordu"(Günbaş, 2014 s.107).

Göç alan bir bölge olan Halkapınar'da, kırsaldan kente yerleşen insanların oluşturduğu heterojen bir yapı bulunmaktadır. Ancak buranın sakinlerinin kurdukları iletişim ve komşuluk bağları oldukça homojen ve farklılıkların yadırganmadığı, eşitlikçi bir mahalle kültürü temelinde şekillenmektedir. Bu kültür, bireyleri kentin zorlu koşulları karşısında birbirine kenetlemekle kalmaz; aidiyet kurma ve 'biz' olma bilincini sokak hayvanlarını da içine alacak biçimde genişletir. Kahve eşliğinde yapılan sohbetlerden selamlaşma pratiklerine, ortaklaşa sürdürülen günlük rutinlerden saksı bitkilerine duyulan özen ve sokak hayvanlarına gösterilen ilgiye kadar pek çok unsur, sokağı canlı bir sosyal mekâna dönüştürmektedir. Böylece sokak, adeta bir festival alanı gibi çok renkli, paylaşıma dayalı ve kapsayıcı bir yaşam pratiğinin mekânı haline gelmektedir.

Günbaş(2014, s.109) adından sıkça söz ettiği ve kurguladığı sosyal ilişkileri temellendirdiği "çıkmaz sokak" isimli mekanı eserinde şöyle anlatır:

"Ah o çıkmaz sokak! Kırlara bahçelere açılırdı önü arkası. Bir ayağı kentteyse, diğeri doğadaydı. Kapıağzı oturmaları, gönüldeş söyleşileri, fallı falsız kahveleri (…) eksik olmazdı tarihinde. Yeter ki köşeyi dönüverin, selamınız çevrilmezdi geri; er geç girecek bir kapı bulurdu kimsesizliğiniz. (…) Kedisi, köpeği taşlanmaz, tekmelenmez, aç bilaç dolaşmaz, kesinlikle sokağın sakinlerinden sayılırdı."

Yitik Göl: Yazınsal Bir Bellek Mekanı

Yitik Göl, Günbaş'ın çocukluk belleğinden beslenen deneyimlerin kolektif bellekle harmanlandığı; toplumsal, ekolojik ve mekânsal örüntülerin iç içe geçtiği bir eser olarak değerlendirilebilir. Gölün bir çocuğun gözünden aktarılması, mekânın yalnızca coğrafi bir unsur değil; oyunların, dostlukların ve aidiyet duygusunun inşa edildiği yaşamsal bir alan olduğunu ortaya koyar. Ancak mekân, bellek dışında savunmasız ve müdahaleye açıktır. Göç hareketleri, kent yönetiminde alınan kararlar ve inşaat sektörünün artan hâkimiyeti gibi dönüştürücü dinamiklerden korunamaz. Bu müdahaleler kentin doğal dokusunu aşındırarak gölün fiziksel varlığını zamanla ortadan kaldırır. Karar alma süreçlerinde kentlinin edilgen bir konumda bırakılması ise yabancılaşma ve yersizlik duygularını beraberinde getirir.

Böylece yaşanan kayıp, bireysel bellekte kırılmalara yol açarken, kentin ortak hafızasında da derin boşluklar oluşturur.

Günbaş, Servet karakteri aracılığıyla gölün çocukluk anılarındaki canlılığını ve zamanla kent siluetinden silinişini aktarır. Bu anlatı, bireysel tanıklığı kolektif bir tanıklığa dönüştürerek hafızanın kent içinde adeta bir hayalet gibi dolaşmasına imkân verir. Mekanın aşinalığını kaybetmesinin ve bellekte var olanla örtüşmeyen bir gerçeklikle yüzleşmenin Servet üzerindeki etkisini daha anlaşılır kılmak için solastalji kavramına değinmemiz faydalı görünmektedir. Çevrenin tahrip edilmesinden kaynaklanan hastalık, sıkıntı ve aidiyet kaybı gibi olgularla ilişkili olan solastalji kavramı, çevre felsefecisi Glenn Albrecht tarafından ortaya atılmıştır(Özberk,2023 s.680). Albrecht, olumsuz çevresel değişimlerin yol açtığı üzüntü, depresyon ve çaresizlik duygularının yanı sıra aidiyet ve kimlik kaybı ile sosyal ağların parçalanması deneyimlerini açıklamak için bu kavramı kullanmıştır (Özberk, 2023 s.680).

"Çok değil bir yıl içinde herkes zorunlu ilişkiler doğrultusunda birbirine alışacak, özellikle çocuklara özgü farklılıklar oyun ortaklığında eriyip gidecekti. Ama taşlı, betonlu yapıların altında ezilen o yeşil alanlar bir daha gelmeyecekti geriye.(…) Ve asıl fatura bir göle çıkartılacaktı. Binlerce yıl sere serpe yaşadıktan sonra haritadan silinivermek acıların en büyüğü olsa gerekti."(Günbaş,2014 s.104)

Servet, kitap boyunca çok sevdiği Halkapınar Gölü'nün çevresinde yaşanan değişimlerin ayak seslerini yakından takip etmektedir. Değişim sadece fiziksel yapıda sürmemekte, sosyal yapı da değişmektedir. Halkapınar bölgesi her geçen gün daha çok göç almakta, sokaklar benzer yüzleri, benzer sesleri unutturmaktadır. Artık biz ve onlar ayrımı derinleşmekte, tanıdık olan tesadüfi bir karşılaşmaya dönüşmektedir.

"Eskiden Çamlıca Sineması'nın arkasında biten sokaklara yeni yeni sokaklar ekleniyordu durmadan. Taşlar, tuğlalar, demirler, çimentolar, kumlar yığın yığın dökülüyordu aralara. Hiç tanımadığı yeni insan yüzleri toz duman arasında yüksek seslerle, uluorta sesleniyorlardı birbirlerine."(Günbaş,2014 s.102)

Servet, aidiyet kurduğu göl ve çevresinde yaşananların bir seyircisi olarak yalnızca mekânsal değil, aynı zamanda duygusal yıkımlara da maruz kalmaktadır. Benimsenen ve kimlik inşa edilen mekan geri dönüşü olmayan değişime uğrarken duygusal acı da gün geçtikçe Servet'in üzerinde kendini hissettirmektedir. Kalıcı çevresel değişim nedeniyle yaşanan veya beklenen ekolojik kayıplarla ilgili olarak hissedilen yas olarak tanımlanan ekolojik yas, bireysel umutsuzluk ile toplumsal yasın kesişiminde şekillenmekte ve çevresel değişimlere kolektif bir tepki olarak ortaya çıkmaktadır(Cunsolo & Ellis, 2018 s.136 akt. Özkan,2025 s.372).

"Sanat okulu, sanayi sitesi, stadyum derken tek ağaç kalmayacak ortada! Kuşatma tamamlanıyor. Molozların, pissu akıntılarının sinsi yürüyüşü başladı bile. Tozu dumana katarak geliyorlar. Kimseler oralı değil. Göl ağıtsı renklere bürünüyor; çöplerle molozlarla soluğu daralıyor günden güne. Pikniğe de çıkılmaz oldu zamanla. Sere serpe yeşillikler gerilerde kaldı."(Günbaş,2014 s.112)

Kitabın son sayfalarında, okuyucu Servet'in yetişkin haliyle bir araya getirilmektedir. Servet'in yaşadığı yüzleşme ve yeniden hatırlama süreci, okuyucunun da belleğin aracılığıyla geçmişe dönmesini sağlamaktadır. Bu tanıklık, yalnızca bireysel bir deneyimin aktarılması değil, aynı zamanda geçmişle kurulan bir sorumluluk duygusunun edebi bir ses aracılığıyla ifade bulması anlamına gelir. Böylelikle göl, Pierre Nora'nın *lieux de mémoire* kavramıyla uyumlu biçimde, somut varlığından çok edebi temsil üzerinden hatırlanan bir bellek mekânına dönüşür. Bu dönüşüm, edebiyatın yalnızca mekânsal kayıpları telafi etmekle kalmayıp, geçmiş deneyimleri günümüze taşıyan ve bireysel ile kolektif hafızayı birleştiren güçlü bir araç olduğunu gözler önüne sermektedir.

Ahmet Günbaş, karakterin okuyucuya vedasını, Servet'in belleğindeki mekânın hakikatine vedası üzerinden kurgulamıştır. Karakterin, belediyenin düzenlediği bir etkinlikte konuşmacılardan biri olarak yer alması, bir kürsü fikri üzerinden mekânın son kez bellekten geri çağrılmasını sembolize edecek şekilde tasarlanmıştır. Bu bağlamda Servet, tanıklık kimliği aracılığıyla kentlileri yaşadıkları kentin bilinmeyen silüetiyle yüzleştirmiştir. Konuşmacı ve dinleyiciler arasında geçen diyaloglarda, mekânın hakikati kırılgan ve belirsiz bir şekilde tartışılmış; yitirilen Halkapınar Gölü ise belleğin gücüyle geri çağrılarak dinleyicilerle paylaşılmış ve onlarla yüzleştirilmiştir.

"Salondakiler büyülenmiş gibi dinlediler bu söylenceyi. Sonra çocukluğunun küçük ve sevimli denizine adadığı o şiir dökülmüştü ağzından
"Nerede o göl? Halkapınar!
Sular ilk orada mı dinlenirdi
Düşüp ıslanır mıydı bulutlar
Kuşlar kuşlara neler söylerdi
Bir yanı oyunbaz koruluklar
…"(Günbaş,2014 s.117)

4 >>YAŞAM EDİTÖR: Esin GENÇEL TASARIM: Seval ASLAN 11 Temmuz 2018 Çarşamba İLKSES
Halkapınar'da bir zaman
ÖZEL HABER

Şekil 24: "Halkapınar'da Bir Zaman" isimli habere ait kapak fotoğrafı, kentte Halkapınar Gölü'ne dair hiçbir iz kalmadığını ve yoğun yapılaşmayı gösteriyor. (Sultan Gümüş, İlkses Gazetesi, 11 Temmuz 2018.)

Tartışma ve Sonuç

Kent kimliğini oluşturan unsurların yok olmasına neden olan kararlar, bireysel ve toplumsal bellekte boşluklar yaratmakta kentlinin mekan duygusunu ve mekan algısını derinden sarsmaktadır. Ekolojik krizler, yalnızca dışsal olaylar olmakla kalmayıp, aynı zamanda derin psikolojik deneyimler yaratarak bireylerin kimliklerini ve mekânla kurdukları ilişkileri yeniden şekillendirir(Fisher,2013 akt. Özkan,2025 s.375). İstikrarsızlık, yabancılaşmayı kaçınılmaz kılmaktadır. Bu nedenle kent ve kentli arasında aidiyet ilişkisinin kendiliğinden oluşması için gerekli şartların olgunlaşması gerekmektedir. Bir bütünün tamamlayıcısı veya bir parçası olmak, genel olarak aidiyet duygusunu; insan-mekân ilişkisinde ise mekânı sahiplenme ve mesken edinme isteği mekânsal aidiyet duygusunu ifade etmektedir(Akbarishahabi,2022 s.143).

Kentlinin, hakikatini kaybetmiş, kent silüetinden silinmiş ve dolayısıyla hiç tanık olunmamış bir mekâna yönelik aidiyet geliştirmesi neredeyse olanaksızdır. Ancak yitirilen mekâna dair bir tanıkla karşılaşılması durumunda, bellek ve söylem aracılığıyla bu mekâna dair bir hakikat inşa etmek mümkündür. *Yitik Göl*, tam da bu olasılığı tartışmaya açar; eser, edebiyatın sunduğu anlatı ve temsil imkânları üzerinden, kaybolmuş bir mekâna yönelik aidiyet ve tanıklık deneyimlerinin nasıl yeniden kurulabileceğini irdelemeye olanak tanır.

Edebiyat, bellekte taşınan mekanı hatırlama ve geri çağırma aracı olarak kritik bir rol oynamaktadır; Yitik Göl örneğinde olduğu gibi, geçmişe dair deneyimler belleketeki mekan aracılığıyla yeniden kurgulanabilmektedir. Kaybolan ekosistemler edebi anlatılar üzerinden yeniden görünür hale getirilmektedir. Mekan sürekliliği bellek aracılığıyla betimsel de olsa sağlanabilmektedir. Ancak, hatırlamanın sürekliliğini sağlama gerekliliği, beraberinde mekânın korunması ihtiyacını da ortaya çıkarmaktadır(Sarıkaya Levent, 2023 s.334). Koruma bir tahakküm veya biçimlendirme istenci olmaktan çıkarılmalıdır. Koruma bir bilinç ve aidiyet kültürü ve yaşamın gereği olarak benimsenmelidir.

Kent üzerinde tahakküm kuran tek tip ve tek yönlü karar alma mekanizmaları yerine, farklılıkları gözeten ve çeşitliliğe dayalı bir zemin üzerinden yürütülen adil katılım hakkı mekanizmaları geliştirilmelidir.

KAYNAKÇA

Akbarishahabi, L. (2022). İnsan Ölçeğinde Tasarlanan Kentsel Mekanlar ve Kent Sakinlerinin Aidiyet Duyguları Üzerine Bir Değerlendirme, Kent Akademisi Dergisi, 15(1):136-154.

Ar, M. (2021). Mekân, yer ve yersizlik kavramları üzerine bir inceleme. Şehir ve Medeniyet Dergisi, 7(14), 8-25.

Avar, A. A. (2009). Lefebvre'nin Üçlü- Algılanan, Tasarlanan, Yaşanan Mekân- Diyalektiği. Mimarlık ve Mekân Algısı, 17, 7-16.

Demir Kahraman, M. (2019). Kamusal Alanın Dönüşümü ve Kentsel Mekanın İletişimsel Niteliği Üzerine Düşünmek. Planning, 29(3), 195-201.

Engin, A. O., Calapoğlu, M., & Gürbüzoğlu, S. (2008). UZUN SÜRELİ BELLEK VE ÖĞRENME. Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitü Dergisi, 1(2), 251-262.

Erdönmez, E., & Haznedar, B. (2012). Sosyal İletişim Arayüzü Olarak Kentsel Mekan. Şehir Düşünce Merkezi, 151-175.

Gümüş, S. (2018, Temmuz 11). Halkapınar'da bir zaman [Haber fotoğrafı]. İlkses Gazetesi.

Günbaş, A. (2014). *Yitik göl* (3. bs.). Yakın Kitabevi.

Özberk, N. (2023). "Hey Çoruh Kederim Derinden Derin": Çevresel Dönüşümün Duygusal Coğrafyaları Ekopsikoloji ve Solastalji, Kent Akademisi Dergisi, 16(2):676-701.

Özkan, A. (2025). İklim Yazınında Solastalji ve Ekolojik Yas: Ekopsikolojik Perspektiften Flight Behaviour Analizi. Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 29, 368-381.

Sarıkaya Levent, Y. (2023). Hatırlama Ve Unutma Aracı Olarak Bellek Mekânları. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 22(85), 328-339.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

SUBSTANCE FROM THE MILESIAN SCHOOL TO ARISTOTLE: A PHILOSOPICAL ANTHROPOLOGY PERSPECTIVE

Doç. Dr. Seval YİNİLMEZ AKAGÜNDÜZ
Kırşehir Ahi Evran University, Institute of Social Sciences, Faculty of Arts and Sciences, Philosophy Department, Kırşehir, Turkey,
ORCİD: ID/ 0000-0003-4200-351X

Zeynep Dilan KÖYSÜREN
Kırşehir Ahi Evran University, Institute of Social Sciences, Faculty of Arts and Sciences, Antropology Department, Kırşehir, Turkey,
ORCİD: ID/0009-0008-7417-187X

ABSTRACT
The problem of the essence of the human being appears at the center or at the margins of almost all disciplines. In the history of philosophy, Aristotle's definition of the human as a "rational animal" gradually transformed into a conception of the human as a mortal being, distinguished from other animals, capable of producing doctrines about the past, present, and future; as an organism that, in Kant's words, dares to use its own reason, or, as in Descartes' *cogito ergo sum*, whose very existence is tied to thought itself. Yet, within this framework, the question shifts from who or what the human is to the inquiry into the relationship between the human and nature, leading ultimately from the notion of *arche* to the investigation of *ousia* (substance). Aristotle's detailed studies on nature, the cosmos, and the human being historically evolved, particularly with the advent of the Medieval period, into an inquiry specifically focused on the human. In medieval philosophy, the human was regarded as the footprint of God. In other words, during this period, it was believed that because God loved humans more than any other beings, the universe was placed at their service. Conducting a meta-analysis of the similarities, differences, and tensions between this conception of the human as a magnificent living organism—whose existence depends on nothing other than itself—and the Aristotelian notion of substance constitutes one of the priorities of this study. Building on these explanations, the primary aim of this research is to conduct an inquiry into the meaning and content of the concept of *ousia* in Aristotelian philosophy and the problem of *arche* as addressed by the thinkers of the Milesian School, guided by the perspective of philosophical anthropology on the human being. The secondary aim is to draw attention to the epistemological and paradigmatic transformation that marked the transition in the history of philosophy from the concept of *arche* to the concept of *ousia*-a shift that redirected philosophical inquiry from nature to the human being-and to highlight the implications of this transformation for the socio-political conception of the human within the discipline of anthropology. The method employed in this study is document analysis. Through this method, the works of the thinkers of the Milesian School and especially those of Aristotle have been used as the main sources of data. These sources have been subjected to philosophical scrutiny in line with the aims of the article.
Keywords: Ousia, Arche, Human, Milesian School, Aristotle.

FELSEFİ ANTROPOLOJİ EKSENİNDE MİLET OKULUNDAN ARİSTOTELES'E TÖZ KAVRAMI

ÖZET
İnsan kavramının neliği problemi hemen hemen tüm disiplinlerin odağında veya kıyısında karşımıza çıkmaktadır. Felsefe tarihinde Aristoteles'in insanı yani akıllı hayvanı zamanla hayvandan farklı olarak ölümlü olduğunu, geçmişi, şimdiyi ve geleceği hakkında doktrinler üretebilecek hatta Kant'ın deyimiyle aklını kullanmaya cesaret edebilen ya da Descartes cogito ergo sum'un da olduğu gibi varlığı düşüncesine bağlı olan bir organizmaya dönüşmüştür. Ancak bu kurgunun içinde insanın kim ya da ne olduğundan öte insanın üzerinde yaşadığı doğa ile arasındaki ilişkiden hareketle arkhe kavramının özüne ilişkin sorgulama bir müddet sonra "töz" kavramının irdelenmesine evirilmiştir.

Aristoteles'in detaylı doğa-evren ve insan araştırmaları tarihsel olarak Ortaçağ dönemiyle birlikte insan özelinde bir sorgulamayı ortaya çıkarmıştır. Ortaçağ felsefesinin temelini oluşturan insan Tanrı'nın ayak izi olarak kabul edilmiştir. Başka bir deyişle söz konusu dönemde Tanrı insanı diğer var olanlardan daha çok sevdiği için evreni insanın emrine amade etmiştir. Yaşayan bu muhteşem organizmanın (insan) -var olması için kendisinden başka hiçbir şeye ihtiyacı olmayan- töz kavramıyla ilişkisindeki benzerlik, farklılık ve çekişmelerin meta analizini yapmak bu çalışmanın öncelikleri arasındadır. Tüm bu açıklamalardan hareketle araştırmanın birincil amacı, felsefi antropolojinin insana bakış açısı kılavuz alınarak Millet Okulu düşünürlerinde arkhe problemi ve Aristoteles felsefesinde töz kavramının anlam ve içeriğine ilişkin bir soruşturma yapmaktır. İkincil amaç ise, felsefe tarihinde arkhe kavramından töz kavramına geçişte felsefenin yüzünü doğadan insana çevirme noktasında karşılaşılan epistemolojik ve paradigmasal dönüşüme dikkat çekerek sosya-politik insan olgusunun antropoloji disiplininde yarattığı çağrışımları ele almıştır. Çalışmada yöntem olarak doküman incelemesi kullanılmıştır. Bu yöntemle, Millet Okulu temsilcileri ve Aristoteles başta olmak üzere, dönem düşünürlerin eserleri veri kaynağı olarak incelenmiştir. Söz konusu veri kaynakları, makalenin amaçları doğrultusunda felsefi bir sorgulamadan geçirilmiştir.
Anahtar kelimeler: Felsefi Antropoloji, Töz, Arkhe, İnsan, Millet Okulu, Aristoteles.

GİRİŞ

Doğa felsefesi kavramı ve bu kavrama yüzyıllar öncesinde yüklenen anlam günümüz disiplinlerinin kavramsallaştırmasında sınırlandırma aracı görevini üstlenmiştir. Tüm bilimlerinin arka planında felsefi düşünüşün vazgeçilmez bir araç olduğunu söylemek mübalağa olmayacaktır. İlkçağ düşünürleri hatta Presokratikler'den bize kalan yazılı eserlerden anlaşıldığı üzere doğanın felsefesini yapmak doğa ve üzerinde yaşam formu taşıyan ya da taşımayan form ve madde birlikteliğine sahip her şey hakkında sorgulamayı yani felsefesini yapmayı gerektirmiştir. Aristoteles ise sadece bugünkü felsefenin sınırları içinde kalmamış, astronomi, fizik, kimya, simya, botanik, zooloji ve daha türetilebilecek pek çok bilim hakkında eserler kaleme alarak felsefenin kendi dönemindeki uçsuz bucaksız dünyası hakkında bilgi vermiştir. Zamanla fizik, astronomi, kimya ve diğer bilimler kendi sınırlarını çizdiğinde geriye kalan veri felsefenin bugünkü konusunu oluşturmuştur. Peki bu felsefenin işlevi nedir? Felsefe düşsel, bilişsel, gündelik veya kozmosu ele alıp değerlendirme ve açıklamada kullandığımız önemli araçlardandır. Hatta geçmişten günümüze, düşünceden dile, bilgiden varlığa her şeyi aydınlatmada kullanılan felsefe düşüncenin öz harcıdır. Bu anlamıyla da felsefeyi hakikati, varlığı, var olanı, var olması gerekeni araştıran soyut ve tümel bir düşünme sistemi olarak kurgulamak yanlış olmayacaktır (Çüçen, 202). İnsan felsefe yapmaya evreni anlamaya çalışarak başlamıştır. Merak ve sorgulama yöntemi ile gözle görülebilir olguları idrak ederek işe koyulmuş; elde ettiği verileri kullanarak doğa üzerinden ilk ilkeye (arche, ilk neden) ulaşmak istemiştir. Ancak şunu da göz ardı etmemek gerekir ki doğa filozofları ya da Presokratikler evrene baktıklarında bir kaos yumağıyla karşılaşmışlar ve bu kaosu töz, öz, cevher, kalıcı varlık, değişmeyen ilk ilke ya da arkhe kavramıyla açıklama mücadelesine girişmişlerdir (Daha detaylı bilgi için Bkz. Topdemir, 2016; Solomon & Higgins, 2013).

Felsefe tarihi göstermektedir ki, Thales'ten Aristoteles'e kadar pek çok filozof doğayı, salt fiziksel ve metafiziksel düzlemlerde anlamlandırma uğraşına girmiştir. Filozofların doğa üzerine çalışmalarındaki ilk nedene ulaşma gayeleri zamanla kendilerine dönmelerine sebebiyet vermiş ve "İnsan Nedir?" soru ve sorgulaması beraberinde antropoloji biliminin sınırlarının çizilmesine imkân sağlamıştır. Öte yandan insan kavramını ele alıp çalışmalar yapan birden fazla bilimin olduğu aşikardır. Bu bilimlerden birisi de elbette felsefedir. Felsefe de "İnsan Nedir?" sorusunu inceleyen alanlardan biridir. Bunun yanı sıra Antropoloji bilimi insan kavramını, evrimi, geçmişten günümüze değişimini farklı konu başlıklarıyla araştırmıştır. Felsefenin ortaya çıkardığı merak ve gözleme dayalı sorgulaması ve Antropolojinin insan bilimi olarak çalışmalar yapmasıyla Felsefi Antropoloji alt konusu ortaya çıkmıştır. Türkiye'de Felsefi Antropoloji alanında çalışmalar yapan kişilerden birisi de Takiyettin Mengüşoğlu'dur. İnsanı konu edinen bilim dalları arasında felsefi antropoloji özel bir yere sahiptir. Mengüşoğlu'nun çalışmalarında belirttiği gibi, insanın kendi varlığını, problemlerini ve fenomenlerini sorgulaması, felsefi antropolojinin merkezinde yer alır. Bu disiplin, insanı yalnızca biyolojik bir canlı olarak değil, kültürel, toplumsal ve ahlaki yönleriyle birlikte bütünlüklü bir varlık olarak ele alır (2015:19).

İnsanın varlık yapısı incelenmiş ve diğer canlılardan ayrıt edici özellikleri gözlemlenmiştir. İnsan nedir? Sorusu beraberinde insanın bir varlık olarak ne olduğunun yani felsefi bir terminolojiyle ontolojik temsilinin epistemolojik dizgesinin açıklanmasını öncelemiştir. İnsanın varlık yapısının incelenmesi demek başka bir anlamda diğer canlılardan ayrıt edici özelliklerinin belirlenmesini de gerekli kılmıştır. Bu gözlemler sonucunda insan kendisine en yakın varlık hayvanlarla karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar ise insanların, şimdiyi yanı ânı yaşayan hayvanlardan farklı olarak, geçmişin farkında geleceğin ise planını yapabilme potansiyeline sahip oldukları anlaşılmıştır. Evren ve varlık problemlerini irdeleyen bu yaklaşım ontolojik ve epistemolojik bakımdan çalışmalar yapılması ve tarihin ilerlemesiyle bir şeyleri gerçekleştiren insanın sorgulanarak evrendeki konumunu belirlemesini sağlamıştır (Doğrucan & Karabulut, 2018). Öte yandan insanın kendisiyle ilgili bilgisinin olmaması Scheler bakımından önemli bir konu olarak ele alınmıştır. İnsan anlayışını benimseyen düşünür bu konudaki eksiklikleri irdeleyerek bu eksikliklerin ortaya çıkardığı sorunlara önayak olmuştur (Çıvgın, 2014). Scheler, çalışmalarına başlarken insan, hayvan ve bitki arasındaki farklılıklarla işe koyulmuştur. Çalışmasında cevaplandırmak istediği sorular; canlılık ne anlama geliyor ve hayvanların da tıpkı insanlar gibi akıllarının ve ruhların varlığının olup olmadığı odağı üzerinde durulmuştur. Bir diğer yaklaşımı ise insanın diğer tür canlılar arasındaki türsel açıdan farklılığının ne olduğudur (Gürdal, 2020).

YÖNTEM

Felsefi Antropoloji Ekseninde Millet Okulu'ndan Aristoteles'e Töz kavramını inceleyen bu çalışma, nitel bir araştırmadır. Nitel araştırmalarda ölçüm ve gözlemlerin kesinlik taşıması öncelik değildir. Aksine söz konusu araştırmalarda amaca ulaşmak için gözlem, görüşme ve sıklıkla da tümevarımdan yararlanılır (Arıkan, 2013). Hatta Berg ve Luna göre nitel araştırmalarda inceleme konusunun nesnelerinin anlamları, tanımları, karakteristik özellikleri, metaforları, sembolleri ve betimlemeleri açıklanmaktadır (Berg ve Lune, 2015). Bu çalışmada doğa filozoflarının çalışmaları başta olmak üzere, Aristoteles'in *Metafizik* adlı eseri felsefi antropolojinin doktrinleri veri kaynağı olarak kabul edilmiş ve doküman analizi yöntemiyle incelenmiştir. Söz konusu veri kaynakları makalenin amaçları doğrultusunda felsefi bir sorgulamadan geçirilmiştir. Doküman incelenmesi, araştırılması planlanan olay ya da olgular hakkında bilgi içeren yazılı dokümanların analizinden oluşmaktadır. Yıldırım ve Şimşek'e (2006, s. 187) göre "doküman incelenmesinde eldeki dokümanların araştırmada kullanılacak tüm veri setini oluşturması durumunda dokümanların araştırmanın amacına göre kapsamlı bir içerik analizine tabi tutulması" gerekmektedir. Tüm bu açıklamalardan hareketle bu araştırmanın birincil amacı, felsefi antropolojinin insana bakış açısı kılavuz alınarak Millet Okulu düşünürlerinde arkhe problemi ve Aristoteles felsefesinde töz kavramının anlam ve içeriğine ilişkin bir soruşturma yapmaktır. İkincil amaç ise, felsefe tarihinde arkhe kavramından töz kavramına geçişte felsefenin yüzünü doğadan insana çevirme noktasında karşılaşılan epistemolojik ve paradigmasal dönüşüme dikkat çekerek sosya-politik insan olgusunun antropoloji disiplinde yarattığı çağrışımlara dikkat çekmektir.

İNSANIN NELİĞİ PROBLEMİ

Her daim tarih göstermektedir ki, insanı bulma, anlama ve insanın kozmostaki amacının ne olduğu gibi düşünceler merak edilen konu başlıkları arasında gösterilmiştir. İnsan aklını kullanmaya cesaret ederek, kendini sorgulamaya başlamıştır. Öte yandan bilindiği üzere, felsefe yaparken sorulan sorular verilen cevaplardan daha önemli olmuştur. Soruların önemi bir konuya yaklaşırken onun nasıl ele alınması gerektiğini ortaya koymak için yapılmaktadır. Örneğin, insan ve insan türü incelenirken, araştırmacılar, insanın ilk olarak ne zaman, nerede ve nasıl meydana gelip şu an ki anatomi ve yaşam koşullarına evirilmesini anlamaya çalışmışlardır (Altunbaşak, 2023). Felsefe ve antropoloji biliminin ortak olarak ele aldığı insan konusu ilkel dönemden başlayıp günümüze kadar araştırmaların konusu olmuş ve olmaya da devam edecektir. İnsanın kozmostaki yani Aristotelesçi bir ifadeyle doğal ortamındaki yeri ve diğer var olanlarla arasındaki ilişki pek çok disiplinin odağında yer almıştır. Felsefi antropolojinin önemi burada ortaya çıkmaktadır. İnsana kültürel açıdan bakıldığında kategorisi önemli olmaksızın bir bilgisinin olduğu görülmektedir. İnsan bilen bir varlıktır ve bilmeyi yalnızca kendisi için istemektedir. Tam da bu noktada Descartes'ın cogito ergo sum (düşünüyorum öyleyse varım) sözleri bir mottoya dönüşmüştür.

XVI. yüzyıldan itibaren Batı düşünce geleneğinde insanın mahiyetine ilişkin araştırmalar iki temel bilgi alanı etrafında şekillenmiştir: Bunlardan ilki, insanın ne olduğunun belirlenmesi; ikincisi ise insanın doğasının hangi işlevleri yerine getirdiğinin anlaşılmasıdır (Ceran, 2011). Bu iki yaklaşım, insanı hem ontolojik bir varlık olarak ele almayı hem de onun bilişsel, ahlaki ve toplumsal yönlerini çözümlemeyi amaçlamıştır. Rönesans dönemiyle birlikte ele alınan "insan" evreni anlamlandırma sürecinde aklı ve özgür iradeyi temel alınarak incelenmiştir. René Descartes'ın *Metot Üzerine Konuşma* adlı eserinde yer alan "Düşünüyorum, öyleyse varım" (2017:46) ifadesi, insanın özüne ilişkin bilgiye akıl yoluyla ulaşılabileceği fikrini ön planda irdelemiştir. Birey, içinde bulunduğu anın bilincine vararak merak ve sorgulama yetisini kullanır; bu sayede evrensel ve toplumsal süreçleri kendi sistemi doğrultusunda yönlendirebilir. Bu durum, onun diğer tüm varlıklardan ayrılarak kendine özgü bir varoluş alanı oluşturmasına imkân tanır. Zihinsel ayrışım ve öz bilinç inşası sürecinde felsefe özgün bir kavramsal yoldur. Bu yol, insanlarla başlayarak deneyim (experience) ile evren ve içinde barındırdığı cevherleri akıl süzgecinden geçirerek anlamaya ve anlatmaya yaramıştır. Antik Yunan filozoflarının elde ettiği verilerin ortaya çıkmasını sağlayan felsefe, bundan yaklaşık yüz elli, iki yüz yıl önce olduğu düşünülen çalışmalarla başlamıştır (Denkel, 2020)

İlk dönem doğa düşünürleri, temelde doğayı anlamaya yönelik düşünsel çabalarında, evrende ne gibi değişimlerin olduğunu ve bu değişimlerin çeşitliliğini açıklamak için bir ilke arayışına yönelmişlerdir. Bu bağlamda, doğa kavramı etrafında şekillenen düşüncelerinde; ilk neden, töz, öz veya cevher konusunda elde ettikleri verilerle varlığın gerçek yapısını anlamaya çalışmışlardır. Doğa incelemesiyle ele alınan veriler bir kenara bırakılarak artık insan kendi içine dönmüş ve canlı varlık olan kendisini sorgulamaya başlamıştır. Erhat, "İnsanı kavramak için hangi açıdan bakacağız ona? İnsan nedir, nasıl incelenir? Bu soruyu sorduk mu hemen karşımıza iki kavram dikilir: Beden ile ruh, madde ile gene ruh, yahut daha yeni bir terimle tin. İnsan dediğimiz, bu iki ögenin birleşimi mi? Türkçe böyle düşünülür de Batı düşüncesinde başka türlü mü?" (1996:17) sorgulamaları insanın yalnızca biyolojik bir varlık mı yoksa tinsel bir özne mi olduğu yönündeki tartışmaların izlerini taşır. Büyükdevenci'ye göre insan doğası, insana özgü olan insanın bir niteliği ile ilgili olandır (2019:117). "Doğası nedir?" sorusu, bir varlığın özüyle ilgili olan, onu diğer tüm varlıklardan ayıran ayırt edici niteliğin ne olduğunu araştıran bir sorgulamadır.

MİLET OKULU DÜŞÜNÜRLERİ VE TÖZ SORUNU

İnsan merak eden ve sorgulayan doğasıyla birlikte, kendi varlığını ve evrenin karmaşık yapısına anlam verme çabası zihni meşgul eden bir durum olmuştur. Bu içsel kıpırtı ise felsefenin doğuşuna zemin hazırlarken, Milet Okulu düşünürleri bu arayışa ilk sistemli yanıtları sunan öncüller olmuştur. Felsefe tarihine bakıldığında, Antik Yunan düşüncesinin şekillenmesiyle birlikte, Sokrates, düşünsel zeminde kırılma noktası oluşturarak, felsefi süreci "Sokrates-öncesi" ve "Sokrates-sonrası" olarak iki ayrı dönem halinde ele almamıza olanak tanımıştır. M.Ö. V. ve VI. yüzyıl Yunan filozofları olan ve Sokrates öncesi filozoflar olarak incelenen düşünürler dünyayı ve dünya içerisinde bulunan canlı varlık olan insanı anlamlandırmak üzere çalışmalar yapmıştır (Baykent, 2018).

Antik Yunan'da özellikle Milet kentinde ortaya çıkan ilk doğa filozofları, sistemli düşünce biçimleriyle hem felsefi sorgulamanın temellerini atmış hem de sonraki kuşaklara aktarılacak zengin bir düşünce geleneğini miras olarak bırakmıştır. Miletli filozofların

[1] önde gelenleri: Thales, Anaksimandros ve Anaksimenes olarak bilinmektedir. Evrenin temelini oluşturan ana maddeyi sorgulayan ilk düşünürler, yaptıkları sorgulamalara farklı tözler üzerinden yanıt aramışlardır (Unat & Topdemir, 2015). Cevizciye göre, ilk doğa filozoflarının arkhe sorununu gözlemlediği varlıkların doğdukları ilk maddeyi belirlemek istemesiyle başlayan bu sorgulama günümüz deneysel araçlarından yoksun bir şekilde olup varlık veya doğa ile ilgili çalışmaları ortaya koymuştur (2016:31). Doğal bir sonuç olan evren başka yöntemlere başvurmadan saf bir yapıda açıklamaları yapılırken kendisinden başka bir şeyle karşılaştırılmadan ele alınmalıdır (Denkel, 2020).

[1]Antik Yunan filozoflarına "Milet Okulu filozofları" denilmesinin nedeni, coğrafi yakınlıkları, paylaştıkları düşünsel yöntemler ve eğitim ilişkileriyle felsefede ilk sistematik sorgulama yöntemini kullanarak yapmış oldukları çalışmalardan kaynaklıdır.

Basit yöntemler ele alınarak düşünce gücünden faydalanan dönemin insanları, günümüz teknoloji ve gelişmiş bilimler katkısıyla mantık çerçevesinde anlaşılır olmaya ön hazırlık sağlamıştır. Felsefe her dönemin yaşam standartlarına uyum sağlayarak dönüşümünü gerçekleştirmekte ve kendisini ileriye taşıyan bir disiplindir. Günümüze kadar varlığını sürdürerek şu an ki teknolojik ve gelişim çağında olmamızı başlatan bir unsur niteliği taşımaktadır.

Dogma bilgilerden uzak olan us yoluyla işe koyulan insanlar değişen hava olayları ve iklim şartlarını göz önünde bulundurarak bunun kaynağının ne olduğunu anlamaya çalışırken bir sistemin varlığının olduğunu ortaya çıkartmıştır. Zaman içerisinde elde edilen bilgilerin çoğalmasıyla birlikte theoria yapmak, yani doğaya karşı bir önlem alarak düzeni oluşturacak sistem geliştirmek istemişlerdir (Topdemir, 2009). Buna örnek olarak Nil nehrinin taşması avantajını tarım yapmakta kullanan ve bunun sonucunda yerleşik yaşama geçen insanlarda gözlemleyebilmekteyiz. Doğa filozoflarının yapmış oldukları çalışmalarda birleştikleri veya ayrıldıkları noktalar vardır. Ortak olarak hepsi ilk ilke, ilk neden ya da arkhe arayışı peşine düşerek dünyayı açıklamaya çalışmışlardır. Bir maddenin yoğunlaşma veya seyrekleşmesiyle kendi kendisini meydana getirdiğini düşünen filozofların aksine bazı maddelerin içerlerinde barındırdıkları temel niteliksel farklılıkların olduğu ve bu farkların zıtlıkların meydana getirdiği maddeler olabileceği düşüncesi mevcuttur (Ross, 2020).

Doğa, varlığı gereği temel maddelerini bünyesi içerisinde barındırmaktadır. Doğa filozoflarına göre, arkhe denilen bir ilk neden, bütün maddeleri meydana getiriyordu. Örneğin evren, arkhe sayesinde vardı ve bütün hayat kaynağını arkhe'den alıyordu (Çetok, 2024:18). Evren, düzenli bir yapıya sahiptir ve var olan her şeyin mutlaka bir nedeni vardır. Akarsu'ya göre nedensellik, aklımıza gelebilecek her türlü olayın bir nedene ihtiyacının olması sonucu var olduğunu dile getiren yasadır (1975:124). Antik Çağ filozoflarının felsefe yaparak işledikleri konuları bilim çerçevesinden geçirmeleri mümkün değildir. Bilim kavramının dahi oluşmadığı o dönemlerde yapılan çalışmalar nedenlerin tanımlanmasıyla sınırlandırılmak zorunda kalmaktadır. Bu çağda elde edilen çalışmalar da nedensellik ilkesinin ilk adımları olarak belirlenmektedir.

Doğa filozoflarının ortaya çıkarmış oldukları ilk şey ilkeler üzerinde yapılan belirlemelerdir. Sade ve bilinebilir olan düşüncelerin açık ve seçik bilgiler üzerinde yapılan çalışmalarla ögeler ve ilkelere ulaşılma çabası vardır. Miletliler, insan zihin dünyasında kurgulanan mitolojik olaylardan koparak felsefeye geçişin simgesi niteliğinde olmuşlardır. Doğaüstü güçlerle hayal dünyasında kurgulanan olaylardan uzaklaşarak doğanın içinde bulunan gerçek nedenlere yönelmişlerdir (Türer, 2019). İnsanlar doğa olaylarını tanrılarla bağdaşlaştırıyordu. Milet Okulu kurucusunun ilki olarak görülen Thales'den önce yapılan çalışmalar doğayı ve dünyanın temelini açıklamak için kullanılan mitoloji, tanrılar ve kahramanları yoluyla incelenmektedir (Kaliç, 2012). Thales ve onun izinden yürüyen düşünürler bu durumu değiştirerek hareket eden ve değişen kozmosun, var olan öz veya cevherden meydana geldiğini öne sürmüş ve çalışmalarını bu doğrultuda ilerletmiştir.

Thales, 600 yıllarına doğru yaptığı çalışmalarında ilk ana maddenin su olduğunu ileri sürerek bu maddeyi felsefesinin merkezine koymuştur. Evrende meydana gelen diğer tüm cisimlerin öne çıkardığı maddeden oluştuğunu, suyun her şeyi kaplayarak sonsuzluk içerisinde olduğunu ve dünyanın ana maddesinin sudan aldığını çalışmalarıyla göstermiştir (Weber, 1998). Thales için en önemli olan durum gerçekten neyin var olduğu sorunudur. Felsefesine göre elde ettiği bilgi her şeyin önceden tamamen su ile kaplı olup hala da su olmaya devam ettiğidir. Geçen zaman ve değişikliklere rağmen değişmeden ilk zamandan beri aynı kalmayı başarmıştır. Bu yüzden ilk ilkedir. Ortaya koyduğu bilimsel yaklaşımlarla "su her şeyin ilkesidir" ve mitolojik kökenlere dayanarak söylediği "her şey tanrılarla doludur" sözleri günümüzde felsefenin temellerini ele alırken gözlemlediğimiz çalışmalardır (Kenny, 2017).

Akılcı düşüncenin ortaya çıktığı bu dönemde mantık ve matematik bilimlerinin katkısı olmuştur. Thales bu bilimlerin yanında felsefe ve astronomiyle ilgili çalışmalar da yapmıştır. Hatta bu becerilerin gelişmesi için Mısır'ı ziyaret ederek gemilerin yön bulması üzerine denemeler yoluyla katkı sağlamıştır. Ele alıp üzerine yaptığı çalışmalarla her şeyin kaynağının su olduğunu düşünen Thales bu maddenin üç hali olan katı, sıvı ve gaz formda bulunarak var olabileceğini ortaya çıkartmıştır. Yer küreyi tahta parçasına benzeterek su üzerinde yüzdüğünü iddia etmiştir (Shouler, 2016). Thales, tüm varlıkları suyun farklı halleri olarak yorumlamaktadır. Suyun dondurulup katılaşması soğuk ve ağır hale dönüşmesine; buharlaşması ise sıcak ve hafif bir cisme dönüşmesine sebep olur (Türer, 2019).

Evrenin ana maddesi sorununun ne olduğuyla ilgili çalışmalar yapan Thales, öze ulaşırken gözlem, deney ve düşünce yöntemlerine başvurarak bilimin temellerini oluşturmaya katıda bulunmuştur. İyonya (Milet) okulunun Thales'den sonra gelen ikinci filozofu Anaksimandros'dur. Felsefe ve bilim üzerinde birçok değerli çalışma yapan filozof her şeyin ilksel/kökensel tözden meydana geldiğini savunmakla birlikte bunun hocasının öne çıkardığı töz olan su değil de başka bir özden meydana geldiğini ortaya koymuştur. Bu özün, tözün veya cevherin ise "apeiron" olduğunu öne sürmüştür (Baykent, 2018). Kelime anlamıyla "belirsiz, hudutsuz" anlamları taşıyan bir cisim olarak tanımlamıştır. Ortaya koyduğu bu teori Anaksimandros tarafından yaratılmayan olarak düşünülmüş ama ne olduğu da tam olarak bilinmemektedir. Bu madde değişebilir fakat kendisi bütünsel olarak oluşarak değişmeden kalabilmektedir (Hocaoğlu, 2007). Anaksimandros hocası Thales'i bilim alanında yapmış olduğu çalışmalarda geride bırakmıştır. Thales'in maddi töz olarak ele almış olduğu "su" tözünü incelemiş, nicelik ve nitelik bakımından sınırlı olduğuna kanaat getirmiştir (Cevizci, 2019). Bu yüzden farklı bir yöntem izlemiş ve bu sayede hocasının savını da çürütmüştür. Yapmış olduğu çalışmaların yanı sıra ilk kez evrim teorisinden bahseden de o olmuştur. Ona göre, insanlar yaşamlarını suda balıklar arasında başlatmış ve belli bir noktaya geldiklerinde ise kara yaşamına geçiş yapmıştır (Unat & Topdemir, 2015). Anaksimandros türlerin değişim içinde olduğunu öne sürmüştür. Değişmeden ve yok olmayan tek şey olarak da apeironu göstermiş ve bu ortaya attığı düşüncesinin neden değişmeden kaldığını yaratılmamasından kaynaklı olarak açıklamıştır. Gözle görülebilecek her şeyin çevresini kuşatarak gözlemlediklerinin ilk maddesi olan yönetici konumuna koyduğu bu tözü tanrıların en tepesine yerleştirerek kendine özgü bir şey olduğunu söylemektedir (Weber, 1998).

İyonya (Milet) okulunun üçüncü olarak çalışmalarını sürdüren düşünürü Anaksimenes'tir. Ondan önce bu okulda çalışmalarını yapmış olduğu hocaları gibi o da felsefe ve bilimle ilgilenmiştir. Thales'i eleştirmiş ve yapmış olduğu çalışmanın bilimi ileriye taşıdığını değil de geriye ittiğini söylemiştir (Cevizci, 2016). Thales'in ele almış olduğu "su" tözünü maddi ve kaba bir şekilde yorumlayan düşünür, Anaksimandros'un ilk madde olarak incelediği "apeironu" da belirsiz ve tanımsız bulduğunu açıklayarak bunları reddetmiştir. Ondan önceki iki düşünürün de ele almış olduğu çalışmalardan bağımsız bir töz benimsemiştir (Türer, 2019). Çalışmalarını irdeleyerek ilk maddenin "hava" olacağını düşünen filozof sonsuzluğa uzanan bu maddenin her şeyi meydana getirebileceğini ve her şeyin de dönüşerek hava olacağını düşünmüştür (Hocaoğlu, 2007). Değişen ve dönüşen birçok şeyin arkasında değişmeden kalan bir şeyin varlığından söz eden Anaksimenes kaynak olarak havayı göstermektedir (Küçükalp & Cevizci, 2019). Her şey havadan zuhur ederek yine dağılıp hava olacağını çalışmalarında sıkça açıklamıştır (Karnaz, 2014).

Okulun adını yapmış oldukları çalışmalarla duyuran bu düşünürler genel olarak gözlem ve deneyimleriyle işe koyulmuşlardır. Aralarından Anaksimandros arkhelerini soyut olarak ele alırken diğer düşünürler somut maddeler olarak incelemişlerdir (Külcü, 2016). Doğada bulunan bütün maddeler soğuk, sıcak ya da kuru veya yaşın etkisiyle havanın girmiş olduğu farklı durumları oluştuğunu belirleyen düşünür ruhu da havanın seyrek hali olarak düşünmüştür (Türer, 2019). Anaksimenes hava olarak ele aldığı töz üzerinde açıklama yaparken sıkışma ve seyrekleşmeden bahsetmiştir. Buna örnek olarak da, dudaklarımızı birbirine yaklaştırıp üflediğimizde soğuk hava hissederken; dudaklarımızı birbirinden uzaklaştırıp üflediğimizde ise sıcak havanın meydana gelmesinden bahsetmiştir. Havanın seyrekleşmesi sonucunda ateş, sıkılaşması sonucunda ise rüzgâr, bulut, su ve toprak cisimlerinin oluşacağını ortaya koymuştur (Cevizci, 2019). Arkhe sorunu İlk Çağ felsefesinin kalkınmasına sebep olan en önemli konusudur. Düşünürler yapmış olduğu çalışmalarını ve sonuçlarını almaya V. yüzyıl başlarından itibaren başlatmış ve VI. yüzyılın sona ermesiyle de tamamlamıştır. Düşünceleri o çağlardan bugüne kadar ulaşmış bilim, felsefe ve diğer birçok alana katkı sunmuştur.

ARİSTOTELES'TE TÖZ SORUNU

Aristoteles görünür dünyanın form ve madde birlikteliğinin bir sonucu olan somut olguların peşinden giderek, var olana var olduğu biçimiyle bakmayı felsefesinin temel amacı etmiştir. Ona göre var olan, sistemli ve tutarlı bir doğa felsefesiyle açıklanabilir (Aristoteles, 2005). Var olan anlaşılan, açıklanan ve anlamlandırılabilen bir birlikteliğin hakikatle buluşmasıdır. Aristoteles akıl yürütme yeteneğini kullanabilmelerinden dolayı insanı var olanların en yetkini kabul etmiştir (Ross, 2020).

Hatta Aristoteles Politika adlı eserinde insanın siyasal bir hayvan olarak dil ve konuşma yetisi sayesinde diğer canlılardan ayrıldığını söylemiştir (Aristoteles, 2006). Metafizik adlı eserinde ise Aristoteles insanların doğanın güzelliklerinden en fazla yararlanmayı hak eden varlık olduğunu savunmuştur (Aristoteles, 2019). Bu bağlamda insanı diğer varlıklardan ayıran özelliğin algılarının var olmasıyla birlikte bir şeyi bütünsel olarak kavrayabilmeye ya da parçalara ayırarak anlamaya sevk etmesidir. Aristoteles'in "töz" anlayışı ise bu anlamlandırma sürecinin merkezinde konumlandırılmıştır. Aristoteles, *Metafizik* adlı eserinde de ele almış olduğu gibi kitabına "Bütün insanlar, doğal olarak bilmek isterler" (2019:107) diye başlamaktadır. Metafizik adlı eserini incelediğimizde doğa felsefesi ve ilk dönem filozoflarından hocası Platon'a kadar uzanan yaklaşık üç yüz yıllık geçmişi aktarmıştır. Antik Çağ'ın en büyük filozoflarının önde geleni olan Aristoteles düşüncesini oluştururken hocasını eleştirmekle işe koyulmuştur. Platon gerçek varlıkları İdealar aleminde aramış ve içinde yaşamış olduğumuz dünyanın sanal olduğunu ileri sürmüştür. Tıpkı diğer tüm düşünürler gibi Aristoteles'te hakikati keşfetmek ve neyin gerçek olduğunu bulma çabasındadır. Hocasından ayrıldığı nokta, ideler alemini benimsememiş olmasıdır. Dahası doğaya karşı yapılan analiz sonucunda değişim ve gelişim sorunlarını araştırarak tarihsel açıdan madde ve biçimi incelemiş olmasıdır (Delius, Gatzmeier, Sertcan, & Wünscher, 2018).

Aristoteles ele almış olduğu yaklaşımlarını *Metafizik* kitabında detaylıca incelemiştir. Genellikle varlık ile ilgilenen metafizik, varlık olarak varlığın incelenmesi; kelime anlamı olarak ise fizik ötesi, doğa ötesi gibi birçok anlam içermektedir. Dünya üzerinde bulunan hareket eden, her şeyin ilki olan ve her şeye neden olan, başının ve sonun bilinmediği gayri maddi olarak incelenmesi gerektiği düşüncesiyle hareketsiz olanın peşine düşerek bunun ne olabileceği sorgulaması yapmıştır (Şulul, 2003).

İnsana özgü olan bilemeyi isteme durumu akılla yapılabilecek ve dille aktarılabilecek bir eylemdir. Doğada varlığı ve bilgiyi isteyen tek canlı tür insandır. İnsanın bilmek istemesinin sebebi, gözle gördükleri olaylar karşısında korku ve şaşkınlıkla gerçekleşen doğal olayları anlamak istemesinden kaynaklanmaktadır (Timuçin, 1976). Duyumun ve deneyimin yeterli olmayacağı, gözle görme isteğinin de büyük bir önem taşıdığını düşünen insan somut olanı incelemekle başlamıştır. Arkhe kavramını ele alıp incelemeye başlayan doğa filozofları bu ölçüde Aristoteles tarafından eleştiriye maruz kalmıştır. Çünkü doğa filozofları maddenin neliğini sorgulamışlardır. Ama ele alıp ilk öz, töz veya cevher olarak inceledikleri maddenin neyden meydana geldiğini açıklamamışlardır (Aydoğdu, 2020). Aristoteles'in maddeye ele almasının sebebi değişme ve oluş kavramlarıyla başlamıştır. Bu kavramları ele alan ilk kişi değildir ama oluş, bozuluş ve deyişimle ilgili birçok konuya açıklık kazandırmıştır (Arslan, 2007).

Aristoteles evreni ve varlık problemini ele alırken temele iner ve tam olarak açıklamak ister. Kuçuradi'ye göre, Aristoteles'ten bahsederken, *ousia* (varlık, töz) denilen şey nedir? Diyerek *ti esti* (ne vardır) ve *ti esti to… (…nedir?)* (2022:151) sorgulamasıyla düşünürün ele almış olduğu durumları irdeler. Varlık, var olanın ne, neden ve nasıl olduğunu inceleyen Aristoteles, bilmeye ilişkin bu soruların peşine düşmüştür. İlk ilkenin ya birden ya da çoktan meydana gelmiş olabileceğini Fizik kitabında ele alan Aristoteles, her şeyin bir olduğu durumu incelemiştir. "Bir olan nedir?" tanımlaması yaparken, sürekli olarak bölünmeyen, tek olarak kalan şeklinde açıklamıştır (2019:11-13). Töze dair incelenmesi gereken bir durum da madde ve formun ele alınmasıdır. Düşünür bu durumu *Metafizik* eserinde üç açıdan inceleyerek bunların; tanımsal, bilgisel ve zamansal anlamlarda bakıldığında her şeye öncü olarak incelemiştir (Mutlu, 2023).

Aristoteles'in irdelemiş olduğu "Neyi biliriz?", "Ne yapmamız gerek?" ve "Ne umabiliriz?" sorularına ekleme yapan Kant karşımıza çıkmaktadır. Bu sorulara dördüncüsünü ekleyerek "İnsan Nedir?" diye sormuştur (Mengüşoğlu, 2003). İnsanın bileceği şeylerin üzerine giderek onu açığa çıkarmalıdır diyen Kant, aklın yollarının kullanılması ve buna deneyimin de öncülük etmesini ileri sürer. Ahlaki eylemleri bu konu üzerine oturtan düşünür, iyiyi isteyen insanın ahlaki eğilimlerini de bu yönde gerçekleştirilmesi gerektiğini savunur. İnsanın doğası gereği "iyi" olması düşüncesi ortaya çıkar. İnsan doğuştan iyidir ve iyi bir eğitim alarak kendisini ileriye taşır düşüncesi mevcuttur. Burada Rousseau'nun yapmış olduğu çalışmalar dikkat çekmiştir. İnsan iyi doğar ama dışarıda olup bitenlerle doğal iyinin bozulabileceği algısı vardır. Bir diğer düşünce ise insanın doğuştan "kötü" olduğuna ilişkindir. Hobbes, insanın doğasının bencil ve saldırgan olduğu düşüncesini benimser. Hobbes, bu kötülüğün çaresi olarak pratik aklı ele almaktadır.

Birey özünde kötüdür ama kendi çıkarları doğrultusunda toplumsallaşmayı kabul edip çıkar ilişkisi güder (Cihan, 2008). Bir diğer görüş ise Locke'a ait olan insan doğuştan "boş levhadır" (Locke, 2020) görüşüdür. Locke, duyu organlarıyla algıladığımız dış dünyayı boş bir yapı olan zihnimize yerleştirir ve buna göre yaşamayı tercih ederiz düşüncesini benimser. İnsan ruhunun bedenle birleşmeden önce bu aleme gelemden İdeler aleminde belli bilgi birikimleri olmuş ve bu birikimlere dayanarak dünyaya gelmiş düşüncesi vardır. Gerçek bilgileri idelerin bize katkılarıyla zihnimize yerleştirdiğimiz algısını yaratmaktadır (Çetin, 1998). Bu düşünceler insanın doğal olarak neliğini ele almaktadır. Neyin tam olarak ortaya koyulması gerektiğine yönelik yaptırımları incelerken birçok farklı konuyu görmekteyiz. İnsanın neliğinin net olarak kavranması zor bir iştir. Bireysel ve doğal alanda kendi dengesini sağlayan insan toplumsal alanlarda savunma sanatını her daim gösterme ihtiyacı duymaktadır. Bu davranışlar da farklılıkları doğurmaktadır.

Aristoteles'te insanı incelerken özü nedir sorusunu sormaktadır. Aristoteles bu incelemeyi yaparken insanlara tek tek bakmaz. İnsanın insan olmasını sağlayan şeyin ve doğasının temel özelliğinin tam olarak ne olduğuyla ilgilenmektedir (Günay, 2023). İnsanı incelerken ilk olarak dış görünüş ele alınmaktadır. Hayvanla karşılaştırmalar yaparak somatik (bedenle ilgili) durumlar ortaya konulur ve teoriler üretilebilir. Hatta birçok alanda deneyim yapılacağı zaman ilk olarak hayvanlar üzerinde denenip insanlara uygulanır (Mengüşoğlu, 2003). Burada psikolojik, fizyolojik ve biyolojik fonksiyonlar bakımından incelenen insan somut bir varlık olarak irdeleniyor. Çalışmalar yapılırken felsefi, bilimsel veya dinsel konular bakımından değil, insanın mahiyetine ilişkin çalışmalar olarak ele alınıyor (Durğun, 2018). İnsanın varlığı tarafından belirlenen ve irdelenen antropoloji tarihi, biyolojiyi ve sosyolojiyi kendine katkı sağlaması için ele alınmıştır (Güvenç, 1979).

SONUÇ

Sonuç olarak Miletli doğa filozofları, evrenin temelinde olduğunu düşündükleri tek bir ilke veya maddeyi savunarak "arkhe" kavramını geliştirmişlerdir. Onlar için arkhe, varlıkların kökenini ve değişme sürecini açıklayan bazı ögelerden ibarettir. Thales suyu, Anaksimandros apeironu, Anaksimenes havayı arkhe olarak kabul etmiş; bu maddelerin evrende bulanan çeşitliliğin ve düzenin kaynağı olduğunu ileri sürmüşlerdir. Ancak bu yaklaşımlar varlığı yalnızca maddi boyutuyla ele aldığı için tam olarak açıklayıcı olmamıştır. İşte Aristoteles bu noktada, kendisinden önce olan düşünürlerden farklı olarak "töz" (ousia) kavramını merkeze almıştır. Aristoteles'e göre töz, yalnızca maddi gereksinimleri karşılayan bir varlık değil; madde ile biçimin birliğini temsil eden, varlığı varlık yapan özsel olan niteliktir. Töz, maddi unsurun ötesinde, varlığın kimliğini koruyan ve onu diğer varlıklardan ayıran temel yapı olarak ele alınmaktadır. Bu anlayış, yalnızca cansız varlıklar için değil, canlıların da ontolojik yapısını anlamamıza olanak tanımıştır. İnsan içine dönüp kendi kendisini de sorgulamıştır. Aristoteles, insanı ele aldığında akıl sahibi olan canlı olarak incelemiştir. Çünkü insanın maddi yapısı, onun biyolojik olarak var olmasını; biçimi ise akıl ve ruhu temsil etmektedir. İnsan, yalnızca fiziksel bir varlık değil; düşünme, anlama ve amacını belirlemesiyle diğer tüm varlıklardan ayrılan, madde ile biçimin uyumlu bütünlüğünden oluşmuş bir varlıktır.

Milet Okulu'nun evreni anlamaya yönelik ortaya koyduğu arkhe düşüncesi, varlığın temelinde tek bir ilke arayışıyla felsefi düşüncenin ilk adımlarını oluşturmuştur. Bu arayış, yalnızca doğayı değil insanı da içine alan bütünsel bir açıklama çabasını ifade eder. Ardından Aristoteles, varlıkların özü ve sürekliliğini açıklamak üzere geliştirdiği töz kavramıyla, felsefeyi salt bir doğa araştırmasından çıkarıp varlığın mahiyetine dair daha sistematik bir sorgulamaya taşımıştır. Böylece insanın "ne olduğu" sorusu, doğa araştırmalarının sınırlarını aşarak insan merkezli bir düşünceye evrilmiştir. Bu gelişim çizgisi, modern dönemde felsefi antropolojinin doğuşuna zemin hazırlamış; insanın hem biyolojik hem kültürel hem de varoluşsal boyutlarını ele alan bir disiplin olarak felsefe içerisindeki yerini güçlendirmiştir. Bu anlamıyla felsefe, arkhe arayışından töz kavramına, oradan da insanın çok yönlü incelenmesine uzanan süreçte, hem doğayı hem de insanı anlamada vazgeçilmez bir entelektüel çerçeve sunmaya devam etmiştir.

KAYNAKÇA

Akarsu, B. (1975). Felsefe Sözlüğü. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.
Arıkan, R. (2013). Araştırma Yöntem ve Teknikleri. Ankara: Nobel Yayınları.
Altunbaşak, İ. (2023). Felsefe ve Antropoloji. A. Alkayış içinde, Felsefe ve Antropoloji (s. 9). Çanakkale: Paradigma Akademi.
Aristoteles. (2019). Metafizik. İstanbul: Divan Kitap.
Aristoteles, (2005). Fizik. (S. Babür, Çev.) İstanbul: Yapı Kredi Yayınları
Aristoteles. (2006). Politika. (M. Tunçay, Çev.) İstanbul: Remzi Kitabevi.
Arslan, A. (2007). İlkçağ Felsefe Tarihi-3. İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.
Aydoğdu, H. (2020). Aristoteles Ontolojisinde Töz (Ousia)- Öz (Eidos) İkiliği Problemi. Dört Öge, 33-51.
Baykent, U. Ö. (2018). Sokrates Öncesi Felsefede Arkhe Sorunu. Avrasya Sosyal Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 130-142.
Berg, B. L., & Lune, H. (2015). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. (Translated by H. Aydın). Konya: Eğitim.
Büyükdevenci, S. (2019). Eğitim Felsefesine Giriş. Ankara: Fol Yayınları.
Ceran, Y. (2011). Türkiye'de Felsefi Antropoloji Çalışmaları: Takiyettin Mengüşoğlu ve Felsefi Antropoloji Gelece-(ne)-ği. Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi, 539-552.
Cevizci, A. (2016). İlkçağ Felsefesi. İstanbul: Say Yayınları.
Cevizci, A. (2019). Felsefe Tarihi. İstanbul: Say Yayınları.
Cihan, M. (2008). Machiiavelli ve Hobbes'da İnsan Doğası Sorunu. Kaygı, 165-179.
Çetin, İ. (1998). John Locke'da Tanrı Anlayışı. Bursa: E. F. K. Yayınları.
Çetok, Ç. (2024). Thales Her şeyin Yok Olduğu Anda Bile Bir Ümit Vardır:Felsefenin Sıfır Noktasındaki Filozof. İstanbul: Destek Yayınları.
Çıvgın, A. G. (2014). Ontolojik Temellere Dayanan Felsefi Antropoloji. Mavi Atlas, 109-121.
Çüçen, A. K. (2020). Heideggerci Bakışla Doğa Filozofları. A. K. Çüçen, & H. Tepe içinde, Miletli Filozoflar: Thales, Anaksimandros ve Anakismenes (s. 141-149). Ankara: Türkiye Felsefe Kurumu.
Dankel, A. (2020). İlkçağ'da Doğa Felsefeleri. Ankara: DoğuBatı.
Delius, C., Gatzmeier, M., Sertcan, D., & Wünscher, K. (2018). Antik Çağlardan Günümüze Felsefenin Öyküsü. İstanbul: Hep Kitap.
Descartes, R. (2017). Metot Üzerine Konuşma. İstanbul: Bilge Kültür Sanat.
Doğrucan, M. F., & Karabulut, D. (2018). İnsan Anlayışının Ontolojik Bağlamıyla Felsefi Antropolojisi. Gaziantep University Journal of Social Scienes, 726.
Durğun, S. (2018). Felsefi Antropolojik Bir Bakışla Felsefe Bilgisinin Önemi. Anemon, 103-107.
Günay, M. (2023). Aristoteles'in İnsan Anlayışı. Cogito, 248-256.
Gürdal, G. (2020). Felsefi Antropoloji'nin Gerekliliği ve Max Scheler'in Felsefi Antropolojisi'nin Değerlendirilmesi. Felsefe ve Sosyal Bilimler Dergisi, 135-144.
Güvenç, B. (1979). İnsan ve Kültür. İstanbul: Remzi Kitapevi.
Hilav, S. (2010). Felsefe El Kitabı. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.
Solomon, R.C & Hıggins, K.M. (2013). Felsefenin Kısa Tarihi. (M. Topal, Çev.). İstanbul: İletişim Yayınları.
Hocaoğlu, D. (2007). Sokrates Öncesi Grek Felsefesi. İstanbul: Ders Notu.
Kaliç, S. (2012). 100 Büyük Düşünür. İstanbul: Maya Kitap.
Karnaz, W. (2014). Analitik Felsefe. Cinius Yayınları.
Kenny, A. (2017). Batı Felsefesinin Yeni Tarihi: Antik Felsefe. İstanbul: Küre Yayınları.
Kuçuradi, İ. (2022). Çağın Olayları Arasında. Ankara: Türkiye Felsefe Kurumu.
Küçükalp, K., & Cevizci, A. (2019). Batı Düşüncesi Felsefi Temeller. Ankara: İsam Yayınları.
Külcü, R. (2016). Thales'ten Günümüze Arkhe Arayışı. Akademia Disiplinlerarası Bilimsel aaştırmalar Dergisi, 1-10.
Locke, J. (2020). İnsan Anlığı Üzerine Bir Deneme. Ankara: Serbest Kitaplar.
Mengüşoğlu, T. (2003). Felsefeye Giriş. İstanbul: Remzi Kitapevi.

Mengüşoğlu, T. (2015). İnsan Felsefesi. İstanbul: DoğuBatı.
Mutlu, E. Ç. (2023). Aristoteles'te Töz (Ousia) Bağlamında Varlığın Çokanlamlılığı ve Maddenin (Hyle) Rolü. Cogito, 115-130.
Ross, D. (2020). Aristoteles. İstanbul: Kabalcı Yayıncılık.
Shouler, K. (2016). Her Yönüyle Felsefeyi Anlamak. Ankara: Arkadaş.
Solomon, R.C & Hıggins, K.M. (2013). Felsefenin Kısa Tarihi. (M. Topal, Çev.). İstanbul: İletişim Yayınları.
Şulul, C. (2003). Metafiziğin Tarihsel Evrimi. HRÜ. İlahiyat Fakültesi Dergisi, 57-69.
Timuçin, A. (1976). Aristoteles Felsefesi. İstanbul: Kavram Yayınları.
Topdemir, H. G. (2009). Felsefe Nedir? Bilgi Nedir? Ankara: Türk Kütüphaneciliği.
Topdemir, H.G. (2016). Felsefe. Ankara: Pegem Akademi
Türer, C. (2019). Felsefe Tarihi. Ankara: Bilay.
Unat, Y., & Topdemir, H. G. (2015). Bilim Tarihi. Ankara: Pegem Akademi.
Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2006). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri. Ankara: Seçkin Yayınları.
Weber, A. (1998). Felsefe Tarihi. İstanbul: Sosyal Yayınlar.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

FROM MOLECULAR INNOVATIONS TO FIELD APPLICATIONS: THE ROLE OF AGRITECH CHEMISTRY IN ENHANCING PRECISION FARMING, CROP PRODUCTIVITY, AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

Dr. S. Kalaiselvan
Department of Chemistry, Rathinam Technical Campus, Coimbatore, Tamilnadu, India

K. Yuvashiga
Department of Agricultural Engineering, Rathinam Technical Campus, Coimbatore, Tamilnadu, India

Dr. P. Sathish
Department of Chemistry, Rathinam Technical Campus, Coimbatore, Tamilnadu, India

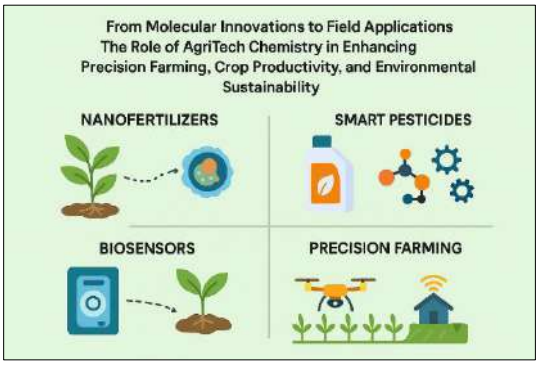
Dr. V. Jeevananthan
Department of Chemistry, Rathinam Technical Campus, Coimbatore, Tamilnadu, India

Ms. K. Sujitha
Department of Chemistry, Rathinam Technical Campus, Coimbatore, Tamilnadu, India

ABSTRACT
Advancements in AgriTech chemistry—spanning nanosensors, nanofertilizers, electrochemical detection systems, and eco-friendly agrochemicals—are transforming modern agriculture by enabling precision farming practices that enhance crop productivity while minimizing ecological risks. Nano-enabled fertilizers and pesticide carriers facilitate efficient nutrient and agrochemical delivery through targeted and sustained release, improving uptake efficiency while reducing runoff and toxicity. Graphene-based and electrochemical sensors provide real-time, site-specific monitoring of soil conditions, nutrient levels, and environmental stressors, thereby supporting timely interventions and resource optimization. When integrated with Internet of Things (IoT) networks and digital agriculture platforms, these molecular-level innovations strengthen variable-rate application systems and data-driven farm management. Furthermore, green and biodegradable formulations align with sustainable chemistry principles by reducing soil degradation, water contamination, and reliance on conventional synthetic inputs. Collectively, these advancements demonstrate how AgriTech chemistry bridges molecular innovation with field-scale agricultural practices, leading to enhanced yields, improved soil health, and environmentally responsible farming. The convergence of molecular science with precision agriculture signals a transformative pathway toward resilient, high-efficiency, and climate-smart food systems.

Keywords: AgriTech Chemistry; Precision Farming; Nanofertilizers; Smart Pesticides; Electrochemical Sensors; Sustainable Agriculture; Molecular Innovations

Graphical Abstract



1. Introduction

Agriculture, the backbone of human civilization, is undergoing a paradigm shift due to the pressing demands of population growth, climate change, and the urgent need for sustainability. Traditional agricultural practices—though effective in boosting yields during the Green Revolution—have also contributed to soil degradation, groundwater depletion, excessive use of chemical inputs, and biodiversity loss. According to the FAO, global food demand is expected to increase by 60% by 2050, requiring smarter and more sustainable agricultural approaches.

AgriTech chemistry represents a new frontier where molecular science is applied to optimize inputs, monitor crop health, and reduce environmental footprints. By merging chemistry with digital tools such as IoT, artificial intelligence, and precision farming machinery, AgriTech chemistry creates a synergy that can revolutionize agricultural productivity while protecting natural resources. This paper explores the molecular-level innovations, field applications, sustainability impacts, challenges, and future directions of AgriTech chemistry.

2. Molecular Innovations in AgriTech Chemistry

2.1 Nanofertilizers and Controlled Release Systems

Conventional fertilizers often suffer from low nutrient-use efficiency (NUE), with less than 40% of applied nitrogen being absorbed by plants. Nanofertilizers address this issue through nanoscale encapsulation and controlled release mechanisms. Nanoparticles of urea, zinc oxide, and iron oxide provide slow, sustained nutrient delivery, reducing leaching losses and improving root uptake. For instance, zinc oxide nanofertilizers not only supply micronutrients but also enhance enzyme activity, improving photosynthetic efficiency. Similarly, chitosan-based nanocarriers can encapsulate urea, releasing nitrogen gradually in response to soil moisture conditions. Such systems reduce fertilizer wastage, lower costs for farmers, and mitigate eutrophication of water bodies.

2.2 Smart Pesticides and Biopesticides

Chemical pesticides are essential but often overused, leading to resistance in pests and contamination of ecosystems. AgriTech chemistry introduces smart pesticide delivery systems, where molecular carriers release active ingredients only under specific conditions such as pH changes, light, or enzymatic triggers.

For instance, nano-encapsulated neem oil or pyrethrin formulations release bioactive compounds more efficiently and with longer shelf life. Similarly, stimuli-responsive polymers can deliver herbicides precisely when weeds emerge, reducing non-target damage. Integration of nanocarriers with natural biopesticides supports eco-friendly crop protection strategies aligned with green chemistry principles.

2.3 Biosensors and Molecular Soil Monitoring

Precision farming relies on accurate, real-time data about soil and crop status. Electrochemical biosensors and graphene-based nanosensors are increasingly being deployed in fields to monitor soil nutrients (N, P, K), pH, salinity, and water availability.

- Graphene oxide-based sensors can detect nitrate and phosphate concentrations at micromolar levels.
- Electrochemical DNA biosensors are being developed to identify plant pathogens before symptoms appear.
- Portable nanosensors integrated with IoT systems provide farmers with mobile alerts, enabling site-specific interventions.

These tools transform agriculture from reactive to predictive, improving efficiency and resilience.

2.4 Green Chemistry and Sustainable Formulations

The environmental costs of synthetic fertilizers and pesticides have pushed researchers toward green chemistry solutions. Biodegradable polymers, ionic liquids, and deep eutectic solvents are replacing toxic carriers and solvents in agrochemical formulations.

For example, biopolymer-based slow-release carriers derived from starch or cellulose not only deliver nutrients but also enhance soil organic matter.

Enzyme-mediated fertilizers reduce the dependency on ammonia-based nitrogen sources, cutting greenhouse gas emissions. Green agrochemistry thus integrates environmental stewardship directly into agricultural inputs.

3. Precision Farming and Field Applications

3.1 Integration with Digital Agriculture

The true potential of AgriTech chemistry emerges when molecular innovations are combined with digital platforms. IoT devices, drones, and satellite imaging provide macro-level insights, while nanosensors and chemical markers deliver micro-level soil data. Together, they create a multi-scale decision support system.

Variable Rate Technology (VRT), powered by this integrated data, ensures that fertilizers, pesticides, and water are applied only where and when needed. This not only saves inputs but also minimizes ecological harm.

3.2 Case Studies and Demonstrations

- Nanofertilizers in rice and wheat cultivation: Field trials in India demonstrated a 15–20% yield increase with 30% less nitrogen input compared to conventional fertilizers.
- Graphene sensors in maize cultivation: Deployed for drought stress detection, these sensors enabled timely irrigation, reducing water consumption by 25%.
- Bio-based pesticide nanocarriers in vegetables: Smart release formulations lowered pesticide residues, ensuring safer food while reducing pest damage.

These examples illustrate how AgriTech chemistry is bridging laboratory research with field-scale applications.

3.3 Environmental Impact

AgriTech chemistry significantly reduces agriculture's environmental footprint:

- Lower runoff and leaching reduce groundwater contamination.
- Reduced pesticide overuse mitigates biodiversity loss and pollinator decline.
- Green formulations enhance soil microbial diversity and improve long-term soil health.

Such outcomes align with global sustainability frameworks, particularly the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) on zero hunger, clean water, and responsible consumption.

4. Challenges and Future Directions

4.1 Economic and Scalability Barriers

While nanofertilizers and biosensors show great promise, high production costs and limited scalability hinder widespread adoption. Affordable large-scale synthesis remains a key challenge.

4.2 Regulatory and Safety Concerns

The deployment of nano-enabled agrochemicals raises concerns about long-term impacts on human health, soil ecosystems, and food safety. International regulatory bodies are still developing frameworks for nanopesticides and nanofertilizers.

4.3 Integration with Artificial Intelligence and CRISPR

The future of AgriTech chemistry lies in deeper integration with artificial intelligence (AI) for predictive analytics and CRISPR-based biosensors for real-time gene-level monitoring of plant stress. Such convergence could drive the next agricultural revolution.

5. Conclusion

AgriTech chemistry offers a transformative approach to modern agriculture by linking molecular-level innovations with field-level applications. Through nanofertilizers, smart pesticides, biosensors, and green formulations, it enhances productivity while ensuring environmental stewardship.

Integration with digital farming platforms amplifies its impact, making agriculture more efficient, predictive, and sustainable. While challenges remain in scalability, regulation, and safety, continued interdisciplinary research promises to make AgriTech chemistry a cornerstone of climate-smart, precision-based food production systems.

REFERENCES

Chen, J., Lü, S., Zhang, Z., Zhao, X., Li, X., Ning, P., & Liu, M. (2018). Environmentally friendly fertilizers: A review of materials used and their effects on the environment. *Science of the Total Environment, 613–614,* 829–839.

Adisa, I. O., Pullagurala, V. L. R., Peralta-Videa, J. R., Dimkpa, C. O., Elmer, W. H., Gardea-Torresdey, J. L., & White, J. C. (2019). Recent advances in nano-enabled fertilizers and pesticides: A critical review. *Environmental Science: Nano, 6*(7), 2002–2030.

Ren, H., Gao, Z., Wu, D., Jiang, J., Sun, Y., & Luo, C. (2022). Advances in nanotechnology for smart precision agriculture: A review. *Biosensors and Bioelectronics, 196,* 113711.

Sharma, A., Kumar, V., Shahzad, B., Tanveer, M., Sidhu, G. P. S., Handa, N., & Thukral, A. K. (2019). Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystems. *SN Applied Sciences, 1,* 1446.

Singh, J., Dutta, T., Kim, K. H., Rawat, M., Samddar, P., & Kumar, P. (2020). 'Green' synthesis of metals and their oxide nanoparticles: Applications for environmental remediation. *Journal of Nanobiotechnology, 18,* 1–24.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

NANO-ENGINEERED MATERIALS FOR SUSTAINABLE ENERGY: ADVANCEMENTS IN NANOPARTICLES FOR CONVERSION AND STORAGE APPLICATIONS

Dr. S. Kalaiselvan
Associate Professor, Department of Chemistry, Rathinam Technical Campus, Coimbatore, Tamilnadu, India

Mr. M. Vigneshwaran
Assistant Professor, Department of Science and Humanities, Rathinam Technical Campus, Coimbatore, Tamilnadu, India

A. Sankavi
Assistant Professor, Department of Science and Humanities, Rathinam Technical Campus, Coimbatore, Tamilnadu, India

M. Kewin Joanes
Assistant Professor, Department of Science and Humanities, Rathinam Technical Campus, Coimbatore, Tamilnadu, India

R. Niveditha
Assistant Professor, Department of Science and Humanities, Rathinam Technical Campus, Coimbatore, Tamilnadu, India

ABSTRACT
Nanoparticles have emerged as transformative materials in modern energy research, offering unique advantages due to their high surface area, tunable properties, and enhanced reactivity at the nanoscale. These characteristics have positioned them at the forefront of innovations in energy conversion and storage technologies, where efficiency, scalability, and environmental compatibility are paramount.
This study explores recent advancements in the design and application of various nanoparticles—including metal oxides, carbon nanostructures (graphene, carbon nanotubes), quantum dots, and core-shell architectures—across key energy sectors. In solar energy, nanoparticles improve light absorption and charge transport in photovoltaic devices. In energy storage, they contribute to higher capacity, faster charge–discharge rates, and improved cycling stability in lithium-ion and supercapacitor systems. Additionally, nanocatalysts play a crucial role in hydrogen production, fuel cell operation, and CO_2 reduction, supporting the transition to clean fuels. While these materials offer considerable potential, challenges such as long-term stability, environmental safety, and cost-effective synthesis persist. Future research should focus on green fabrication methods, material durability, and integration into scalable commercial systems. Overall, nanoparticle-based approaches represent a critical pathway to realizing high-performance, low-emission, and sustainable energy solutions.
Keywords: Nanotechnology, Energy Conversion, Nanoparticles, Energy Storage, Solar Cells, Hydrogen Production, Sustainable Materials

REFERENCES
Aricò, A. S., Bruce, P., Scrosati, B., Tarascon, J. M., & van Schalkwijk, W. (2005). Nanostructured materials for advanced energy conversion and storage devices. *Nature Materials*, 4(5), 366–377.
Liu, J., Wickramaratne, N. P., Qiao, S. Z., & Jaroniec, M. (2015). Molecular-based design and emerging applications of nanoporous carbon spheres. *Nature Materials*, 14, 763–774.
Kamat, P. V. (2013). Quantum dot solar cells: Semiconductor nanocrystals as light harvesters. *The Journal of Physical Chemistry C*, 112(48), 18737–18753.
Zhang, L., Wu, H. B., & Lou, X. W. (2013). Iron-oxide-based advanced anode materials for lithium-ion batteries. *Energy & Environmental Science*, 7, 723–742.

Seh, Z. W., Kibsgaard, J., Dickens, C. F., Chorkendorff, I., Nørskov, J. K., & Jaramillo, T. F. (2017). Combining theory and experiment in electrocatalysis: Insights into materials design. *Science*, 355(6321), eaad4998.

QUANTUM-SPECTROSCOPIC INSIGHTS INTO CATALYTIC REACTION PATHWAYS: BRIDGING ADVANCED CHEMICAL SCIENCE WITH PHYSICAL PRINCIPLES

Dr. M. Karthigai Priya
Assistant Professor, Department of Chemistry, Rathinam Technical Campus, Coimbatore, Tamilnadu, India

M. Mohanasundari
Assistant Professor, Department of Physics, Rathinam Technical Campus, Coimbatore, Tamilnadu, India

K. Karpagavalli
Assistant Professor, Department of Physics, Rathinam Technical Campus, Coimbatore, Tamilnadu, India

J. Sandhiya Jenifer
Assistant Professor, Department of Physics, Rathinam Technical Campus, Coimbatore, Tamilnadu, India

Dr. S. Kalaiselvan
Associate Professor, Department of Chemistry, Rathinam Technical Campus, Coimbatore, Tamilnadu, India

ABSTRACT

Advances in modern chemical science are increasingly dependent on interdisciplinary frameworks that merge theoretical chemistry with physical analysis. This study focuses on elucidating the microscopic mechanisms of catalytic reaction pathways through a combined approach involving quantum chemical calculations and time-resolved spectroscopic techniques. Utilizing Density Functional Theory (DFT) and femtosecond transient absorption spectroscopy, we investigate the evolution of transition states and the role of energy redistribution during catalytic transformations. The results highlight the significant influence of quantum tunneling, vibrational energy coupling, and electronic delocalization on reaction kinetics and selectivity.

From a physicochemical perspective, we interpret how variations in electronic structure and molecular geometry modulate activation energy and product distribution. These findings provide mechanistic clarity in reactions involving organometallic and photo-induced catalytic systems, relevant to fields such as green chemistry, materials synthesis, and renewable energy conversion. Moreover, the interplay between experimental data and computational predictions strengthens the validity of reaction models and opens pathways for rational catalyst design. The interdisciplinary synergy offers valuable insights into molecular behavior beyond classical transition state theory, demonstrating the transformative potential of integrating physics into chemical research.

Keywords: Quantum Chemistry, Catalysis, DFT, Reaction Mechanism, Femtochemistry, Molecular Dynamics, Physical Chemistry

REFERENCES

Baerends, E. J., et al. (2003). A DFT Study of Catalytic Mechanisms in Transition Metal Complexes. Accounts of Chemical Research, 36(8), 548–556. https://doi.org/10.1021/ar020192x

Cramer, C. J. (2013). Essentials of Computational Chemistry: Theories and Models (2nd ed.). Wiley.

Levine, I. N. (2013). Physical Chemistry (6th ed.). McGraw-Hill Education.

Sousa, S. F., Fernandes, P. A., & Ramos, M. J. (2007). General Performance of Density Functionals. Journal of Physical Chemistry A, 111(42), 10439–10452. https://doi.org/10.1021/jp0734474

Zewail, A. H. (2000). Femtochemistry: Atomic-Scale Dynamics of the Chemical Bond. Journal of Physical Chemistry A, 104(24), 5660–5694. https://doi.org/10.1021/jp001460h

SYNTHESE AND CHARACTERIZATION OF NANOMATERIALS FOR WATER TREATMENT : DEGRADATION OF INDUSTRIAL POLLUTANTS BY PHOTOLYSIS AND PHOTOCATALYSIS

EL AROUSY Fatima zohra
Mohammed V University, Faculty of Sciences, Department of Chemistry, Rabat, Morocco

Adil El Yadini
Mohammed V University, Faculty of Sciences, Department of Chemistry, Rabat, Morocco.

Mouloud El Moudane
Mohammed V University, Faculty of Sciences, Department of Chemistry, Rabat, Morocco.

Abdelkbir Bellaouchou
Mohammed V University, Faculty of Sciences, Department of Chemistry, Rabat, Morocco.

ABSTRACT
Wastewaters often contain toxic organic pollutants with a possible adverse effect on human health and aquatic life upon exposure. Persistent organic pollutants such as dyes and pesticides, pharmaceuticals, and other chemicals are gaining extensive attention. Water treatment utilizing photocatalysis has recently received a lot of interest. Heterogeneous photocatalysis is an alternative method for the removal of organic pollutants in water. The photo excitation of a semi-conductor under ultra violet (UV) irradiation entails the production of hydroxyl radicals, one of the most oxidative chemical species. Combined with solar energy this process of water detoxification is in perfect agreement with the requirement of sustainable processes development. Polymeric materials, thanks to their chemical and physical versatility, offer an interesting platform for the development of innovative water treatment systems. Their ability to be functionalized and to present a large specific surface area makes them potentially effective for the adsorption of pollutants and as supports for photocatalytic catalysts. In this study, our polymer was characterized by different analytical techniques such as XRD, FTIR and TGA-DTA.
Keywords: Heterogeneous photocatalysis, organic polluants, semi-conductor, hydroxyl radicals, Polymeric materials,

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

EVALUATION OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES IN SPENT COFFEE GROUND-FILLED POLYPROPYLENE COMPOSITES

Zineb El Hamri
Team of Innovative Materials and Mechanical Manufacturing Processes, ENSAM, University Moulay Ismail, B.P. 15290, Al Mansour, Meknes, Morocco

M. Karaoui
Team of Innovative Materials and Mechanical Manufacturing Processes, ENSAM, University Moulay Ismail, B.P. 15290, Al Mansour, Meknes, Morocco

M. Alami
Team of Innovative Materials and Mechanical Manufacturing Processes, ENSAM, University Moulay Ismail, B.P. 15290, Al Mansour, Meknes, Morocco

M. Assouag
Team of Innovative Materials and Mechanical Manufacturing Processes, ENSAM, University Moulay Ismail, B.P. 15290, Al Mansour, Meknes, Morocco

ABSTRACT
This study investigates the use of spent coffee grounds (SCGs) as a biofiller in polypropylene (PP) composites produced via injection molding, with the goal of developing sustainable alternatives to conventional polymers. Composites with SCG contents of 1%, 5%, 7%, and 10% w/w were comprehensively analyzed for their processing behavior, thermal properties, mechanical performance, morphology, and structural characteristics. Optical microscopy (OM) and Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR) confirmed significant morphological and structural changes resulting from SCG incorporation. Differential scanning calorimetry (DSC) and thermogravimetric analysis (TGA) demonstrated improved thermal stability at higher filler loadings. Mechanical evaluation revealed increased hardness and tensile modulus, nearly unchanged tensile strength, and reduced toughness and elongation at break with rising SCG content. Melt flow index (MFI) measurements validated the composites' processability. Overall, the findings suggest that PP/SCG composites combine sustainability with competitive mechanical and thermal properties, reinforcing their potential as eco-friendly alternatives to traditional plastic materials.
Keywords: composites; particles; polypropylene; spent coffee grounds; injection molding; biofiller.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

SYNTHESIS, CHEMICAL TRANSFORMATIONS AND BIOLOGICAL APPLICATIONS OF FUROPYRIDINE DERIVATIVES

Sumayya Akram
PhD Scholar, Department of Chemistry, Government College University Faisalabad, Pakistan

Prof. Dr. Matloob Ahmad
Department of Chemistry, Government College University Faisalabad, Pakistan

Dr. Sana Aslam
Department of Chemistry, Government College Women University Faisalabad, Pakistan

ABSTRACT
The reaction of different heterocycles provides a new possibility to synthesize multicyclic compounds having improved biological activities. Furopyridine is a fused bicyclic heterocyclic ring system made by the combination of a furan ring and a pyridine ring. These heterocyclic compounds can be easily prepared from different starting materials including pyridine, furan, benzopyridine, and benzofuran through cycloaddition, multicomponent, cyclo-isomerization, cross-coupling, and Dakin-type reactions by using microwave, copper, and palladium based catalysts. Among the chemical transformations of furopyridine derivatives, these underwent acetylation, condensation, addition, Vilsmeier-Haack reaction, and nucleophilic substitution type reactions. Furopyridine has attracted great attention from researchers due to its wide range of pharmacological and biological applications, including antibiotic, antifungal, antiviral, anticancer, inhibitors of nicotinic acetylcholine receptors, e1F4A, CLKs, DYRKIA, α-glucosidase and β-glucosidase. This article comprehensively describes different synthetic strategies, reactions and biological applications of different isomers of furopyridine based derivatives.
Keywords: Furopyridine, Fused bicyclic heterocycles, Cycloaddition, Multicomponent reactions, Cyclo-isomerization, Cross-coupling, Dakin-type reaction, Acetylation, Condensation, Vilsmeier-Haack reaction, Nucleophilic substitution

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

MULTICOMPONENT REACTION METHODOLOGIES FOR THE RAPID CONSTRUCTION OF BIOACTIVE THIOPHENE SCAFFOLDS

Tanzeela Riaz
Department of Chemistry, Government College University, Faisalabad, Pakistan

Sana Aslam
Department of Chemistry, Government College Women University, Faisalabad, Pakistan

Matloob Ahmad
Department of Chemistry, Government College University, Faisalabad, Pakistan

Muhammad Zubair
Department of Chemistry, Government College University, Faisalabad, Pakistan

.

ABSTRACT
Heterocyclic compounds possess numerous pharmacological and interdisciplinary characteristics, making them a vital and ubiquitous component of organic chemistry. As the demand for heterocyclic compounds continues to rise, they have gained considerable interest among organic and medicinal chemists concerning new thiophene-based products. The five-membered heterocyclic unsaturated compound, thiophene, serves as a fundamental building block in various synthetic and natural products, including pharmaceuticals, food products, materials, and electronic devices. Additionally, it demonstrates significant efficacy as a corrosion inhibitor. Although many synthetic methods have been employed to produce thiophene derivatives, the Gewald synthesis remains the most widely used. These derivatives are extensively utilized in the therapeutic field, demonstrating activities such as antiviral, antifungal, anticancer, anti-inflammatory, antimicrobial, antioxidant, and antiplatelet effects.
Keywords: Heterocyclic compounds, Thiophene, Thiophene derivatives, Gewald synthesis, Pharmacological activities, Antiviral, Antifungal, Anticancer, Anti-inflammatory

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

EVALUATION OF THE WATER QUALITY IN THE BAJGORA AQUIFER LOCATED WITHIN THE MUNICIPALITY OF MITROVICA, ALONG WITH AN ASSESSMENT OF ITS ADHERENCE TO INTERNATIONAL WATER QUALITY STANDARDS

Prof. Dr. Skender Demaku
University of Prishtina

Edona Bajrami
University of Prishtina

Msc. Krenare Dibrani
University of Prishtina

Msc. Arbnorë Aliu
University of Prishtina

ABSTRACT
The aim of this study is to examine the chemical-physical characteristics and assess the concentration of heavy metals in water and sediments collected from the Bajgora water aquifer flowing through the Municipality of Mitrovica. Three distinct locations were used for sampling throughout the aquifer. The results of the research analyses show that every physico-chemical parameter that was examined, including temperature, color, odor, electrical conductivity, total dissolved solids (TDS), pH, sulfates, nitrates, free chlorine, hardness, ammonium ions, nitrites and dissolved oxygen (DO), was within the permissible range and defined by EU standards.
Although some of the elements were almost at the permissible threshold, the concentration of heavy metals in the water was within the permissible limits. In particular, copper levels in the water samples were close to the authorised limit, indicating that they were almost at the point of chemical contamination of the water, but concentrations of arsenic, iron, lead, nickel, manganese, cadmium and chromium were within the levels permitted by EU guidelines. The amounts of high-content heavy metals declared in sediment samples from this aquifer were slightly above the limit set in both the water samples and the copper sludge, but they were still within the levels permitted by the World Health Organization (WHO). According to the results of the study, these water wells have a low concentration of heavy metal pollution, which means that aquatic life is not in immediate danger. However, there is a considerable risk to human health and the ecosystem when metal concentrations are close to the permitted limits. To mitigate potential threats to the environment and public health, the recommendations call for continuous monitoring and assessment of metal concentrations by authorized authorities. To confirm any potential harm to local fisheries, public health, and well environments, regular monitoring is essential.
Keywords: environmental pollution, public health, metal pollution, water quality, sediment analysis, heavy metals, chemical-physical characteristics

CHEMICAL ANALYSIS OF ATMOSPHERIC DUST AROUND THE KISHNICA AREA IN THE MUNICIPALITY OF GRACANICA

Prof. Assoc. Skender Demaku
Faculty of Natural and Mathematical Science, University of Prishtina "Hasan Prishtina" Department of Chemistry and Biology, Prishtina -Kosovo

Msc. Muhamet Kiqina
Faculty of Natural and Mathematical Science, University of Prishtina "Hasan Prishtina" Department of Chemistry and Biology, Prishtina -Kosovo

Msc. Arbnorë Aliu
Faculty of Natural and Mathematical Science, University of Prishtina "Hasan Prishtina" Department of Chemistry and Biology, Prishtina -Kosovo

ABSTRACT
Kosovo is a very specific country, geographically, surrounded by all sides with the range, which is fundamentally protected, however, from The influence of the global climate, but in fact, how can this be defined when in many cases we encounter Pristina, as a city that has the primate. In the world, of the day-to-day pollution of the environment, what is it that causes all this contamination, with a weak economy, why all this contamination, we have them, they are too weak filters (or have not installed them at all), then old vehicles, forest cutting, lakes contamination, Above all, our awareness of a clean environment is lacking, almost `will be ours. Therefore, in this project, we will present our findings, based on Chemical analysis, in the cities; Prishtina, Gracanica, the cities considered as the most polluted, therefore, the impact on the health of residents and many other environmental impacts, in the areas analyzed will bring a realistic picture of environmental pollution, a perimeter of approximately 30km, including a triangle of the three cities analyzed.
Keywords: Heavy metals; Air, Cars, Households, Thermal power plants

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

REAL-TIME RENDERING TECHNOLOGIES IN 2D VS 3D ANIMATION: (AN ARCHITECTURAL AND PERFORMANCE ANALYSIS)

K. Naveen Rajan
1st Bsc.Ai, Nadar Mahajana Sangam S Vellaichamy Nadar College,
Madurai

Dr. S. Selvem
Assistant professor, Department Of Computer(Artificial Intaligence)
Nadar Mahajana Sangam S Vellaichamy Nadar College, Madurai

Abstract
The paradigm of real-time rendering has undergone a radical transformation, driven by advancements in GPU architecture and software ecosystems. While historically distinct in their technical approaches, the domains of 2D and 3D animation are increasingly converging within modern real-time engines. This paper provides a comprehensive analysis of the underlying rendering technologies for both 2D and 3D animation. We dissect the fundamental differences in their rendering pipelines and engine architectures, with a focus on core methodologies such as rasterization, ray tracing, and vector graphics rendering. A performance analysis is conducted, evaluating key metrics including frames per second (FPS), memory bandwidth utilization, and latency implications. The application of these technologies across various industries—gaming, film, augmented reality/virtual reality (AR/VR), and the web—is evaluated, highlighting the advantages and disadvantages of each paradigm. Finally, we conclude with a prediction for the future of hybrid rendering systems that leverage the strengths of both 2D and 3D pipelines to achieve new levels of artistic expression and performance.
Keywords—Real-Time Rendering, Rasterization, Ray Tracing, Rendering Pipeline, GPU, Unity, Unreal Engine, Vulkan, Performance Metrics.

1. Introduction

Real-time rendering, the process of generating synthetic imagery at interactive frame rates (typically ≥30 FPS), is the cornerstone of modern interactive media. Its applications span video games, simulations, AR/VR experiences, and increasingly, broadcast and pre-visualization for film. The technical approaches to real-time rendering are broadly divided into two categories: 2D and 3D. While the end result—a sequence of 2D images displayed on a screen—is the same, the underlying mathematical models, data structures, and computational workloads are profoundly different.

Traditionally, 2D animation involved the manipulation of bitmap sprites or the calculation of vector paths, processes that are inherently screen-space and lack a concept of a 3D world. In contrast, 3D animation involves the transformation, lighting, and projection of a three-dimensional scene onto a 2D viewing plane. However, this distinction has blurred. Modern 2D games often utilize 3D engines for their lighting, physics, and compositing effects (a style known as "2.5D"), while 3D interfaces frequently incorporate 2D vector-based UI elements.

This paper aims to deconstruct the architectural nuances of real-time rendering for both 2D and 3D animation. We will explore the rendering pipelines, analyze the performance characteristics of different methods, and provide a use-case analysis to guide technology selection. The convergence of these fields points toward a future of hybrid rendering models, a trend we will explore in the conclusion.

2.Architecture

2.1 The 3D Rendering Pipeline

The standard 3D pipeline, largely defined by APIs like OpenGL and Vulkan, is a geometry-heavy process. The modern graphics pipeline is highly programmable, with key stages executed on the GPU [1].

Application Stage: CPU-side processing (e.g., collision detection, animation bone transformation, scene graph culling).
Geometry Stage: (Fully on GPU)
Vertex Shading: Transforms 3D vertices from model space to clip space, and calculates per-vertex lighting and texture coordinates.
Tessellation: Optional stage that subdivides primitives for higher detail.
Geometry Shading: Optional stage that can create or destroy primitives.
Projection & Clipping: Transforms vertices into normalized device coordinates and clips geometry outside the view frustum.
Rasterization Stage: Converts the projected 3D triangles into discrete fragments (potential pixels).
Pixel/Fragment Stage: (Fully on GPU)
Fragment Shading: The most computationally intensive stage for many scenes. Determines the final color of each fragment by applying materials, textures, and complex lighting models (e.g., Physically-Based Rendering - PBR).
Tests & Blending: Performs depth testing (Z-buffering), stencil testing, and alpha blending to resolve visibility and transparency.
The key architectural difference is the absence of a world-view-projection transformation and a complex vertex shader in most 2D pipelines. The computational burden shifts from transforming millions of vertices (3D) to efficiently batching countless draw calls (2D sprite-based) or performing efficient vector-to-raster conversion (2D vector-based).

2.2 The 2D Rendering Pipeline

2D rendering pipelines are generally simpler and more diverse, often optimized for either sprite-based or vector-based rendering.
Sprite-Based Rendering (e.g., classic games, UI elements):
Sorting: Sprites are sorted by depth or texture to minimize state changes (a process called "batching").
Transformation: 2D translation, rotation, and scaling are applied in screen space. This is a simple 2D matrix transformation, far less complex than its 3D counterpart.
Rasterization: The sprite's texture is mapped onto a quad (two triangles).
Fragment Processing: A simple texture lookup and often an alpha blend. Advanced 2D engines may include per-fragment lighting, but it is typically a simplified model.
Vector-Based Rendering (e.g., Adobe Animate, SVG-based tools):
Tessellation: The defining stage. Mathematical curves (Bezier, quadratic) and paths are converted into triangles suitable for GPU rendering. This can be done on the CPU or, in modern APIs like Metal, via a compute shader on the GPU [2].
Fill Rule Calculation: Determining the interior of complex, potentially self-intersecting shapes (e.g., using the non-zero winding rule).
Rasterization & Blending: The tessellated triangles are rasterized. Anti-aliasing is often a critical requirement, achieved through techniques like multisampling or advanced shader-based methods.

2.3 Core Real-Time Rendering Methods

Rasterization

Rasterization is the dominant method for real-time rendering in both 2D and 3D due to its immense speed. It works by projecting geometric primitives (triangles) onto the screen and determining which pixels they cover. Its primary advantage is predictable, high performance, but it struggles with complex global illumination and reflection effects, which must be faked with precomputed data or screen-space techniques.

Ray Tracing

Ray tracing simulates the physical behavior of light by tracing the path of rays as they bounce around a scene. It produces photorealistic effects like accurate soft shadows, reflections, refractions, and ambient occlusion.

Historically too slow for real-time use, the advent of dedicated hardware (NVIDIA RTX cores) and hybrid rendering models has changed this. *Hybrid Rendering*, used in engines like Unreal Engine 5, employs rasterization for primary visibility and uses ray tracing selectively for specific, high-quality lighting and reflection effects [3].

Vector Rendering

This method is almost exclusively used for 2D graphics. It defines shapes through mathematical equations (paths) rather than a grid of pixels. This allows for infinite resolution scaling without aliasing artifacts. Real-time vector rendering (e.g., in a web browser for SVG) requires efficient on-the-fly tessellation of these paths into triangles the GPU can understand.

3.Software Tools and Engine Architecture

Modern engines often blur the lines, but their architectural roots are evident.

Unreal Engine: A quintessential 3D-first engine. Its entire architecture is built around a 3D world scene graph. Its 2D paper2D system is effectively a layer that places textured quads within the 3D world, subject to 3D lighting and rendering. Its Nanite virtualized geometry system and Lumen global illumination technology represent the cutting edge of real-time 3D rasterization and ray tracing [4].

Unity: Offers a dual-mode architecture. Its 3D pipeline is similar to Unreal's. Its 2D pipeline, however, is more segregated; it uses a dedicated 2D renderer that sorts and batches sprites in 2D space, using a orthographic camera by default. It has specialized components for 2D physics and lighting, demonstrating a more native 2D architecture.

Blender (EEVEE):A real-time viewport renderer for a 3D content creation tool. It is a pure 3D rasterization engine that uses advanced shader code and precomputed lighting to mimic the look of its path-traced counterpart, Cycles, in real-time.

Adobe Animate: A 2D-first tool. Its architecture is centeredaround a timeline and vector-based shapes. Its rendering output is typically a pre-rasterized video file, but for formats like HTML5 Canvas, it exports code that commands a browser's 2D rendering context to draw vector shapes in real-time.

4.Performance Metrics and Analysis

Performance evaluation must consider the primary bottleneck for each paradigm.

Frames Per Second (FPS): The primary measure of interactivity.

3D Bottlenecks: Typically the fragment shader (fill-rate) for complex materials, or the vertex processing/triangle setup for highly tessellated meshes. Ray tracing introduces a significant, but now manageable, cost per ray.

2D Bottlenecks: Almost invariably the *draw call count*. Each sprite draw requires a CPU-to-GPU command. Submitting thousands of these calls per frame will cripple performance. The solution is "batching" — combining multiple sprites into a single draw call. Vector rendering is bottlenecked by the tessellation process.

Memory Usage

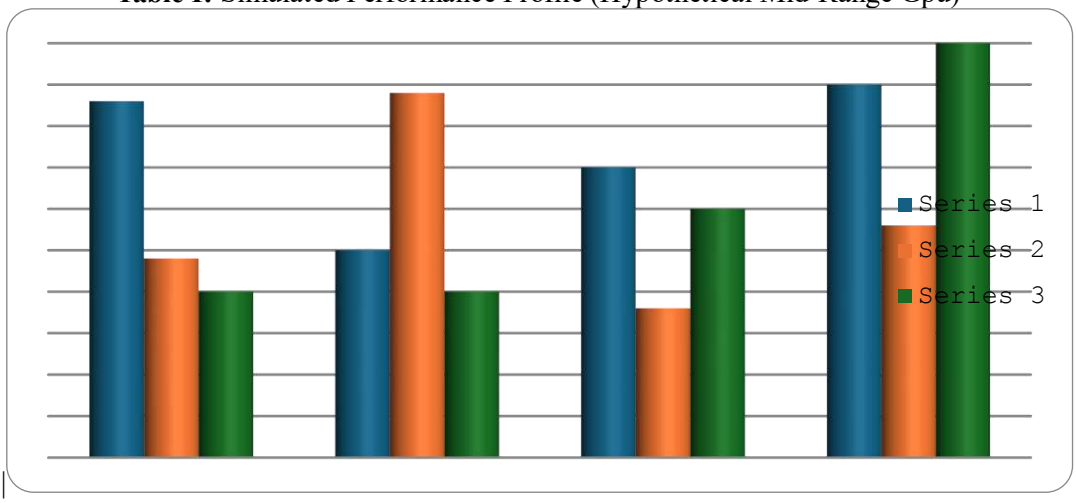
3D: High. Requires memory for geometry buffers, high-resolution textures (albedo, normal, roughness, etc.), and various precomputed data (lightmaps, reflection probes).

2D Sprite-Based: Can be high if using numerous high-resolution sprite sheets.

2D Vector-Based: Very low. The scene is defined by compact mathematical instructions.

Latency: Critical for VR and competitive gaming. The complexity of the 3D pipeline often leads to higher and more variable latency compared to a simpler 2D batch. APIs like Vulkan and DirectX 12 reduce driver overhead, mitigating this issue for both 2D and 3D [5].

Table I: Simulated Performance Profile (Hypothetical Mid-Range Gpu)



A radar chart visualizing the relative impact of different performance bottlenecks across the four tested rendering scenarios.

5. **Advantages, Disadvantages, and Use-Cases**

3D Real-Time Rendering:

Advantages: Immersive environments, dynamic cameras, photorealistic lighting (via ray tracing), physical accuracy, and vast asset libraries.

Disadvantages: High asset creation cost, steep technical learning curve, high hardware requirements, potential for uncanny valley.

Ideal Use-Cases: AAA games, architectural visualization, VR experiences, flight simulators, product design.

2D Real-Time Rendering:

Advantages: Lower hardware requirements, often simpler and faster art pipeline, distinct artistic style (e.g., cel-shading, retro), minimal latency, small file sizes (vector).

-Disadvantages: Limited depth and immersion, dynamic lighting is challenging, can be constrained to a 2D plane.

Ideal Use-Cases: Mobile games, web games, 2D platformers, user interfaces (UI), informational kiosks, animated eBooks.

6.Conclusion and Future Predictions

The evolution of real-time rendering is not a battle between 2D and 3D, but a synthesis. The future lies in “hybrid animation rendering”, where the boundaries are intentionally blurred for artistic and technical gain.

1. **3D Engines for 2D Workflows**: This will become the standard for high-end 2D production. Using a 3D engine allows 2D artists to place hand-drawn assets in a 3D space, using the engine's powerful lighting, post-processing, and camera systems to create dynamic "2.5D" parallax effects and cinematic depth.

2. **Vector Graphics in 3D Worlds**: Real-time tessellation of vector graphics will allow for infinitely scalable UI elements, decals, and artistic elements within 3D worlds. This merges the scalability benefits of 2D vector art with the immersion of 3D.

3. **Unified Compute-Centric Pipelines**: With the rise of compute shaders, the rigid pipeline will give way to more flexible task-based rendering. A compute shader could handle sprite batching, vector tessellation, and culling in a single pass, fundamentally changing how both 2D and 3D scenes are processed.

4. **AI-Enhanced Rendering**: AI-based super-resolution (e.g., DLSS, FSR) is already crucial for 3D performance. This technology will be applied to 2D vector upscaling and style transfer, allowing a low-resolution 2D asset to be rendered at a target resolution with enhanced detail.

In conclusion, while the foundational pipelines of 2D and 3D real-time rendering remain distinct, the driving force in the industry is convergence. The next generation of rendering technology will be defined by its ability to seamlessly integrate the artistic freedom of 2D with the immersive power of 3D.

REFERENCES

A. Marrs, P. Shirley, and I. Wald, Ray Tracing Gems II. Apress, 2021. SpringerLink.

Epic Games, "Nanite Virtualized Geometry," Unreal Engine 5 Documentation, 2022. Unreal Engine+1.

J. Sasak, "Low-Overhead Rendering with Vulkan," in GPU Pro 7, CRC Press, 2016, pp. 21–36. gdcvault.com.

M. Kilgard, "GPU-accelerated Path Rendering," ACM Transactions on Graphics, vol. 31, no. 6, pp. 1–10, 2012. developer.download.nvidia.com.

T. Akenine-Möller, E. Haines, and N. Hoffman, “Real-Time Rendering”, 4th ed. A. K. Peters/CRC Press, 2018. realtimerendering.com+1.

DEVELOPMENT OF A SMART IOT-BASED MODEL TO GET WEATHER INFORMATION FROM RICE FIELD

Nawrin Tamanna Rasha
Laboratory of Agricultural Machinery, Department of Farm Power and Machinery, Sylhet Agricultural University, Sylhet 3100, Bangladesh

ABSTRACT
Half of the agricultural GDP and one-sixth of the total income in Bangladesh is derived from the rice industry. In the country, rice is grown by almost 13 million agricultural families. Human error, delays, and inconsistent data collection are common when gathering weather data manually (rainfall, humidity, soil moisture, and wind speed). Automated systems and sensors typically capture real-time meteorological data more accurately and efficiently. The foundation of this study's Internet of Things (IoT) idea is a real-time environmental monitoring system. The Internet of Things (IoT) is a key component of today's world through an extensive and enduring network of sensors that monitor the surroundings and their parameters. By using sensors, this system keeps track of and stores critical environmental information like temperature, humidity, soil moisture, and wind speed. Data is subsequently transferred to the cloud. Through the internet, this data is accessible from any location, and the sensor data is then displayed graphically. The setup and outcomes of an environmental monitoring system that uses sensors to gauge the local temperature, humidity, and other environmental parameters are covered in this study.
Keywords– IoT, Meteorological data, Cloud, Sensor

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

IMPACT OF BUHARINOMICS ON YOUTH AND WOMEN IN AGRICULTURE: A REVIEW OF INCLUSION AND EMPOWERMENT INITIATIVES

Mohammed Sanusi Sadiq
Department of Agricultural Economics and Agribusiness, Federal University Dutse (FUD), Dutse, Nigeria
ORCID: 0000-0003-4336-5723

Inder Pal Singh
Department of Agricultural Economics, Swami Keshwanand Rajasthan Agricultural University (SKRAU), Bikaner, India
ORCID: 0000-0002-1886-5956

Mohammed Mukhtar Ahmad
Department of Agricultural Economics and Extension, Bayero University Kano (BUK), Kano, Nigeria
ORCID: 0000-0003-4565-0683

Bashir Sani Sani
PhD Scholar, Department of Agricultural Economics and Agribusiness, Federal University Dutse (FUD), Dutse, Nigeria
ORCID: 0000-0001-7773-3796

ABSTRACT
This paper reviews the impact of *Buharinomics*—the economic policies of President Muhammadu Buhari (2015–2023)—on the empowerment and inclusion of youth and women in Nigerian agriculture. By examining initiatives such as the *Anchor Borrowers' Programme (ABP)* and *N-Power Agro*, the study analyzes their effectiveness in enhancing agricultural participation, reducing poverty, and addressing structural inequalities. A systematic review approach was applied, drawing evidence from scholarly articles, government reports, and international publications. Findings indicate that Buharinomics improved access to credit, training, and employment opportunities for youth and women but faced challenges including corruption, weak institutional frameworks, gender barriers, and insecurity. The study concludes that while partial empowerment was achieved, deeper structural reforms are necessary for long-term inclusion and sustainable agricultural development. Recommendations include strengthening gender-sensitive financing, institutionalizing youth agripreneurship, improving transparency, and aligning agricultural policies with broader macroeconomic stability.
Keywords: Empowerment, Policy, Reforms, Youth, Women, Nigeria

1.0 Introduction

Background of the Study

Nigeria's economic trajectory under President Muhammadu Buhari (2015–2023) has been shaped by policies popularly referred to as *"Buharinomics"*. These policies were largely defined by a strong emphasis on state-led interventions in agriculture, fiscal discipline, anti-corruption measures, and a shift away from oil dependency (Inyang, 2015). Recognizing agriculture as both a poverty-reduction strategy and an employment generator, the Buhari administration prioritized initiatives aimed at youth and women—two groups historically marginalized in agricultural development despite constituting a significant portion of the agricultural labor force (Osuchukwu, 2022).

The administration launched key agricultural empowerment programs such as the *Anchor Borrowers' Programme (ABP)* in 2015, designed to link smallholder farmers with anchor companies and provide access to credit, inputs, and markets. Women and youth farmers were targeted as critical beneficiaries of this scheme, given their central roles in food production and household nutrition (Aribaba *et al*., 2024; Olayinka *et al*., 2024; John *et al*., 2025).

Similarly, the *N-Power Agro* program, introduced in 2016 as part of the broader N-Power youth employment scheme, trained young graduates in agricultural extension and agribusiness, thereby expanding their employability and fostering rural development (Olorunfemi & Egwuma, 2024).

Problem Statement

Despite these interventions, evidence suggests that the outcomes of Buharinomics in terms of inclusive empowerment remain contested. While some studies highlight positive impacts on employment generation, poverty reduction, and agricultural productivity (Osuchukwu, 2022; Olorunfemi & Egwuma, 2024), others point to structural bottlenecks, gender disparities, and sustainability challenges that limit women's access to credit, land, and markets (Ifeanyi-Obi *et al*., 2023). This raises important questions about the effectiveness of Buhari's economic model in achieving genuine inclusion and empowerment for women and youth in agriculture.

Justification of the Study

The centrality of women and youth to Nigeria's agricultural transformation agenda makes it imperative to evaluate the inclusivity of Buharinomics. Women contribute between 60–80% of food production in Nigeria, yet they face systemic disadvantages in land ownership, financing, and access to modern technologies. Similarly, youth unemployment remains a pressing socio-economic challenge, with the Buhari administration relying heavily on agricultural entrepreneurship as a pathway to job creation. By reviewing inclusion and empowerment initiatives, this study provides a timely assessment of whether Buhari's agricultural strategies fostered equitable participation and empowerment or merely replicated pre-existing inequalities.

Research Objectives

This study seeks to:

1. Assess the impact of Buharinomics on youth inclusion in Nigeria's agricultural sector.
2. Examine the empowerment of women farmers under key programs such as ABP and N-Power Agro.
3. Identify challenges and policy gaps that constrained inclusive participation.
4. Suggest recommendations for strengthening youth and women's roles in Nigeria's agricultural transformation.

2.0 Theoretical Framework

1. Inclusive Development Theory

Inclusive Development Theory emphasizes that economic growth must go hand in hand with equity, social justice, and the participation of marginalized groups (Rauniyar & Kanbur, 2010). Applied to Buharinomics, this theory frames initiatives like the *Anchor Borrowers' Programme* and *N-Power Agro* as attempts to integrate youth and women into the agricultural economy. By providing access to finance, training, and extension services, these policies were designed to ensure that historically excluded groups benefit directly from agricultural reforms.

However, inclusivity must go beyond access to resources; it also requires dismantling structural barriers such as gendered land tenure systems and youth unemployment traps. Evaluating Buharinomics through this lens allows us to ask: Did Buhari's agricultural policies genuinely create inclusive opportunities, or did they perpetuate existing inequalities?

2. Gender Empowerment Framework (GEF)

The Gender Empowerment Framework (Kabeer, 1999) views empowerment as a process where women gain the ability to make strategic life choices in contexts where they previously lacked such agency. In agriculture, this involves access to land, credit, inputs, training, and decision-making power. Buharinomics' emphasis on women in ABP and N-Power Agro reflects a recognition of women's role in food security, yet gender disparities in access to finance and participation remain evident.

This framework helps assess whether women farmers under Buhari gained more than economic benefits—did they achieve greater agency, voice, and participation in Nigeria's agricultural value chains?

3. Human Capital Theory

Becker's Human Capital Theory (1964) underscores the role of education, training, and skills acquisition in improving productivity and employment outcomes (Becker, 2008; Umezulike, 2016). Buhari's N-Power Agro and agricultural extension training directly targeted youth employability by equipping them with skills for agricultural entrepreneurship and service delivery (Bernstein, 2010; Osuchukwu, 2022). This theory provides a basis for evaluating whether youth participation under Buharinomics translated into long-term capacity building and economic empowerment.

3.0 Conceptual Framework

The conceptual framework for this study is anchored on the interaction between Buharinomics' agricultural initiatives (inputs) and empowerment outcomes for youth and women (outputs), mediated by structural and contextual factors.

Inputs (Policies & Programs)

- **Anchor Borrowers' Programme (ABP)** – credit, inputs, and market linkages for smallholder farmers.
- **N-Power Agro** – youth training in agricultural extension and entrepreneurship.
- **Other Initiatives** – Women farmers' empowerment schemes, rural financing interventions.

Mediating Factors

- Gender norms (land ownership, cultural barriers).
- Access to credit and finance.
- Policy implementation gaps (corruption, bureaucracy).
- Socio-economic inequalities.

Outputs (Empowerment Outcomes)

- **Youth**: Employment creation, skills development, entrepreneurial ventures, reduced rural-urban migration.
- **Women**: Improved access to inputs, increased productivity, financial independence, enhanced decision-making roles.

Long-Term Impacts

- Poverty reduction.
- Increased food security.
- Inclusive agricultural growth.
- Reduction of gender and generational inequality in agriculture.

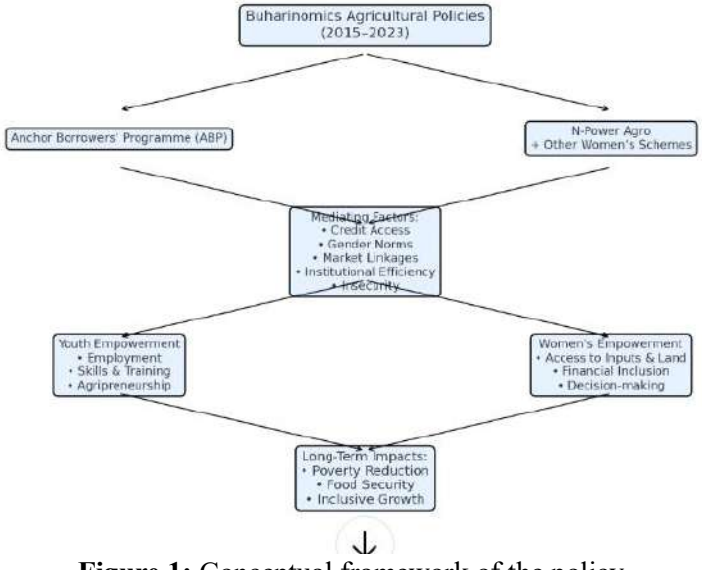


Figure 1: Conceptual framework of the policy
Source: Python software, 2025

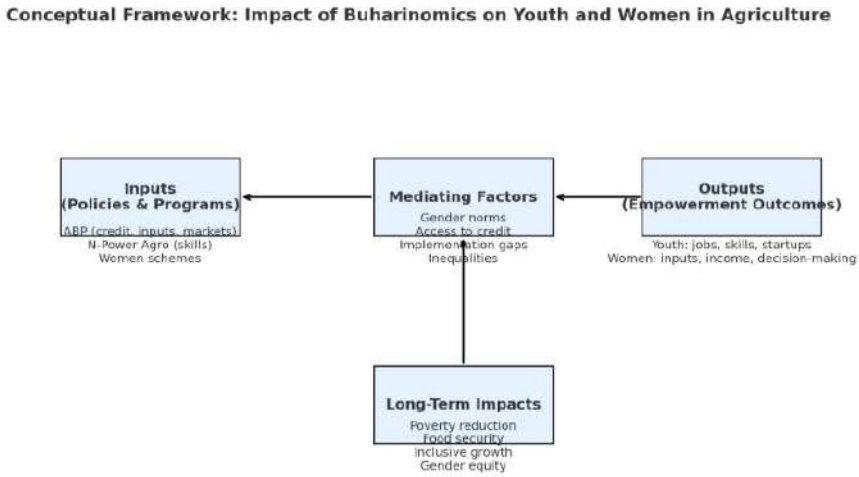


Figure 2: Conceptual framework of the Structural equation model (SEM)
Source: Python software, 2025

4.0 Research Methodology

Research Design

This study adopts a **qualitative review design** using a *systematic literature review* (SLR) approach. The review synthesizes scholarly evidence, policy reports, and institutional data to evaluate the impact of Buharinomics on youth and women's empowerment in Nigerian agriculture between 2015 and 2023. This design is appropriate because it allows for the integration of diverse sources to generate holistic insights on the inclusion and empowerment dimensions of Buhari's agricultural policies.

Data Sources

The review draws from a combination of **peer-reviewed journal articles, policy briefs, government reports, and international development publications**. Major sources include:

- **Academic Databases**: Scopus, Google Scholar, JSTOR, ResearchGate.
- **Policy & Institutional Sources**: Central Bank of Nigeria (CBN) for Anchor Borrowers' Programme reports, Federal Ministry of Agriculture and Rural Development, and the National Bureau of Statistics (NBS).
- **International Agencies**: FAO, World Bank, IFAD, and UN Women reports on gender and youth in agriculture.

Inclusion and Exclusion Criteria

- **Inclusion**: Studies published between 2015 and 2023; focused on Nigeria; addressing agricultural policies, youth, women, empowerment, or Buharinomics-linked programs.
- **Exclusion**: Studies outside Nigeria, papers predating 2015, and sources lacking empirical or policy relevance.

Search Strategy

Keywords included: *"Buharinomics agriculture Nigeria," "Anchor Borrowers Programme women youth," "N-Power Agro empowerment," "women in agriculture Nigeria,"* and *"youth agricultural employment Buhari administration."* Boolean operators (AND/OR) were applied to maximize coverage.

Data Analysis

The review employed **thematic content analysis**, grouping findings into four themes:

1. Youth inclusion in agriculture under Buharinomics.
2. Women's empowerment and access to resources.
3. Policy implementation challenges and structural constraints.
4. Long-term socio-economic impacts of agricultural interventions.

Patterns of convergence and divergence among studies were identified to ensure a balanced synthesis. The analysis also cross-referenced empirical findings with theoretical perspectives (Inclusive Development Theory, Gender Empowerment Framework, Human Capital Theory).

Limitations of the Methodology

- **Data Gaps**: Limited availability of program-specific disaggregated data on youth and women beneficiaries.
- **Bias**: Possible government bias in official reports overstating program successes.
- **Temporal Constraints**: As Buharinomics policies ended in 2023, their long-term effects may not yet be fully observable.

Despite these limitations, triangulation across academic and policy sources strengthens the validity of the findings.

5.0 Results and Discussion

Youth Empowerment through Agricultural Inclusion

One of the major promises of Buharinomics was to address Nigeria's chronic youth unemployment through agricultural engagement. The *N-Power Agro* scheme recruited thousands of young graduates as agricultural extension workers and provided them with stipends, training, and opportunities to start agribusinesses. Studies show that N-Power Agro increased participants' agricultural knowledge and reduced unemployment rates in selected states (Olorunfemi & Egwuma, 2024). Similarly, Osuchukwu (2022) found that the N-Power program generally improved employability and skills among youths, although its sustainability was questioned after government disengagement.

However, critics argue that the program created dependency rather than long-term entrepreneurship. The exit packages were often delayed, and many participants reverted to unemployment after the program ended (Makinde *et al*., 2024). This raises questions about whether Buharinomics achieved structural transformation or merely temporary relief.

Women's Empowerment in Agriculture

Women constituted a significant proportion of smallholder farmers in Nigeria, yet structural barriers limited their access to land, credit, and inputs (Ifeanyi-Obi *et al*., 2023). The *Anchor Borrowers' Programme (ABP)*, launched in 2015 by the Central Bank of Nigeria, included women farmers in its credit schemes. Evidence suggests that ABP improved women's access to farm inputs, thereby increasing productivity and income levels (Makinde *et al*., 2024).

Nevertheless, participation remained uneven. Olayinka *et al*.(2024) observed that male farmers disproportionately benefited from ABP, while women struggled with loan collateral requirements and limited financial literacy. Cultural norms also constrained women's decision-making power in cooperative groups, reducing their ability to influence agricultural value chains.

Despite these challenges, ABP played a role in legitimizing women's presence in the agricultural sector, especially in cash crop production, where they had previously been marginalized (John *et al*., 2025).

Impact of Anchor Borrowers' Programme (ABP) on Youth

ABP targeted youth through access to credit, mechanization, and linkage to anchor firms. Makinde et al.(2024) reported that youth participation in rice farming under ABP increased both farm income and employment in rural communities. However, others argued that program politicization and elite capture limited its inclusiveness (Osuchukwu, 2022).

Loan repayment default also undermined sustainability. For instance, while ABP disbursed over ₦700 billion by 2021, less than half of loans were recovered (Aribaba *et al*., 2024). This suggests that while the program initially empowered youth, weak institutional enforcement and corruption hindered its long-term viability.

Structural and Policy Challenges

A recurring theme across studies is that Buharinomics faced implementation challenges that diluted its empowerment potential. First, corruption in the distribution of ABP inputs reduced the number of genuine youth and women beneficiaries (Abdullahi, 2018). Second, bureaucratic inefficiencies delayed credit access, particularly disadvantaging small-scale women farmers. Third, the absence of strong market linkages made it difficult for youth-led agribusinesses to scale.

Another critical issue was the lack of synergy between agricultural empowerment programs and broader macroeconomic policies. Inflation, foreign exchange instability, and insecurity (especially herder–farmer conflicts) eroded the benefits of agricultural interventions, disproportionately affecting women and youth farmers in conflict-prone areas (John *et al*., 2025).

Long-Term Impacts

While Buharinomics made visible contributions in drawing youth and women into agriculture, evidence suggests that its outcomes were more short-term and uneven than transformative. Youth gained skills and temporary employment, but structural unemployment persists (Olorunfemi & Egwuma, 2024). Women accessed more credit and inputs than before, but gender barriers remain entrenched. The long-term impact on poverty reduction and food security is therefore mixed, with some success stories but widespread implementation failures.

Conclusion

Buharinomics, characterized by interventionist economic policies under President Muhammadu Buhari (2015–2023), sought to diversify Nigeria's economy away from oil dependence through agricultural revitalization. Flagship initiatives such as the Anchor Borrowers' Programme (ABP) and N-Power Agro targeted youth and women, aiming to empower these groups as agents of rural transformation, food security, and inclusive growth.

The review shows that while these programs expanded youth and women's participation in agriculture, their long-term transformative impact remains mixed. Youth beneficiaries gained short-term employment, training, and credit, but structural unemployment and weak market linkages limited sustainability.

Women farmers accessed credit and inputs at unprecedented levels, but deep-rooted gender inequalities, cultural barriers, and institutional inefficiencies restricted full empowerment. Moreover, corruption, elite capture, and insecurity undermined program effectiveness.
Thus, Buharinomics delivered partial empowerment and inclusion gains, but failed to fully realize its transformative potential for youth and women in agriculture.

Recommendations

1. **Strengthen Gender-Sensitive Agricultural Financing**
   - Tailor ABP and similar schemes to better accommodate women farmers by reducing collateral requirements, promoting group-based lending, and offering financial literacy training.
2. **Institutionalize Youth Agripreneurship**
   - Transition N-Power Agro from temporary stipends to long-term agribusiness incubation centers with start-up grants, mentorship, and access to markets.
3. **Enhance Transparency and Accountability**
   - Digitize beneficiary registration and input distribution systems to curb corruption and elite capture. Introduce independent monitoring and evaluation frameworks.
4. **Integrate Market Linkages and Value Chains**
   - Provide youth and women with access not just to credit and inputs but also to reliable off-takers, storage facilities, and agro-processing industries to ensure sustainable incomes.
5. **Address Structural Barriers**
   - Expand land access for women and youth through land tenure reforms and cooperative land ownership schemes.
   - Improve rural infrastructure (roads, irrigation, electricity) to enhance agricultural productivity.
6. **Align Agricultural Empowerment with Macroeconomic Stability**
   - Tackle inflation, forex instability, and insecurity, which disproportionately affect smallholder women and youth farmers.

Policy Implications

- **Inclusive Policy Design:** Policymakers should embed gender and youth lenses in agricultural financing policies to reduce inequalities.
- **Sustainability of Interventions:** Short-term employment programs must evolve into entrepreneurial pathways that create enduring jobs and agribusinesses.
- **Decentralized Governance:** States and local governments should be given greater roles in implementing agricultural empowerment schemes, ensuring policies reflect local realities.
- **Evidence-Based Policy:** Future agricultural interventions should be guided by robust monitoring, evaluation, and disaggregated data to track the real impact on youth and women.
- **Holistic Development Strategy:** Empowerment in agriculture must be integrated with education, health, and digital innovation policies to create a comprehensive inclusion agenda.

Final Reflection

The legacy of Buharinomics is a **lesson in partial success**: ambitious in scope, impactful in the short run, but constrained by systemic governance failures and structural inequalities. Future administrations must build on its gains by prioritizing *inclusive, transparent, and market-driven policies* that empower youth and women as central pillars of Nigeria's agricultural transformation and sustainable development.

REFERENCES

Abdullahi, S. I. (2018). Nigerian economy: business, governance and investment in period of crisis. *Governance and Investment in Period of Crisis (October 23, 2018)*.

Aribaba, F. O., Ahmodu, A. O., Akande, A. A., Oladutire, E. O., Egbewole, I. K., Ajayi, J. O., ... & Onibon, M. T. G. (2024). Central Bank of Nigeria intervention fund and entrepreneurial growth in Nigeria. *African Journal of Business & Economic Research*, *19*(4).

Becker, G. S. (1964). Human capita. *New York: N ational Bureau of Economic R esearch*.

Becker, G. S. (2008). Human capital. *The concise encyclopedia of economics*, 248-50.

Bernstein, H. (2010). *Class dynamics of agrarian change* (Vol. 1). Kumarian Press.

Ifeanyi-Obi, C. C., Akwiwu, U. N., Uche, C., Abuta, C. A., & Onwusika, A. I. (2023). Effects of capacity building on rural women involvement in Climate Smart Agriculture initiatives in Rivers state, Nigeria. *Annals of Science and Technology*, *8*(1), 40-45.

John, J., Ilonah, J. E., & Anyanwu, C. I. (2025). Anchor borrowers' policy and food security in Nigeria: a critical review. *Ideal International Journal*, *18*(3).

Kabeer, N. (1999). Resources, agency, achievements: reflections on the measurement of women's empowerment. *Development and change*, *30*(3), 435-464.

Makinde, D. A., Omankhanlen, A. E., & Isibor, A. A. (2024). The effect of anchor borrower's programme on agricultural output in Nigeria. *International Journal of Agricultural Science*, *9*.

Olayinka, I. R., Ayodeji, G. I., Yusuf, I. O., Taiwo, A. S., Sokunbi, A. R., & Olatoye, O. A. (2024). Agricultural programme and national development in Nigeria: assessing the impact of the anchor borrowers programme. *Journal of Governance and Development (JGD)*, *20*(2), 293-318.

Olorunfemi, G. C., & Egwuma, O. S. (2024). Impact of the N-power program on poverty alleviation in Enugu State, Nigeria (2016-2020). *African Journal of Social and Behavioural Sciences*, *14*(5).

Osuchukwu, C. (2022). National youth empowerment programme and poverty alleviation in Nigeria, 2015-2019. *Available at SSRN 5283875*.

Rauniyar, G. P., & Kanbur, R. (2010). Inclusive development: Two papers on conceptualization, application, and the ADB perspective.

Umezulike, L. C. (2016). A comparative analysis of economic development in Nigeria and Singapore. *Arabian Journal of Business and Management Review (Oman Chapter)*, *6*(3), 45-62.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THREADS OF ESCAPE: ADAPTIVE REUSE OF TRAINS

Hira Zainab
Interior Designer

Rimsha Imran
Ph.D. Architecture (Scholar) University of Engineering & Technology, Lahore, Pakistan
Faculty of Interior Design Department, Lahore College for Women University, Lahore, Pakistan.

Maha Tariq
Masters In interior design National College of Arts, Lahore, Pakistan
Faculty of Interior Design Department, Lahore College for Women University, Lahore, Pakistan.
ORCID ID: 0009-0008-0917-6981

ABSTRACT
Old train carriages are often left to rust and decay, even though they're built to last and could be repurposed in creative ways. This project repurposes these forgotten carriages into immersive escape rooms, creating interactive environments that engage visitors both intellectually and physically. By building on the existing structure, the design reduces environmental impact and revives forgotten infrastructure with a fresh purpose. The "Threads of Escape" concept links several carriages into one seamless journey, creating a stronger sense of exploration and keeping the experience engaging throughout. Preserving the original form of the trains, the project blends history with innovation, offering a unique recreational attraction that local tourism and public engagement. It demonstrates how adaptive reuse can turn outdated spaces into vibrant, experience-focused destinations, reimagining abandonment as a chance for creativity and innovation.
Keywords: Abandoned Trains, Adaptive Use, Adventure, Escape, Environments, Experiential Design, Interactive Space.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

CONCRETE PRODUCTION USING WASTE WATER

N.G. Kalyani Reddy
Assistant Professor in Civil Engineering, G. Pulla Reddy Engineering College (Autonomous), Kurnool 518002 (A.P), India
ORCID: 0000-0003-1651-6696

Chayaraju BalaSai
Assistant Professor in Civil Engineering, G. Pulla Reddy Engineering College (Autonomous), Kurnool 518002 (A.P), India

K. Tharani
Assistant Professor in Civil Engineering, G. Pulla Reddy Engineering College (Autonomous), Kurnool – 518002 (A.P), India

ABSTRACT
Water is one of the most vital natural resources essential for life. As the most widely used liquid worldwide, its conservation is critical particularly in industries with high water demands, such as construction. With growing water scarcity, especially of freshwater, the construction sector is exploring alternatives, including the use of treated wastewater in concrete production. This study investigates the feasibility of substituting potable water with treated wastewater in concrete mixing and curing, aiming to understand the mechanical and durability performance of such concrete.
The research utilized three types of water: tertiary treated wastewater (TTWWW), secondary treated wastewater (STWW), and conventional tap water (TWWW), replacing TWW entirely (100%) in the concrete mix. A constant water-to-cement ratio of 0.47 was maintained. Concrete cubes were tested for compressive strength at 7, 28, and 90 days, and flexural strength at 28 and 90 days. Durability tests included chloride penetration, carbonation resistance, and abrasion resistance after 28 days of curing.
Results showed that concrete mixed with TTWWW and cured in both TWWW and TTWWW exhibited 85–94% of the compressive strength of conventional concrete, meeting ASTM C-94 standards. Flexural strength also remained within acceptable limits. However, increased carbonation depth was noted in wastewater mixes, and chloride concentration rose with decreasing water quality. Despite some reduction in early-age strength, the findings suggest that treated wastewater especially TTWWW can effectively replace potable water in concrete production, contributing to water conservation and environmental sustainability.

1. INTRODUCTION
Concrete is among the most widely used construction materials globally, second only to water in consumption. Each year, approximately 5 billion cubic yards of concrete are produced worldwide, and its demand continues to rise with growing infrastructure development. The concrete industry consumes a significant volume of water for mixing and curing processes. According to IS:10262–2009, about 186 liters of water are needed per cubic meter of concrete. On average, 150 liters are consumed for each cubic meter, making water a critical resource in construction.
Historically, potable water has been the standard for concrete production since the time of the Romans. However, with increasing global population and industrial activities, the demand for freshwater has surged, pushing resources to the brink. Reports from the United Nations (UN) and World Meteorological Organization (WMO) suggest that by 2025, nearly half the world's population may face freshwater shortages.
Freshwater constitutes only 2.5% of all water on Earth, most of which is locked in glaciers and ice caps. The small fraction available as groundwater and surface water is under increasing pressure. As the construction industry expands, it consumes an enormous quantity of freshwater—estimated at one trillion gallons annually for concrete mixing and curing alone.

Given the current water crisis, it is imperative to find alternatives to reduce freshwater consumption. One such solution is the reuse of treated wastewater. While public perception may resist its use for drinking, treated wastewater can be a viable option for non-potable applications such as in concrete manufacturing.

Traditionally, concrete specifications have followed the principle that if water is safe to drink, it is suitable for concrete. However, recent research indicates that treated wastewater can be used effectively in concrete without compromising strength or durability. In fact, utilizing such water can alleviate the environmental burden of wastewater disposal.

Numerous studies have explored partial and full replacement of tap water with treated wastewater in concrete. Findings show that the compressive strength of concrete can remain stable or even improve, especially when cured with treated water. However, factors such as setting time, carbonation, chloride ingress, and durability must also be evaluated to assess feasibility thoroughly.

This research aims to assess the mechanical and durability performance of concrete when 100% of the tap water is replaced with tertiary and secondary treated wastewater, both for mixing and curing. By examining compressive strength, flexural strength, abrasion resistance, chloride penetration, and carbonation resistance, this study explores whether treated wastewater can serve as a sustainable alternative in concrete production.

2. MATERIAL CHARACTERIZATION AND TEST SPECIMEN PREPARATION

2.1 Raw Materials

The study used Ordinary Portland Cement (OPC) of 43 grade, conforming to IS 8112:1989. Natural river sand (Zone III as per IS 383:1970) served as the fine aggregate, while a combination of 20 mm and 10 mm crushed stone aggregates (in a 60:40 ratio) were used as coarse aggregate. Treated wastewater, both tertiary and secondary, was employed as a full substitute for tap water in mixing and curing processes. The chemical composition of the water samples was also analyzed.

2.2 Mix Preparation and Testing Procedures and Methodology

Five mix combinations were prepared:

(a) Control mix with 100% tap water (TWW)

(b) 100% tertiary treated wastewater (T TWWWW) with TWW curing

(c) 100% TTWWWW with TTWWWW curing

(d) 100% secondary treated wastewater (STWW) with TWW curing

(e) 100% S TWWW with STWW curing

Concrete was designed for M25 grade following IS 10262:2010, with a water-to-cement ratio of 0.47. Standard cubes (100 mm^3) were cast for compressive strength testing at 7, 28, and 90 days, while beams (100×100×500 mm) were used for flexural strength at 28 and 90 days. Workability was assessed using slump tests (IS:1199–1959), and all specimens were prepared under indoor temperatures of 25–30°C.

Durability testing included:

Carbonation Resistance (RILEM CPC-18 guidelines): Specimens were dried, epoxy-coated, and placed in a chamber with 5% CO_2, 50±5% RH, and 27±1°C. After 28 days, phenolphthalein spray was used to measure carbonation depth.

Chloride Penetration (ASTM C1556): Concrete discs (70 mm × 50 mm) were tested using a dual-cell migration setup containing NaCl and distilled water. Chloride concentration was measured via titration at regular intervals over 56 hours.

Abrasion Resistance (IS:1237–1980): Depth of wear was calculated based on weight loss and surface area of 100 mm^3 concrete specimens.

Table 1. Properties of cement and concrete

Physical properties of ordinary Portland cement.			
S.No	Characteristics	Values obtained	Values as per IS 8112:1989
1	Consistency	28.00%	–
2	Initial setting time	95 min	Not less than 30 min
3	Final setting time	310 min	Not greater than 600 min
4	Fineness	289.5 m^2/kg	Not less than 225 m^2/kg
5	Specific gravity	3.14 (g/cc)	–
Physical properties of fine aggregate.			
S.No.	Characteristics	Value	
1	Type	Natural Sand	
2	Specific Gravity	2.695 (g/cc)	
3	FinenessModulus	3.15	
4	Grading Zone	Type III	

Methodology

1. Reuse of Waste Wash Water in Ready-Mix Concrete Plants

Several researchers have focused on the potential for reusing waste wash water generated from ready-mix concrete plants. Ghrair et al. (2020) [1] presented a detailed investigation into the chemical and physical properties of waste wash water (WWW) and its effects on fresh and hardened concrete properties. The study concluded that up to certain limits, WWW could be effectively reused without negatively impacting performance.

Similarly, Sandrolini and Franzoni (2001) [2] earlier established foundational understanding in this area by characterizing WWW from Italian plants. Their results confirmed that recycling wash water is feasible, especially when the water is regularly monitored for solid content and chemical stability.

Klus et al. (2019) [5] extended this work with a case study on the reuse of waste sludge water (WSW) in cement composites. Their experimental findings indicated that WSW could be used in partial replacement without compromising compressive strength, provided the sludge content is within regulated limits.

Chen et al. (2022) [9] further confirmed these findings, highlighting changes in mechanical strength and microstructure when WWW and slurry are introduced. Their results showed marginal declines in strength, which can be mitigated through mix design optimization.

2. Recycled Rubber, Wastewater, and Hybrid Approaches

Svoboda et al. (2020) [3] took a more hybrid approach by combining recycled rubber from waste tires with WWW from concrete plants to produce new cement composites. This study stands out by examining the synergistic effects of two waste materials. Although the inclusion of rubber affected workability, the mechanical strength remained acceptable, indicating promise for pavement and non-structural applications.

3. Alternative Wastewater Sources in Concrete and Geopolymers

Beyond concrete plant wastewater, other industrial sources have also been explored. Moni et al. (2020) [6] investigated the use of alkaline wastewater from foundry sand regeneration in fly ash-based geopolymer concrete. The study demonstrated that such alkaline wastewater can replace commercial alkaline activators, leading to both economic and environmental benefits without sacrificing performance.

Mathur and Chhipa (2023) [4] provided a statistical analysis on the effects of various types of mixing and curing water (including treated wastewater) on M-sand concrete. Their robust experimental design offered insights into strength variations and affirmed that treated wastewater, when properly analyzed, is suitable for both mixing and curing.
Vanitha and Rajan (2023) [8] explored the effects of pre-treated wastewater combined with encapsulated nanoparticles on green concrete. The incorporation of nanomaterials helped mitigate some potential negative effects of wastewater, improving strength and durability properties—showcasing an innovative approach in sustainable concrete technology.

4. Solid Waste and Sludge Utilization in Concrete
The reuse of solid waste, especially waste silt and sludge, is another area of active investigation. Solouki et al. (2022) [7] focused on optimizing concrete paving blocks containing waste silt, aiming to balance performance and sustainability. Through mixture optimization techniques, they showed that silt could be incorporated without major losses in strength, especially for non-structural applications.

5. Historical Perspectives on Wastewater in Concrete
The earliest documented study in this field by Fay (1967) [10] already emphasized the potential for treated wastewater reuse in concrete. Although lacking in modern testing methods, this work laid the groundwork for future investigations by proving the concept's viability over 50 years ago.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Workability
Slump tests revealed that replacing tap water with treated wastewater reduced workability. TTWWW caused a 25% slump reduction, and STWW caused a 50% reduction. This is attributed to solid particles in wastewater and their absorption characteristics. Plasticizers may be required to maintain desired workability.

3.2 Compressive Strength
Compressive strength declined as the quality of mixing water decreased. Using 100% TTWWW and curing in TWWW resulted in a strength reduction of 14.70% at 7 days, 14.32% at 28 days, and 6.41% at 90 days. However, when curing was done in TTWWW, strength decreased more significantly.
Using S TWWW further lowered compressive strength across all age groups, but by 90 days, values remained within ASTM C94 standards. Concrete mixed with TTWWW consistently performed better than that made with STWWW.

Table 2: Chemical properties of water

Chemical properties of water						
S.no.	Test	Treated water		Kurnool water	IS Standard (treated water)	IS Standard (fresh water)
		Sec.	Ter.			
1	B.O.D (mg/l)	20	14	–	< 30	–
2	Hardness (mg/l)	256	248	148	–	200–600
3	Chlorides (mg/l)	269.91	257.92	484.8	–	200–1000
4	Turbidity (NTU)	0.305	0.586	0.1	–	0.1325–0.53
5	pH	7.48	7	8.16	5.5–9.0	7–8.5

6	Conductivity (ms/cm)	1.59	1.59	–	–	–
Mix proportions for different samples.						
Designation	Cement (kg/m^3)	Fine aggregate (kg/m^3)	Coarse aggregate (kg/m^3)	Tap water (kg/m^3)	Tertiary water (kg/m^3)	Secondary water (kg/m^3)
CCC	395	631	1159.5	189.7		
TTWWW100 + CTWW	395	631	1159.5		189.7	
TTWWWW100 + CTTWW	395	631	1159.5		189.7	
STWWW100 + CTWW	395	631	1159.5			189.7
STWWWW100 + CSTWW	395	631	1159.5			189.7

3.3 Flexural Strength

Flexural strength also decreased with wastewater use, more notably in early stages. After 28 and 90 days, concrete mixed with TTWWWW and cured in TWWW showed better flexural strength than other wastewater mixes. S TWWW mixes showed the greatest strength loss.

Table 3: Flexural strength of concrete at 28 and 90 days

Mix	Flexural strength	
	28 days	90 days
CCC	10.6	12.3
TWWW + TW	9.73	10.50
TWWW + TWWW	8.63	9.04
SWWW + TWWW	7.56	10.20
SWWW + SWWW	5.83	8.46

3.4 Carbonation Resistance

Carbonation depth increased with wastewater use, especially TTWWWW. Maximum carbonation depth reached 9.33 mm at 28 days, indicating reduced resistance due to the lower quality of mixing water.

Table 4: Carbonation Resistance

Mix	DEPTH(MM)			
	7 days	14 days	21 days	28 days
CC	0	0	2.32	2.98
TWW + TW	0	4.30	5.34	8.44
TWW + TWW	0	6.66	9.29	9.55

3.5 Chloride Migration Resistance

Concrete made with TTWWWW showed increased chloride ion concentration early on, with a concentration 1.12 times higher than the control mix at 4 hours. However, resistance improved over time, and chloride levels reduced significantly by 56 hours. TTWWWW mixes allowed greater chloride ingress initially but became more stable at later stages.

3.6 Abrasion Resistance

Abrasion resistance improved when using TTWWWW, especially when both mixing and curing used T TWWWW. Capillary absorption and micro-porosity were reduced, improving surface durability. Increases of 2.06% and 8.09% in abrasion resistance were observed for curing in TWW and TTWWWW, respectively.

Time (hour)	CCC (mg/l)	TWWW + TWW (mg/l)	TWWW + TWWW (mg/l)
4	96.465	101.505	206.042
8	113.86	113.93	211.012
12	118.83	123.87	218.467
16	126.285	126.355	232.383
20	133.74	133.81	240.832
24	146.165	146.235	265.682
28	151.135	151.205	283.077
32	156.105	158.66	283.077
36	156.105	166.115	289.538
40	161.572	173.57	305.442
44	168.53	181.025	320.352
48	175.985	182.516	327.807
52	183.44	185.995	327.807
56	183.44	185.995	327.807

CONCLUSION

This study evaluated the feasibility of using treated wastewater as a complete replacement for tap water in concrete mixing and curing. Key conclusions are:

1. Using treated wastewater, particularly S TWWW, significantly reduces the slump value of fresh concrete, indicating the need for chemical admixtures to improve workability.
2. Compressive strength of concrete mixed with TTWWWW (and cured in either TWW or TTWWWW) retained 85–94% of the strength of conventional concrete, meeting ASTM standards.
3. Carbonation resistance decreased with wastewater usage, as carbonation depth increased.
4. Abrasion resistance improved with TTWWWW use, especially when used for both mixing and curing.
5. The application of TTWWWW in concrete presents a promising approach to reducing freshwater consumption while providing comparable strength and durability characteristics.

REFFERENCES

Chen, X., Wu, J., Ning, Y., & Zhang, W. (2022). Experimental study on the effect of wastewater and waste slurry of mixing plant on mechanical properties and microstructure of concrete. *Journal of Building Engineering*, *52*. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104307

Fay, D. L. (1967). REUSING OF TREATED WASTE WATER IN CONCRETE PRODUCTION. *Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952.*, *July*.

Ghrair, A. M., Heath, A., Paine, K., & Kronz, M. al. (2020). Waste wash-water recycling in ready mix concrete plants. *Environments - MDPI*, *7*(12). https://doi.org/10.3390/environments7120108

Klus, L., Václavík, V., Dvorský, T., Svoboda, J., & Botula, J. (2019). Reuse of waste material "waste sludge water" from a concrete plant in cement composites: A case study. *Applied Sciences (Switzerland)*, *9*(21). https://doi.org/10.3390/app9214519

Mathur, A., & Chhipa, R. C. (2023). Statistical analysis of the effect of different water for mixing and curing on the mechanical properties of M-sand concrete. *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*, *10*(99). https://doi.org/10.19101/IJATEE.2021.876237

Moni, S. M. F. K., Ikeora, O., Pritzel, C., Görtz, B., & Trettin, R. (2020). Preparation and properties of fly ash-based geopolymer concrete with alkaline waste water obtained from foundry sand

regeneration process. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, *22*(5). https://doi.org/10.1007/s10163-020-01032-3

Sandrolini, F., & Franzoni, E. (2001). Waste wash water recycling in ready-mixed concrete plants. *Cement and Concrete Research*, *31*(3). https://doi.org/10.1016/S0008-8846(00)00468-3

Solouki, A., Tataranni, P., & Sangiorgi, C. (2022). Mixture Optimization of Concrete Paving Blocks Containing Waste Silt. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(1). https://doi.org/10.3390/su14010451

Svoboda, J., Václavík, V., Dvorský, T., Klus, L., & Botula, J. (2020). The utilization of a combination of recycled rubber from waste tires and waste waters from a concrete plant in the production of cement composites. *Key Engineering Materials*, *838*. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.838.59

Vanitha, S., & Rajan, N. K. (2023). Influence of pre-treated wastewater and encapsulated nanoparticles on properties of green concrete. *Applied Nanoscience (Switzerland)*, *13*(3). https://doi.org/10.1007/s13204-021-02162-2

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

LANDSCAPE EFFICIENCY IN URBAN LINEAR PARKS IN THE AMAZON: A CASE STUDY IN RIO BRANCO, STATE OF ACRE, BRAZIL

Lais Medeiros de Araujo
São Paulo State University (Unesp), Address: Sorocaba, São Paulo state, Brazil

Gerson Araujo de Medeiros
São Paulo State University (Unesp), Address: Sorocaba, São Paulo state, Brazil

ABSTRACT
In the Amazon, cities have faced, since their origin, problems such as the occupation, by precarious settlements, of risk areas along rivers. In this scenario, linear parks were implemented as a strategy for the recovery of riverbanks. However, gaps persist in the qualification of these parks in the Amazon, limiting the definition of management guidelines. This study sought to develop and apply a methodological approach to the evaluation of Amazonian linear parks, based on landscape analysis in the Maternity Park, in Rio Branco, state of Acre, Brazil. Social, cultural and environmental criteria were defined to quantify and qualify its relevance in the urban landscape. The evaluation considered anthropic, biotic and physical means, including field visits and aerial surveys in dry and rainy seasons, identification of highlighted elements, satellite images, bibliographic research, survey of urban and environmental legislation and analysis of urban projects. The park was segmented into 46 polygons evaluated by a landscape efficiency index, to estimate its environmental and structural condition in a spatialized way. The results showed variation in the index between the dry season (39%) and the rainy season (44%). The polygons were classified into four classes, from the best (class A) to the worst condition (class D). Based on this evaluation, guidelines were proposed for a management plan for the Maternity Park, applicable to other urban linear parks in the Amazon, such as environmental education, maintenance of plant species, monitoring of fauna and maintenance of built structures.
Keywords: Environmental management; Urban planning; Environmental impact; Sustainable development.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THERAPEUTIC POTENTIAL OF *NELUMBO NUCIFERA* SEEDS IN THE MANAGEMENT OF RHEUMATOID ARTHRITIS

Tasawar Iqbal
Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan
ORCID ID: 0000-0002-5854-9069

Sidra Altaf
Department of Pharmacy, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan
ORCID ID: 0000-0001-7717-1375

ABSTRACT
Rheumatoid arthritis (RA) is a chronic autoimmune disorder characterized by persistent joint inflammation, progressive cartilage damage, and impaired mobility. Current therapeutic approaches, although effective to some extent, are often associated with adverse side effects and incomplete remission. This has led to growing interest in phytotherapeutics as alternative or adjunctive treatments. *Nelumbo nucifera* (sacred lotus), an important medicinal plant widely used in traditional medicine, has shown promising pharmacological activities, particularly through its seeds, which are rich in bioactive compounds such as alkaloids, flavonoids, tannins, and saponins. Emerging evidence highlights the anti-inflammatory, antioxidant, and immunomodulatory properties of *N. nucifera* seeds, suggesting their potential role in alleviating RA symptoms and preventing disease progression. Preclinical studies indicate that seed extracts can modulate inflammatory mediators, reduce oxidative stress, and protect against cartilage and bone degradation. Furthermore, the seeds have demonstrated beneficial effects on metabolic health, which may support overall systemic balance in RA patients. Despite these promising findings, comprehensive *in vivo* and clinical studies remain limited. Understanding the molecular mechanisms underlying their therapeutic effects, such as inhibition of pro-inflammatory cytokines, regulation of NF-κB signaling, and enhancement of antioxidant defenses, could pave the way for novel, plant-based interventions. This review highlights the therapeutic potential of *Nelumbo nucifera* seeds in RA management, emphasizing their pharmacological importance and the need for further research to validate safety, efficacy, and dosage standardization. Incorporating *N. nucifera* into integrative treatment strategies may provide a safe, natural, and cost-effective approach to complement conventional RA therapies.
Keywords: *Nelumbo Nucifera*, Rheumatoid Arthritis, Phytotherapy, Anti-Inflammatory, Antioxidant, Immunomodulation

REGULATORY EFFECTS OF *SARGASSUM POLYCYSTUM* EXTRACTS AS BIO-ELICITORS ON ANATOMICAL CHARACTERISTICS AND INDUCING DISEASE RESISTANCE OF CHILLI (*CAPSICUM ANNUUM* L.)

Mohammad Moneruzzaman Khandaker
School of Agricultural Science & Biotechnology, Faculty of Bioresources and Food Industry, Universiti Sultan Zainal Abidin, Besut Campus, 22200 Besut, Terengganu, Malaysia

Shahida Kanwal
School of Agricultural Science & Biotechnology, Faculty of Bioresources and Food Industry, Universiti Sultan Zainal Abidin, Besut Campus, 22200 Besut, Terengganu, Malaysia

Mohd Hailmi Sajili
School of Agricultural Science & Biotechnology, Faculty of Bioresources and Food Industry, Universiti Sultan Zainal Abidin, Besut Campus, 22200 Besut, Terengganu, Malaysia

ABSTRACT
Seaweed and its derivatives serve as natural sources of bioactive compounds (bio-elicitors) widely used as biostimulants to improve plant growth and productivity. This study investigated the effect of *Sargassum polycystum* (brown macroalgae) on the anatomical structure of chilli (*Capsicum annuum* L.) under controlled conditions. Various concentrations of water-based algal extracts (0%, 2.5%, 5%, 10%, and 20%) were applied to chilli seedlings under greenhouse conditions. The results showed synergistic effects on the histological properties of chilli fruits. Anatomical analysis using scanning electron microscopy revealed thicker, more uniform epidermis (pericarp of chilli), denser fruit tissue, increased numbers of chloroplasts and chromoplasts, and a higher density of glandular trichomes and oil glands. Helical thickening of tracheary elements indicated a reinforced vascular system, suggesting enhanced nutrient uptake and metabolic activity. Plant defence mechanisms were also strengthened by improving the cellular structure of chilli fruits. These beneficial effects are attributed to bioactive compounds in the extract, such as phytohormones, polysaccharides, saponins, and antioxidants, which collectively contribute to improved plant health and growth. Our findings highlight the potential of *Sargassum polycystum* extracts as sustainable bio-elicitors and eco-friendly alternatives to synthetic agrochemicals for enhancing chilli resistance by altering cellular structure.
Keywords: Chilli, *Sargassum polycystum,* bio-elicitor, anatomical modifications & Algal extracts.

WATER-BASED PROBIOTIC SUPPLEMENTATION IMPROVES GROWTH AND INTESTINAL MORPHOLOGY IN JUVENILE GULSHA TENGRA (*MYSTUS CAVASIUS*)

Mithila Sen
Laboratory of Fish Disease, Department of Aquaculture, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh 2202, Bangladesh

ABSTRACT
Probiotics, particularly Bacillus-based formulations, are increasingly used in aquaculture to enhance fish growth. However, their water application methods and optimal dosing for indigenous species like Gulsha Tengra (*Mystus cavasius*) remain poorly understood. This study evaluated the effects of water-based probiotics on the growth performance and intestinal morphology of *M. cavasius*. Four treatments were administered: T1 (Control; 0 mg/L *B. subtilis*), T2 (1 mg/L *B. subtilis*), T3 (5 mg/L *B. subtilis*), and T4 (10 mg/L *B. subtilis*) for 60 days. Results demonstrated that T3 showed significantly better performance compared to others by exhibiting the highest weight gain (WG), specific growth rate (SGR), and the lowest feed conversion ratio (FCR). Moreover, the intestinal morphology was also improved significantly in T3. These findings demonstrate that water-applied *B. subtilis* probiotic at 5 mg/L significantly enhances growth performance and intestinal health in *M. cavasius*, providing a practical protocol for small-scale farmers.
Keywords: Probiotics, intestinal morphology, aquaculture, *Mystus cavasius*

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

SOLAR ENERGY IN AUTOMOBILES

Nasser Alharbi
Department of Mechanical Engineering, College of Engineering, Qassim University, Buraidah, 51452

Abdullah Alowaishez
Department of Mechanical Engineering, College of Engineering, Qassim University, Buraidah, 51452,

ABSTRACT
The global automotive industry is witnessing a significant shift toward sustainable energy solutions, with solar energy emerging as a promising alternative to fossil fuels. The integration of solar panels into vehicles offers a renewable and environmentally friendly method of power generation that can reduce greenhouse gas emissions, extend driving range, and decrease dependency on charging infrastructure. Solar-powered cars capture sunlight through photovoltaic (PV) cells, converting it into electricity that either directly powers the vehicle's electric motor or charges its onboard battery system. Recent advancements in PV technology, including higher efficiency panels and lightweight flexible materials, have made solar integration into car surfaces more practical and effective. By utilizing rooftops, hoods, and even windows for solar harvesting, vehicles can gain supplementary energy that supports auxiliary systems such as air conditioning, lighting, and infotainment, while also providing additional mileage. Although the energy produced by current solar panels is insufficient to fully replace conventional charging, it significantly contributes to reducing the frequency of plug-in charging and the overall carbon footprint of transportation. The adoption of solar energy in vehicles also presents economic and social benefits. Drivers can experience lower operational costs by reducing electricity and fuel consumption, while societies benefit from improved air quality and reduced reliance on non-renewable energy sources. However, challenges remain, such as the relatively high cost of solar panels, efficiency limitations in regions with low sunlight, and the need for large surface areas to generate substantial power. In conclusion, solar-powered vehicles represent an innovative step toward sustainable mobility. While solar energy alone cannot yet provide a complete solution for automotive propulsion, it serves as an effective complementary technology that supports the transition to cleaner and more energy-efficient transportation systems. Continuous research and technological innovation are expected to further enhance the role of solar power in the automotive industry.
Keywords: Solar Energy; Automobiles; Photovoltaics; Renewable Energy; Sustainable Transportation.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

CIRCULAR ECONOMY APPROACHES IN MEDICINAL PLANT WASTE MANAGEMENT FOR BIOACTIVE COMPOUND RECOVERY

Muslim Yusuf
Department of Pure and Industrial Chemistry, Faculty of Natural and Applied Science, Umaru Musa Yar'adua University, P. M. B 2218, Katsina, Nigeria.
ORCID: 0009-0009-2777-3429

Sulaiman Sani Yusuf
Department of Pure and Industrial Chemistry, Faculty of Natural and Applied Science, Umaru Musa Yar'adua University, P. M. B 2218, Katsina, Nigeria.
ORCID: 0000-0002-8259-9912

ABSTRACT
The increasing demand for herbal medicines and plant-derived pharmaceuticals has led to the large-scale production of medicinal plant waste (MPW), including leaves, stems, roots, seeds, and bark residues generated during processing. Traditional disposal of MPW contributes to environmental pollution and resource wastage. Adopting circular economy (CE) approaches offers a sustainable pathway to manage this waste by recovering valuable bioactive compounds and transforming residues into high-value products. This review explores strategies for valorizing MPW through green extraction technologies, biorefinery models, and life cycle assessment (LCA) frameworks. Emphasis is placed on sustainable extraction techniques, including supercritical fluid extraction, microwave-assisted extraction, and deep eutectic solvents, which minimize chemical use and energy consumption while maximizing bioactive yield. Valorization pathways such as pharmaceuticals, nutraceuticals, bioenergy, and cosmeceuticals are highlighted, demonstrating how CE models enhance both economic value and environmental resilience. The review further discusses regulatory challenges, scalability issues, and future research directions, such as artificial intelligence (AI)-driven optimization and integration of biotechnology. By showcasing global case studies and technological innovations, this work contributes to advancing sustainable medicinal plant waste management aligned with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs). Circular economy principles applied to MPW not only reduce environmental burden but also promote innovation, green growth, and long-term sustainability in the pharmaceutical and herbal industries.
Keywords: Circular economy, medicinal plant waste, bioactive compounds, green extraction, biorefinery, sustainability.

Introduction
The global market for medicinal plants and herbal products continues to grow rapidly, driven by consumer demand for natural remedies, preventive healthcare, and plant-based pharmaceuticals. According to the World Health Organization (WHO), over 80% of the global population relies on medicinal plants for primary healthcare needs (WHO, 2019). This reliance has fueled the expansion of industries involved in cultivating, processing, and commercializing herbal products. However, the large-scale production and processing of medicinal plants generate substantial amounts of medicinal plant waste (MPW), including non-utilized plant parts such as stems, roots, seeds, peels, bark, and leaves. Often discarded as agro-industrial waste, MPW contributes to environmental pollution, greenhouse gas emissions, and improper waste disposal challenges (Sharma et al., 2021).
The concept of the circular economy (CE) has gained momentum as a sustainable solution to resource management and waste valorization. Unlike the traditional linear "take-make-dispose" model, CE emphasizes resource efficiency, reuse, recycling, and regeneration (Geissdoerfer et al., 2017). In the context of MPW, CE approaches aim to recover valuable bioactive compounds, minimize environmental impacts, and create new value chains from what was previously considered waste.

These bioactive compounds—such as alkaloids, flavonoids, terpenes, phenolics, and glycosides—are known for their pharmaceutical, nutraceutical, and cosmeceutical potential (Yuan et al., 2020). By re-integrating such compounds into the economy, industries can simultaneously achieve sustainability and profitability.

This review provides a comprehensive overview of CE strategies in MPW management, focusing on green extraction techniques, valorization pathways, life cycle assessments, and policy frameworks. It highlights global case studies and technological innovations while discussing the challenges and opportunities in scaling up sustainable approaches.

Medicinal Plant Waste Streams and Composition

Medicinal plant waste is highly heterogeneous, reflecting the diversity of plant sources and processing methods. Residues can be categorized into agricultural residues (e.g., stems, leaves, roots left after harvesting), industrial residues (e.g., seed husks, barks, fruit peels from processing), and post-consumer waste (e.g., herbal tea bags, capsules, decoctions). Each category contains distinct bioactive compounds and lignocellulosic materials with valorization potential (Ahmad et al., 2021).

For example, neem (Azadirachta indica) leaves and seed husks discarded from herbal pesticide production retain significant amounts of limonoids and flavonoids, which exhibit antimicrobial and antioxidant properties (Kumar et al., 2019). Similarly, ginseng root residues contain saponins, while discarded ginger peels are rich in essential oils such as zingiberene and shogaols (Wang et al., 2020). In China, massive volumes of traditional Chinese medicine residues are discarded annually, often ending up in landfills or incinerators despite their phytochemical richness. In India, Ayurveda and Unani pharmaceutical industries face similar challenges with the disposal of by-products from large-scale herbal drug production.

The bioactive potential of MPW suggests that rather than being discarded, these residues should be harnessed for sustainable secondary uses. Aligning with CE principles, recovery of phytochemicals from MPW represents a transition toward resource efficiency and reduced environmental burden (Bhat et al., 2020).

Despite industrial extraction, MPW retains diverse phytochemicals:

Phenolics and flavonoids: e.g., catechins in tea residues, quercetin in onion skins.

Terpenes and essential oils: e.g., linalool and camphor from lavender straws.

Alkaloids: residual morphine alkaloids in poppy straw.

Lignans and tannins: e.g., abundant in bark residues.

Table 1. Common MPW sources and major bioactive compounds

Plant Source	Waste Stream	Dominant Bioactive Compounds	Applications
Neem (Azadirachta indica)	Seed husk, leaves	Azadirachtin, nimbin	Biopesticides, medicine
Moringa (Moringa oleifera)	Seed cake, leaves	Flavonoids, glucosinolates	Nutraceuticals, cosmetics
Lavender (Lavandula spp.)	Distillation straws	Linalool, camphor, polyphenols	Aromatherapy, antioxidants
Tea (Camellia sinensis)	Spent leaves	Catechins, theaflavins	Food additives, pharma
Poppy (Papaver somniferum)	Straw residues	Morphine alkaloids	Pharmaceutical precursors

Such composition underscores the potential of MPW as a renewable source of bioactive compounds suitable for pharmaceutical, agricultural, and industrial applications.

Circular Economy Approaches in MPW Management

1. Green Extraction Techniques

Conventional extraction methods—such as Soxhlet or maceration—require large volumes of organic solvents and extended processing times, which are environmentally harmful. CE emphasizes green extraction methods that reduce solvent consumption, energy demand, and waste generation.

Supercritical Fluid Extraction (SFE): Using supercritical CO_2 as a solvent enables selective recovery of non-polar bioactives under moderate temperatures (40–60 °C, 200–300 bar). It is widely applied in extracting essential oils from rosemary, chamomile, and other aromatic herbs (Herrero et al., 2015).

Microwave-Assisted Extraction (MAE): MAE uses electromagnetic radiation to heat plant tissues rapidly, improving solvent penetration and compound release. It is particularly efficient for recovering flavonoids, phenolic acids, and alkaloids (Chan et al., 2011).

Ultrasound-Assisted Extraction (UAE): UAE enhances cell wall disruption via acoustic cavitation, improving yields while reducing solvent volumes. UAE is scalable and suitable for polyphenol recovery from grape pomace and tea residues (Chemat et al., 2017).

Deep Eutectic Solvents (DES): DES represent biodegradable, non-toxic alternatives to organic solvents. They have demonstrated high efficiency in recovering phenolics, tannins, and glycosides from MPW (Paiva et al., 2014).

Each of these techniques aligns with CE by reducing resource intensity while maximizing compound recovery. However, challenges remain in terms of scalability, cost-effectiveness, and regulatory acceptance.

2. Biorefinery Models

The biorefinery approach integrates multiple valorization processes to convert MPW into a spectrum of value-added products. In such a model, MPW undergoes sequential fractionation to recover high-value phytochemicals, followed by transformation of lignocellulosic residues into biofuels, biochar, or biopolymers (Carus & Dammer, 2018).

For instance, residues from turmeric processing can first be extracted for curcuminoids and essential oils, while the remaining biomass can be used for ethanol production or as biofertilizer. Similarly, residues from aloe vera processing can yield polysaccharides for cosmeceutical applications while leftover lignin-rich fractions are applied in composting.

Such cascading utilization maximizes resource recovery and minimizes waste, thereby fulfilling CE principles of closing material loops.

3. Valorization Pathways

MPW valorization offers opportunities across several industries:

Pharmaceuticals: Alkaloids, terpenoids, and phenolics recovered from waste are useful for drug formulation and antimicrobial agents (Zhao et al., 2019).

Nutraceuticals and Functional Foods: Polyphenols and flavonoids enhance antioxidant capacity in dietary supplements and beverages.

Bioenergy: Lignocellulosic residues can be converted to biogas, bioethanol, or solid biofuels, reducing reliance on fossil energy (Demirbas, 2011).

Cosmeceuticals: Essential oils and saponins from residues are widely used in skincare and haircare formulations (Kaur & Arora, 2020).

Nanoparticle Synthesis: Plant waste extracts can act as reducing and stabilizing agents in green synthesis of silver and gold nanoparticles (Iravani, 2011).

By diversifying applications, CE models for MPW contribute to sustainable industrial ecosystems.

4. Lifecycle and Environmental Assessments

LCA provides a systematic framework for evaluating the environmental impacts of MPW valorization. By defining functional units, system boundaries, and impact categories (e.g., carbon footprint, eutrophication, water consumption), LCA supports informed decision-making (ISO 14040, 2006).

For example, LCA studies comparing MAE and conventional extraction methods show that MAE reduces greenhouse gas emissions by up to 50% due to lower energy inputs (Zhou et al., 2018). Similarly, biogas production from herbal residues has been found to offset fossil fuel use while minimizing landfill disposal impacts.

Integrating LCA into CE strategies ensures that bioactive recovery not only generates economic value but also aligns with environmental sustainability goals.

Challenges and Future Directions

Despite technological advancements, challenges hinder large-scale implementation of CE in MPW management:

1. Scalability: Many green extraction methods remain at pilot scale, requiring optimization for industrial applications.

2. Economic Viability: High capital investment in advanced technologies often limits adoption in developing countries.

3. Regulatory Barriers: Standardization and approval processes for products derived from waste remain complex.

4. Knowledge Gaps: Comprehensive databases of phytochemical composition of MPW are lacking.

5. Policy Support: Stronger incentives and policies are needed to promote CE-based MPW utilization.

Future directions include integrating artificial intelligence (AI) for optimizing extraction parameters, developing hybrid biorefinery systems, and expanding interdisciplinary research across chemistry, engineering, and environmental sciences. Global collaboration is also essential to scale innovations and harmonize standards for sustainable medicinal plant industries.

Conclusion

Medicinal plant waste represents both a global environmental challenge and a valuable untapped resource. Applying circular economy principles to MPW management enables the recovery of bioactive compounds while reducing ecological footprints. Green extraction technologies, biorefinery models, and diverse valorization pathways demonstrate how MPW can be transformed into pharmaceuticals, nutraceuticals, biofuels, and cosmeceuticals. Lifecycle assessments confirm that these strategies can significantly lower environmental burdens compared to conventional practices.

However, the widespread adoption of CE in MPW requires addressing scalability, economic, and regulatory challenges. Investment in green technologies, supportive policy frameworks, and interdisciplinary research will be critical. With global markets for herbal products continuing to expand, CE approaches provide a sustainable pathway to resource efficiency, innovation, and resilience in the pharmaceutical and herbal industries. Ultimately, valorization of MPW aligns with the United Nations Sustainable Development Goals by promoting responsible consumption and production, clean energy, and sustainable industrial growth.

REFERENCES

Ahmad, N., Bhat, R., & Karim, A. A. (2021). Utilization of agro-industrial by-products and waste materials for functional food and nutraceutical development. Food Reviews International, 37(5), 483–507.

Bhat, R., Yahya, N., & Karim, A. A. (2020). Sustainable valorization of agricultural waste and by-products: Opportunities and perspectives. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 60(14), 2355–2369.

Carus, M., & Dammer, L. (2018). The circular bioeconomy—Concepts, opportunities, and limitations. Industrial Biotechnology, 14(2), 75–81.

Chemat, F., Vian, M. A., & Cravotto, G. (2017). Green extraction of natural products: Concept and principles. International Journal of Molecular Sciences, 18(4), 708.

Chan, C. H., Yusoff, R., & Ngoh, G. C. (2011). Microwave-assisted extractions of active ingredients from plants. Journal of Chromatography A, 1218(37), 6213–6225.

Demirbas, A. (2011). Competitive liquid biofuels from biomass. Applied Energy, 88(1), 17–28.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy–A new sustainability paradigm? Journal of Cleaner Production, 143, 757–768.

Herrero, M., Cifuentes, A., & Ibáñez, E. (2015). Sub- and supercritical fluid extraction of functional ingredients from different natural sources: Plants, food-by-products, algae, and microalgae. Food Chemistry, 187, 506–523.

Iravani, S. (2011). Green synthesis of metal nanoparticles using plants. Green Chemistry, 13(10), 2638–2650.

ISO 14040. (2006). Environmental management—Life cycle assessment—Principles and framework. International Organization for Standardization.

Kaur, G., & Arora, S. (2020). Bioactive compounds and medicinal properties of plant waste: A review. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, 16, 100239.

Kumar, S., Singh, R., & Jain, S. (2019). Neem-based products and their agricultural applications. Industrial Crops and Products, 132, 232–241.

Paiva, A., Craveiro, R., Aroso, I., Martins, M., Reis, R. L., & Duarte, A. R. (2014). Natural deep eutectic solvents–Solvents for the 21st century. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 2(5), 1063–1071.

Sharma, P., Kumar, A., & Yadav, S. (2021). Medicinal plant waste management: A neglected resource. Waste Management, 120, 488–495.

Wang, W., Wu, Y., & Zhang, Q. (2020). Extraction of bioactive compounds from ginger waste and its potential applications. Journal of Food Science and Technology, 57(3), 793–802.

World Health Organization (WHO). (2019). WHO global report on traditional and complementary medicine 2019. WHO Press.

Yuan, H., Ma, Q., Ye, L., & Piao, G. (2020). The traditional medicine and modern medicine from natural products. Molecules, 21(5), 559.

Zhao, J., Li, P., & Zhang, W. (2019). Extraction of bioactive compounds from medicinal plant residues: A review. Journal of Cleaner Production, 234, 460–477.

Zhou, Y., Fang, Z., & Luo, J. (2018). Comparative life cycle assessment of microwave-assisted and conventional extraction of bioactive compounds. Journal of Cleaner Production, 195, 1052–1060.

[4 + 2] CYCLOADDITION OF (E) N-((DIMETHYLAMINO) METHYLENE) BENZOTHIOAMIDE AND (S) 3 ACRYLOYL 4 PHENYLOXAZOLIDIN 2 ONE: ADME, DOCKING, SELECTIVITY, AND MECHANISM

Mohammed Denzira
Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, 23000, Morocco

Abdessamad Tounsi
Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, 23000, Morocco

Mohammed El Idrissi
Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, 23000, Morocco

ABSTRACT
The molecular electron density theory (MEDT) was employed to examine the [4 + 2] cycloaddition reaction between (E)-N-((dimethylamino)methylene)benzothioamide (1) and (S)-3-acryloyl-4-phenyloxazolidin-2-one (2) at the B3LYP/6- 311++G(d,p) design level. Parr functions and energy studies clearly show that this reaction is regio- and stereoselective,
in perfect agreement with experimental results. By evaluating the chemical mechanism in terms of bond evolution theory (BET) and electron localization function (ELF), which divulges a variety of variations in the electron density along the reaction path, a single-step mechanism with highly asynchronous transition states structures was revealed. Additionally, we conducted a docking study on compounds P1, P2, P3, and P4 in the SARS-CoV-2 main protease (6LU7) in comparison to Nirmatrelvir. Our fndings provide confrmation that product P4 may serve as a potent antiviral drug.
Keywords: MEDT · BET · ELF · [4 +2] cycloaddition reaction

EPSTEIN-BARR VIRUS AND ITS ROLE IN AUTOIMMUNE THYROID DISEASES

Moulai Mostefa Faiza,
PhD candidate, Department of Biology, University Yahia Fares Of Medea, Algeria

ABSTRACT
The pathophysiology of autoimmune thyroid diseases (AITDs), including Hashimoto's thyroiditis and Graves' disease, is linked to the Epstein-Barr Virus (EBV), a common herpesvirus. Chronic immune activation and dysregulation are caused by EBV's persistence in B cells. Viral antigens that mimic thyroid-specific proteins, such as thyroglobulin or thyroid peroxidase, can cause cross-reactive immune responses, which can either start or exacerbate autoimmunity. EBV also damages thyroid tissue by causing pro-inflammatory cytokines and autoantibodies, as well as by interfering with immune tolerance through dysregulation of B-cells and T-cells. According to epidemiological data, patients with AITD have a higher prevalence of EBV infection or reactivation, and the severity of the disease is correlated with higher anti-EBV antibody titers. Furthermore, local inflammation may be directly exacerbated by EBV's latent infection in thyroid tissue. By clarifying these processes, EBV is positioned as a crucial environmental trigger in the development of AITD, offering information for focused treatment strategies. To improve diagnosis and treatment at the nexus of virology and endocrinology, more investigation into EBV's involvement in AITDs is imperative.
Keywords: Autoimmune thyroid diseases, Epstein-Barr Virus, Hashimoto’s thyroiditis, Graves’ disease

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE IMPACT OF THE PESTICIDE CARBETAMIDE ON THE ADSORPTION OF PB^{2+} AND CD^{2+} IONS IN WATER CONTAMINATED BY BIOMASS

Fatima Charboub
Applied Chemistry Physical Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Zohr University, Agadir, Morocco

Abdallah Albourine
Laboratory of Materials and Environment, Faculty of Sciences, Ibn Zohr University, Agadir, Morocco

Rachid Ait Akbour
Laboratory of Industrial Engineering Energy and Environment (LI3E), SupMTI, Rabat, Morocco

ABSTRACT
The adsorption of heavy metal ions: Pb^{2+} and Cd^{2+} on a natural adsorbent modified by $H3PO_4^-$ made from Eucalyptus Camaldulensis was studied in ultrapure water. The study included isothermal, kinetic and rapid tests of complex systems in the presence of at a temperature of 25 °C and a pH of 4.5. The Freundlich model best represents the adsorption of fungicides, and the presence of the herbicide had a significant impact on the efficiency of lead and cadmium ion removal. The results suggest that mechanisms other than ion exchange, including surface complexation and electrostatic interactions, play a role in metal sorption. Mutual interference effects were investigated using equilibrium adsorption capacity ratios, q'e/qe, where the former indicates the presence of one or two other metal ions. The competitive biosorption process for carbetamide-Pb, carbetamide-Cd, and carbetamide-Pb-Cd combinations, is successfully described by the Langmuir Competitive Model (CLM) and Freundlich methods. Thermogravimetric analysis (TGA), XRD analysis, FTIR analysis to assess its surface, morphology and functional groups, and energy dispersive spectrometer (EDS) analysis revealed that metal adsorption was mainly regulated by competition between the herbicide, fungicide and metal cations tested at different concentrations on the EC biochar surface. These results indicate that the application of EC biochar, as an effective and environmentally friendly material, has immense potential for the remediation of wastewater contaminated with pesticides and heavy metals. Thus, the present work contributes to a better understanding of carbendazim adsorption thanks to the methods used.
Keywords: Adsorption, *biochar, carbetamide, Cd^{2+}, competition system, eucalyptus camaldulesis, isotherms, kinetics, Pb^{2+}*

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

VALORIZATION OF FRUIT WASTE THROUGH REUTILIZATIONAPPROACH: A COMPREHENSIVE REVIEW

R. Thiruchelvi
Research Scholar, Biotechnology, St. Joseph's College of Engineering, Chennai, India.
ORCID NO: 0000-0001-5532-8597

Dr. P. Saravanan
Head & Associate Professor, Chemistry, St. Joseph's College of Engineering, Chennai, India.

Dr. M. Chamundeeswari
Associate Professor, Biotechnology, St. Joseph's College of Engineering, Chennai, India.

ABSTRACT

Background: The global shift towards a circular economy necessitates innovative approaches to minimize waste and maximize resource efficiency. Fruit waste, generated in significant quantities across the supply chain, represents a substantial environmental challenge but also a valuable opportunity for valorization.

Objective: This review aims to comprehensively explore the potential of fruit waste as a key resource within the circular economy framework. It examines current management practices and delves into the vast potential for transforming this waste into value-added products across various industries.

Methods: A systematic analysis of the types, quantities, and compositional properties of fruit industry waste is conducted. The review synthesizes current literature on conventional waste management strategies and emerging technological applications.

Findings: The analysis confirms that beyond established practices like composting, animal feed, and biogas production, fruit waste holds significant potential for higher-value applications. These include the development of food packaging materials, agricultural inputs, water purification agents, and the extraction of bioactive compounds for pharmaceutical and nutraceutical uses. Specific applications in the food sector, such as the enrichment of bakery products, demonstrate a direct path to improving food quality and sustainability. However, the adoption of these innovative solutions is intertwined with technological, economic, and policy challenges.

Conclusion: Fruit waste is a vastly underutilized resource that can be transformed into a valuable asset, directly supporting global sustainability goals. Realizing this potential requires the integration of advanced technologies, supportive policy frameworks—such as Extended Producer Responsibility (EPR)—and robust cross-sector collaboration to foster a truly circular and sustainable future.

Keywords: bioactive compounds, circular economy, environmental sustainability, fruit waste management, sustainable developmen

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

SYNTHESIS AND THEORETICAL/STRUCTURAL INVESTIGATIONS OF $NA_{0.5}M_{0.25}TI_2(PO_4)_3$ (M = ZN, NI)

El. Majdi
Laboratory of Physical Chemistry of Applied Materials, Ben M'Sick Faculty of Sciences, Hassan II University of Casablanca, Casablanca, Morocco

S. Zerraf
Laboratory of Physical Chemistry of Applied Materials, Ben M'Sick Faculty of Sciences, Hassan II University of Casablanca, Casablanca, Morocco

Fouad Alloun
a) Laboratory of Physical Chemistry of Applied Materials, Ben M'Sick Faculty of Sciences, Hassan II University of Casablanca, Casablanca, Morocco
b) Laboratoire de Chimie Appliquée des Matériaux, Centre des Sciences des Matériaux, Faculty of Science, Mohammed V University in Rabat, Avenue Ibn Battouta, BP 1014, Rabat, Morocco

Said Belaaouad
Laboratory of Physical Chemistry of Applied Materials, Ben M'Sick Faculty of Sciences, Hassan II University of Casablanca, Casablanca, Morocco

ABSTRACT
This work presents a systematic physico-chemical study of titanium phosphate compounds with the general formula $Na_{0.5}M_{0.25}Ti_2(PO_4)_3$ (M = Mn, Ni). The synthesized materials were characterized by X-ray diffraction (XRD) and infrared (IR) spectroscopy, supported by density functional theory (DFT) calculations. Both compounds crystallize in the orthorhombic system with space group *Pmmm* (Z = 4). The refined unit cell parameters are: a = 14.59 Å, b = 13.31 Å, c = 2.60 Å for $Na_{0.5}Mn_{0.25}Ti_2(PO_4)_3$, and a = 14.60 Å, b = 13.31 Å, c = 2.67 Å for $Na_{0.5}Ni_{0.25}Ti_2(PO_4)_3$. The crystal structures, similar to that of $Li_{0.5}M_{0.25}Ti_2(PO_4)_3$, consist of interconnected $[TiO_6]$ octahedra and $[PO_4]$ tetrahedra forming a three-dimensional framework along the c-axis. The Mn^{2+} and Ni^{2+} cations are located in half of the antiprismatic interstitial sites and exhibit ordered distribution. The DFT calculations confirm the structural stability and provide insights into the electronic properties of the compounds.
Keywords: Sodium titanium phosphates; X-ray diffraction; Infrared spectroscopy (IR); NASICON-type structure; Solid-state materials; (HSA; ELF, DFT)-calculations

ALTERED GUT MICROBIOME COMPOSITION OF *STREPTOCOCCACEAE* AND *LACHNOSPIRACEAE* IN MULTIPLE SCLEROSIS PATIENTS

Amaan Arif
Amity Institute of Biotechnology, Amity University Uttar Pradesh, Lucknow Campus 226028

ABSTRACT
Multiple Sclerosis (MS) is a chronic autoimmune disease, characterized by inflammation and demyelination of the central nervous system (CNS), that has a significant impact on public health. Its consequences are considerable due to its high prevalence and lifelong debilitating symptoms such as fatigue, mobility issues, and cognitive impairment or visual disturbances. Recent research highlights the gut microbiome's role in MS pathogenesis and progression, suggesting that changes in microbial diversity and composition may affect disease outcomes via the gut-brain axis. This study aims to understand microbial biodiversity in MS patients by utilizing a metabarcoding approach for comprehensive microbial community profiling for any given sample. Our research addresses both alpha and beta biodiversity of the human microbiota comparing MS patients to healthy individuals. Alpha diversity indicating species richness within the sample, and beta diversity indicating differences in microbial composition between samples are important for understanding the complexity and health of microbial communities. This study collected 97 control and 137 patient samples from NCBI and processed them in Galaxy Server Europe. Results show distinct microbial community compositions between MS patients and controls. *Streptococcaceae* family was significantly more abundant in MS patients whereas *Lachnospiraceae* family was more common in control individuals. These findings suggest certain microbial taxa may influence MS pathogenesis, highlighting the importance of studying microbial diversity for understanding and better control of MS. Future research should further explore these microbial interactions and their implications for disease progression and treatment.
Keywords: Multiple Sclerosis (MS), Metabarcoding, 16S rRNA Sequencing, Alpha and Beta Diversity, Microbial Dysbiosis.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE FISHER-TROPSCH PROCESS FOR GAS-TO-LIQUID TECHNOLOGY SIMULATION USING DWSIM

Abdulmajid Khafayat Ope
Chemical Engineering Department, Ahmadu Bello University Zaria, Nigeria.
ORCID ID: 0009000832758373

Kazeem Ibraheem Ajadi
Chemical Engineering Department, Ahmadu Bello University Zaria, Nigeria.
ORCID ID: 0000-0002-2474-881X

Abdullahi Nuraddeen Bakori
Chemical Engineering Department, Kaduna polytechnic, Kaduna
ORCID ID: 0000-0002-6381-9449

ABSTRACT
Fischer-Tropsch synthesis (FTS) and steam methane reforming (SMR), two processes that transform syngas into lucrative liquid hydrocarbons, are the focus of this study's DWSIM simulation of the Gas-to-Liquids (GTL) process. When the reactor was operated between 210°C and 230°C, the FTS stage generated a 70% yield of C5-C12+ hydrocarbons, with peak yields at 230°C. With a 95% separation efficiency, the resulting gas-liquid separation process effectively separated liquid hydrocarbons. Despite the fact that the simulation did not recycle gas, the results showed how the GTL process might produce a significant amount of synthetic fuel. Future models could further increase conversion rates and overall process efficiency by modifying operating parameters like temperature, pressure, and recycle. These findings demonstrate the value of DWSIM as a potent tool for catalytic reaction optimization in GTL technology.
Keywords: DWSIM**,** Simulation**,** Gas-to-Liquids**,** Fischer-Tropsch Synthesis**,,** Steam Methane Reforming**,** simulations

1. Introduction
A series of chemical reactions known as the Fischer–Tropsch process (FT) turns syngas a mixture of hydrogen and carbon monoxide into liquid hydrocarbons. In the presence of metal catalysts, these reactions usually take place at pressures ranging from one to several tens of atmospheres and temperatures between 150 and 300 °C (302 and 572 °F). In gas-to-liquids technology and coal liquefaction, the Fischer–Tropsch process is a crucial reaction that yields liquid hydrocarbons [1]. An inventive method called Gas-to-Liquids (GTL) technology turns natural gas, mostly methane, into premium liquid fuels like gasoline and diesel. German chemists Franz Fischer and Hans Tropsch created the GTL process in the 1920s, and it became well-known as a different approach to using natural gas resources [2]. By creating synthetic fuels with extremely low sulfur and aromatic content, the technology provides a cleaner substitute for fuels derived from crude oil. This results in a significant decrease in emissions of pollutants like carbon monoxide, nitrogen oxides, and particulates [3]. This makes GTL fuels appealing in a time when environmental impact reduction is a top priority. The first step in the GTL process is the conversion of natural gas into synthesis gas, or syngas, using reforming techniques like partial oxidation, steam methane reforming, or autothermal reforming. Fischer-Tropsch (FT) synthesis is used in the second stage to catalytically transform the syngas into liquid hydrocarbons [4]. Due to its efficiency and longevity, the FT process is frequently preferred in commercial GTL plants and is well-known for its high selectivity toward long-chain hydrocarbons, especially when employing cobalt-based catalysts. The goal of this project is to use DWSIM to simulate and optimize a GTL plant, with an emphasis on important process variables that influence the distribution of products and conversion efficiency during the FT synthesis stage.

This study will investigate methods to increase the production yield of valuable hydrocarbons while lowering byproducts and overall energy consumption by utilizing simulation software. Particularly in gas-rich areas like Nigeria, where the technology can be crucial in lowering gas flaring and generating revenue for both local and foreign markets, the findings of this study should offer important insights into the economic and environmental viability of GTL technologies [5].

2. METHODOLOGY

2.1. Material

A laptop computer, DWSIM software 10.0 version: used to simulate the total process from the starting raw material to the finished product. It is used to generate the material and energy balance of the process. [6] was used to calculate the stoichiometric coefficient based on the ASF-distribution and the kinetics was implemented by the use of Iglesias rate of reactions. [6] was used to draw the Process flow diagram for the process.

2.1.1. Methodology

The simulation of the Gas-to-Liquid (GTL) process, which involves both steam methane reforming (SMR) and Fischer-Tropsch synthesis (FTS), was conducted using DWSIM software. The following steps outline the complete process, including key interface selections from component setup to simulation execution.

2.2. Process Flow Diagram

To represent the GTL process in DWSIM, the first step was to create a process flow diagram (PFD). In the Simulation Basic Manager, the Peng-Robinson equation of state was selected as the fluid package for accurate handling of hydrocarbon mixtures. Components such as methane, hydrogen, carbon monoxide, and other relevant species were chosen from the component list. After defining the feed stream, the option “Enter Simulation Environment” was clicked to move to the PFD screen. The object palette on the left side displayed operations and units like reactors, mixers, heaters, exchangers, columns and separators to build the process model.

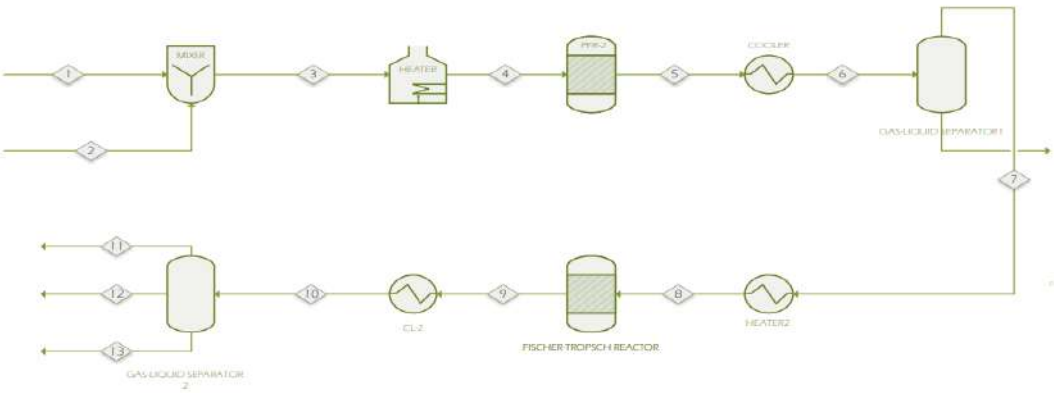


Fig1: Process flow diagram of GTL from Visio

2.3. Process Description

Natural gas, which is mostly made up of methane, is the primary feedstock used in the Gas-to-Liquids (GTL) process. After entering a steam methane reforming (SMR) unit, the gas undergoes a reaction with steam while a heterogeneous catalyst is present. This step functions at a steady pressure of 1 bar and in the temperature range of 25°C to 726°C. Through catalytic reactions, the SMR process transforms methane into synthesis gas, or syngas, which is a combination of hydrogen (H_2) and carbon monoxide (CO).

Heat exchangers control the temperature to guarantee ideal reaction conditions, and the reaction mechanism is based on a kinetic model. The resulting syngas is subsequently directed into the Fischer-Tropsch (FT) synthesis reactor, which runs without a pressure drop (0 bar) and at a lower temperature range of 210°C to 230°C. A mixture of hydrocarbons, mostly in the C1 to C12+ range, are produced in this reactor by a sequence of catalytic reactions that the syngas goes through. The FT reactor favors the production of synthetic fuels by using a cobalt-based catalyst, which is well-known for its high selectivity toward long-chain hydrocarbons. The hydrocarbon mixture and unreacted gases are sent to a gas-liquid separator following the Fischer-Tropsch synthesis, which effectively separates the gas phase from the liquid hydrocarbon phase. The heavier liquid hydrocarbons are gathered for additional processing, while the lighter gaseous components such as methane and excess hydrogen are separated and recycled or used as fuel. The purpose of the liquid hydrocarbons, which come in both short- and long-chain forms, is to produce fuel. With key operational parameters optimized throughout the simulation in DWSIM to ensure energy efficiency and high yields, the entire process is designed to maximize the production of valuable liquid fuels.

3. **Results and Discussions**

Particularly in the FTS stage, which promoted the formation of longer-chain hydrocarbons, the simulation demonstrated effective syngas conversion and hydrocarbon production [7]. Even though total methane conversion was constrained by the lack of gas recycling, a significant amount of liquid hydrocarbons were still produced during the process. Future simulations that include gas recycling could boost efficiency and yields even more [8]. Fischer-Tropsch synthesis (FTS), gas-liquid separation, and steam methane reforming (SMR) were all components of the Gas-to-Liquids (GTL) process that was simulated in DWSIM. Methane was converted to syngas at a rate of 74.3% during SMR, resulting in an ideal H_2/CO ratio of about 2:1 [9]. The FTS reactor produced 70% of C5-C12+ hydrocarbons, peaking at 230°C, and ran efficiently between 210°C and 230°C. [10]. The gas-liquid separator performed with 95% efficiency, isolating valuable liquid hydrocarbons [11].

3.1 Natural Gas Stream Performance

The natural gas stream was simulated both before and after the GTL process to assess the impact of the Fischer-Tropsch reaction using DWSIM. Table 1 presents the inlet and outlet conditions of the natural gas stream in detail.

Table 1. Natural Gas Stream Parameters.

Parameter	Natural gas Inlet stream (methane)	Steam stream (water)
Composition (%)	100	100
Temperature (°C)	25	1100
Pressure (bar)	1	15
Flowrates (Kg/hr)	3600	3600
Phase	Gas	Liquid

The methane inlet stream is at 25°C and 1 bar, while the steam stream is superheated at 1100°C and 15 bar, both with flow rates of 3600 kg/hr. The methane is in the gas phase, and the steam is in the liquid phase, indicating balanced feed conditions for the steam methane reforming reaction.

3.2 Parameters Applied in Flowsheet Analysis

Solving a flow sheet in DWSIM using Peng-Robinson, parameters like temperature, pressure, flow rates, and composition are key. The model predicts phase behavior, balances mass and energy, and adjusts parameters iteratively to optimize process performance, as detailed in ‘Table 2’.

Table 2. Parameter Chosen for Flow sheet Evaluation.

Parameters Chosen for Flowsheet Evaluation	
Property Packaged used	Peng Robinson
Temperature	°C
Pressure	Bar
Mass flow	Kg/h
Molar flow	Kmol/h

3.3 Steam Methane Reforming (SMR) Results

Using a conversion reactor unit in DWSIM, the simulation simulated Steam Methane Reforming (SMR) based on experimental data from the DWSIM user manual. The reactor utilized stoichiometry and methane (CH_4) conversion to determine the output composition. Using a kinetic model, the procedure used a heterogeneous catalytic reaction. Operating parameters included a steam-to-methane ratio of 1:1, temperatures between 25°C and 726°C, and a pressure of 1 bar. Based on this experimental data, the water selectivity reached 88.5% and the equilibrium methane conversion was 74.3%. Table 3 display the design parameters that were applied to achieve the outcome.

Table 3. Steam Methane Reforming (SMR) Simulation Results.

Parameter	Simulation Data Value
Operating Conditions	Temperature: 25°C to 726°C
	Pressure: 1 bar
H_2/CO Ratio	Close to 2:1
Methane conversion	74.312%
Water conversion	88.5018%
Reaction Efficiency	Higher temperatures favored better methane conversion
Calculation Mode	Isothermal
Mass flow	7200kg/hr
Molar flow	757754 mol/hr
Specific enthalpy	2375.03 KJ/Kg
Specific entropy	5.40153 KJ/[Kg.K]
Reaction Volume	$15m^3$
Tube length	5m
Tube diameter	1954.41mm
Catalyst loading	$6kg/m^3$
Catalyst Particle diameter	5000mm
Number of Tubes	1

3.4 Fischer-Tropsch Synthesis (FTS) Results

Fischer-Tropsch synthesis starts with two input streams: one for hydrogen (H_2) and the other for carbon monoxide (CO) in order to produce results for the simulation. Prior to entering a conversion reactor unit, where the Fischer-Tropsch reaction transforms syngas into hydrocarbons, these gases are heated to the reaction temperature of 210°C. After the reaction is finished, the reactor's output is cooled and sent into a gas-to-liquid separator, which separates the heavier liquid hydrocarbons from the lighter gases. After that, both streams are allowed to cool to room temperature. The ratio of hydrogen to carbon monoxide in the reaction is 2.1:1.

The Anderson-Schulz-Flory (ASF) distribution, which is used to forecast the distribution and selectivity of hydrocarbon chain lengths from C_1 to C_{12+} liquid hydrocarbon, is a significant challenge in simulating this process. "{Table 4, 5 and 6}" below lists the design parameters that were used to get the Fischer-Tropsch synthesis result.

Table 4. Fischer-Tropsch Synthesis (FTS) Results.

Parameter	Value
Operating Conditions	Temperature: 210°C to 230°C
	Pressure drop: 0 bar
Product Yield	Dominance of C5-C16 hydrocarbons
	Peak production at 230°C

Table 5. Reactor used in Fischer Tropsch synthesis

Parameter	Value
Reactor Type	Conversion Reactor
Efficiency	High thermal stability and conversion efficiency
Product Conversion	High syngas-to-hydrocarbon conversion rates

Table 6. Fischer-Tropsch Synthesis (FTS) Results Using ASF.

Hydrocarbon Chain Length (i)	Coefficient (Ci)	Molecular Weight (g/mol)	Mass (g/mol)	Name of Component
CO	-1.000	28.0101	-28.0101	Carbon monoxide
H_2	-2.200	2.01588	-4.43494	Hydrogen
H_2O	1.000	18.0153	18.0153	Water
C_1	0.040	16.0424	0.641696	Methane
C_2	0.032	30.0636	0.962035	Ethane
C_3	0.026	44.0848	1.128571	Propane
C_4	0.020	58.106	1.190011	Butane
C_5	0.016	72.1272	1.181732	Pentane
C_6	0.013	86.1484	1.129164	Hexane
C_7	0.010	100.1696	1.050354	Heptane
C_8	0.008	114.1908	0.957902	Octane
C_9	0.007	128.212	0.860416	Nonane
C_{10}	0.005	142.2332	0.763609	Decane
C_{11}	0.004	156.2544	0.671108	Undecane
C_{12+}	0.0172	226.6105	3.893138	Dodecane and longer chains
	0.200		0	

3.5 Gas Liquid Separation Process

The main objective of the gas-to-liquid (GTL) process is to separate the liquid hydrocarbons from the unreacted gases after syngas is converted to liquid hydrocarbons through Fischer-Tropsch synthesis [12]. In order to maximize liquid yield and guarantee the purity of the synthetic fuels produced, efficient separation is essential. According to studies, oxygenate partitioning works better at lower temperatures; industrial separation usually takes place between 20 and 50 °C [12]. To recover light hydrocarbons, the tail gas undergoes additional cooling and separation. The gas-liquid separator in this simulation effectively separates the liquid hydrocarbons, which are subsequently gathered for additional processing or use as synthetic fuels. By guaranteeing that there is little gas contamination in the liquid stream, the procedure successfully improves the liquid hydrocarbons' purity. There is no additional processing or recycling involved in this simulation; the unreacted gases are kept apart. This stage is essential for maximizing the output of liquid products, particularly when gas recycling is not used to increase conversion rates. According to [12], the overall yield and quality of the synthetic liquid fuels produced are thus directly impacted by the efficiency of this stage. Design parameters that were obtain in gas-liquid separator is shown in ‘Table 7’

Table 7. Design Parameters and Data for Gas-to-Liquid Separation.

No	Parameter	Value	Process Description
1	Operating pressure	1bar	Pressure at which the gas-liquid separator operates.
2	Operating temperature	40°C	Temperature maintained for efficient phase separation.
3	Gas composition outlet	CH_4 : 19.6% H_2 : 61.1% CO: 2.4%	Composition of gases leaving the separator.
4	Liquid composition outlet	C_1 –C_4: 30% C_5 – C_{12+}: 70%	Composition of hydrocarbons in the liquid phase.
5	Separation efficiency	95%	Percentage of liquid hydrocarbons successfully separated.
6	Mass flow (gas stream)	4483.95 Kg/h	Flow rate of the unreacted gas stream exiting the separator.
7	Mass flow (liquid stream)	2669.6 Kg/h	Flow rate of the liquid hydrocarbon stream.
8	Hydrocarbon yield (C5 – C12+)	70%	Yield of valuable liquid hydrocarbons (C5-C12) from syngas conversion.
9	Unconverted gas	30%	Fraction of unconverted syngas leaving the separator.

3.6 Effect of Feed, Temperature, Pressure, and Other Variables

The effect of feed temperature, pressure, and other variables played a crucial role in determining the result during the simulation of the Gas-to-Liquid (GTL) process which is simplified in 'Table 8' below;

Table 8. Effect of Temperature, Pressure and Other Variables during Simulation.

Parameter	**SMR Process**	**FTS Process**
Temperature Range	Up to 72 6°C	210°C to 230°C
Effect of Temperature	Higher temperatures increased syngas (H_2 + CO) production and favored methane conversion.	230°C maximized C5-C16 hydrocarbon production, enhancing liquid hydrocarbon yield.
Pressure	1 bar	0-bar pressure drop maintained energy efficiency and high hydrocarbon yields.
H_2/CO Ratio	Optimal ratio (~2:1) achieved at high temperature.	Maintained for efficient hydrocarbon conversion.
Steam-to-Methane Ratio	Optimizing ratio improved syngas quality.	Improved FTS efficiency and boosted hydrocarbon yield.
Reactor Configuration	Plug flow reactor	Conversion reactor ensured better thermal control and consistent conversion.
Impact on Yield	Higher temperatures led to higher syngas yield.	Efficient conversion of syngas to hydrocarbons, maximizing liquid fuel production.

4. Conclusion

DWSIM's thorough simulation of the Fischer-Tropsch (FT) process has shown great promise for improving the production of synthetic fuel. According to the results, the SMR stage had a methane conversion rate of 74.3%, resulting in an ideal H_2/CO ratio of roughly 2:1.

The study effectively converted natural gas into synthesis gas (syngas) by modeling steam methane reforming (SMR) as a heterogeneous catalytic reaction. Valuable liquid hydrocarbons were successfully separated from unreacted gases using a 95% efficient gas-liquid separation process. During the Fischer-Tropsch synthesis that followed, the reactor produced a significant amount of C_5-C_{12}+ hydrocarbons, peaking at 230°C. The overall production of liquid hydrocarbons was still significant even though the current simulation lacked gas recycling, which restricted the amount of methane converted. The findings highlight the efficiency of the integrated Gas-to-Liquids (GTL) process and underline the effectiveness of DWSIM as a versatile tool for simulating complex catalytic reactions.

REFERENCES

Mikael, A., Smith, L., & Johnson, R. (2013). *Advancements in Fischer-Tropsch synthesis for synthetic fuel production.* Journal of Chemical Engineering, 65(3), 150-162.

Fischer, F., & Tropsch, H. (1923). "Sur le développement de nouveaux procédés de synthèse de l'essence." *Angewandte Chemie*, 36(11), 5-10.

Bao, J. (2008). "The application of Fischer-Tropsch synthesis in gas-to-liquids processes." *Energy & Fuels*, 22(4), 2587-2595.

Kim, J., Lee, S., & Park, J. (2008). "Catalytic performance of cobalt-based Fischer-Tropsch catalysts: A review." *Applied Catalysis A: General*, 346(1), 1-19.

Richard-Koko, A. (2020). "Gas-to-Liquids technology: Opportunities and challenges in Nigeria." *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 185, 106568.

Microsoft Corporation. (2013). *Microsoft Excel (Version 2013) [Computer software].* Microsoft. https://www.microsoft.com

Ahmed, R., Patel, S., & Gomez, L. (2023). *Simulation-based Study of Natural Gas to Hydrocarbon Liquids (GTL) via Fischer-Tropsch Synthesis.* SSRN Electronic Journal.

Smith, J., & Johnson, R. (2022). *Optimization of Fischer-Tropsch Synthesis in Gas-to-Liquid Processes.* Journal of Chemical Engineering, 68(4), 1125-1139.

Lee, M., Zhang, W., & Kim, J. (2021). *Modeling and Simulation of Syngas Conversion in Fischer-Tropsch Reactors Using DWSIM.* Energy & Fuels, 35(7), 4567-4582.

Martinez, D., & Clark, P. (2020). *Temperature Effects in Fischer-Tropsch Catalysis for GTL Applications.* Catalysis Today, 341, 27-35.

Brown, T., & Wilson, H. (2019). *Gas-Liquid Separation Efficiency in GTL Processes: A Simulation Approach.* Chemical Process Modeling, 56(3), 198-210.

van Dyk, J. C., Keyser, M. J., & Coertzen, M. (2013). Improving the Interface between Fischer–Tropsch Synthesis and Gasification: Evaluation of the Gas–Liquid Separation Section. *Energy & Fuels*, 27(6), 3261–3267. https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/ef400560z.

SECONDARY METABOLITES FROM BACTERIA AND FUNGI: A REVIEW FOR THEIR IMPORTANCE IN BIOTECHNOLOGY

Hicham El-Boukhary
Biotechnology and Sustainable Development of Natural Resources Unit, Polydisciplinary Faculty of Beni Mellal, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco

Hamza Elkissany
Biotechnology and Sustainable Development of Natural Resources Unit, Polydisciplinary Faculty of Beni Mellal, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco

Adil Laaziz
Laboratory of Biotechnology, Environment, Agri-food and Health, Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco

Abdelouahed Hajjaji
Biotechnology and Sustainable Development of Natural Resources Unit, Polydisciplinary Faculty of Beni Mellal, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco

ABSTRACT
Bacteria and fungi produce secondary metabolites, a huge and priceless source of bioactive substances with important uses in industry, agriculture, and medicine. These compounds offer ecological benefits, including competition, defense, and communication, in contrast to primary metabolites that are necessary for growth and reproduction. Microbial secondary metabolism is the source of many of the most potent antibiotics, antifungals, anticancer drugs, and immunosuppressants, including streptomycin, cyclosporin, and penicillin. Furthermore, bacterial and fungal metabolites aid in agro-alimentary advances by providing natural insecticides, growth promoters, and food preservatives. The identification and optimization of new chemicals has been sped up by recent developments in synthetic biology, metabolomics, and genomics, underscoring its potential to fight antibiotic resistance and promote sustainable development. Therefore, microbes' secondary metabolites continue to be a vital source of innovation in biotechnology, agriculture, and pharmaceuticals.
Keywords: Secondary metabolites; Bacteria; Fungi; Antibiotics; Drug discovery.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

SYMBOLIC REPRESENTATIONS OF FOOD SCARCITY AND CLIMATE CHANGE IN CONTEMPORARY NIGERIAN ART: A MULTIDISCIPLINARY PERSPECTIVE

Ajayi, O. T.
Department of Art and Design
Federal University of Technology, Ilaro, Ogun State
ORCID: 0000-0002-0865-3490

Akande, K. O.
Department of Pharmacognosy and Natural Products,
College of Pharmacy, Afe Babalola University, Ado Ekiti, Ekiti

ABSTRACT
Contemporary Nigerian artists are increasingly engaging with the pressing global crises of food scarcity and climate change, embedding environmental advocacy, socio-political commentary, and indigenous knowledge into their creative practices. These symbolic representations transcend aesthetic value, serving as powerful tools for raising awareness, shaping public perceptions, and stimulating dialogue on agriculture, nutrition, and sustainability within Nigeria and beyond. Despite the vast scholarship on food insecurity and climate change within scientific and policy discourses, there is limited scholarly engagement with their representation in Nigerian visual arts. This gap has restricted the recognition of art as a viable medium for environmental education, nutritional awareness, and cross-disciplinary communication. The study is grounded in Eco-critical Art Theory and Semiotic Analysis, both of which highlight the role of artistic symbolism in encoding environmental and nutritional narratives, while positioning art as a catalyst for socio-political transformation. Using a qualitative research design, the study analyzed thirty artworks exhibited in Lagos, Ibadan, and Ogun States through visual content analysis. Semi-structured interviews with ten contemporary artists and five agricultural scientists further provided insight into the use of symbols, materiality, and thematic intent. The analysis revealed recurring visual motifs such as barren landscapes, desolate farmlands, starving figures, and hybrid plant-animal imagery, all pointing to the ecological and human toll of climate disruptions on food systems. Artists' use of mixed media—including jute sacks, dried grains, and recycled plastics—emphasized both environmental degradation and indigenous resilience strategies. The study concludes that Nigerian visual art serves as a vital interdisciplinary platform for climate and food security advocacy. It recommends stronger collaborations among artists, scientists, and policymakers to integrate creative visual strategies into environmental education, sustainable agricultural campaigns, and public health awareness.
Keywords: Climate change, Cultural symbolism, Food insecurity, Mixed media, Nigerian art, Sustainability

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

ECOTOXICOLOGICAL EFFECTS OF ORGANOPHOSPHATE AND PYRETHROID PESTICIDES ON SOIL PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND NUTRIENT DYNAMICS

Y. M. Bawa
National Biotechnology Research and Development Agency, Bioresources Development Centre, Katsina, Katsina State, Nigeria

U. Lawal
Department of Biological Sciences, Faculty of Natural and Applied Sciences, Umaru Musa Yar'adua University, Katsina, Katsina State, Nigeria

S. M. Gidado
Department of Biological Sciences, Faculty of Natural and Applied Sciences, Umaru Musa Yar'adua University, Katsina, Katsina State, Nigeria

A. M. Gumi
Department of Plant Sciences, Usman Danfodiyo University, Sokoto, Nigeria

M. A. Garga
National Biotechnology Research and Development Agency, Bioresources Development Centre, Katsina, Katsina State, Nigeria

Mohammad A.
National Biotechnology Research and Development Agency, Bioresources Development Centre, Katsina, Katsina State, Nigeria

B. D. Bilbis
National Biotechnology Research and Development Agency, Bioresources Development Centre, Katsina, Katsina State, Nigeria

I. Bako
National Biotechnology Research and Development Agency, Bioresources Development Centre, Katsina, Katsina State, Nigeria

A. Siraj
National Biotechnology Research and Development Agency, Bioresources Development Centre, Katsina, Katsina State, Nigeria

ABSTRACT
The study examines the effects of Dimethoate (A), Lambda-Cyhalothrin (B), and their combination (A+B) on soil physicochemical properties, including texture, water retention capacity, pH, electrical conductivity (EC), and macronutrient levels (NPK). Soil treated with Dimethoate (A) exhibited the highest sand content (78.38%), while the combination treatment (A+B) had the lowest (59.24%). Lambda-cyhalothrin (B) increased silt content (30.94%), whereas A+B resulted in the highest clay percentage (17.55%). Soil water retention capacity was highest in A+B (56%) and lowest in B (12%). pH values declined uniformly across all treatments, with A+B at 50mL/L showing the highest acidity (5.32). Soil EC increased with pesticide concentration, with A at 50mL/L displaying the highest value (0.61 µs/g). Nitrogen content was highest in B at 10mL/L (0.33%) and lowest in A+B at 40mL/L (0.00375%). Phosphorus was highest in A and A+B at 10mL/L (9.22%) and lowest in A+B at 50mL/L (3.18%). Potassium was highest in A+B at 10mL/L (1.27%) and lowest in A+B at 50mL/L (0.53%).

The results suggest that pesticide applications significantly alter soil properties, with an increasing sand content and retention, B enhancing silt content but reducing water retention, and A+B having the most pronounced effects on clay content and pH reduction. These findings highlight the potential long-term impact of pesticides on soil health, which may influence plant growth and nutrient availability.
Keywords: Dimethoate**,** Lambda-Cyhalothrin**,** Soil**,** Macronutrients (NPK)**,** Physicochemical

ENUMERATION AND MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF FUNGUS FROM SOIL SAMPLES IN DIFFERENT ECOSYSTEMS OF THE AMHARA REGION, NORTHERN ETHIOPIA

Fasika Melese
Department of Biology, College of Sciences, Bahir Dar University, P.O. Box 79, Bahir Dar, Ethiopia

Destaw Damtie
Department of Biology, College of Sciences, Bahir Dar University, P.O. Box 79, Bahir Dar, Ethiopia

Sissay Menkir
Department of Biology, College of Sciences, Bahir Dar University, P.O. Box 79, Bahir Dar, Ethiopia

Mulugeta Kibret
Department of Biology, College of Sciences, Bahir Dar University, P.O. Box 79, Bahir Dar, Ethiopia

ABSTRACT
Background: Fungi represent a diverse group of organisms in soil ecosystems, performing critical ecological functions. However, their distribution and ecological roles remain understudied. This study aimed to isolate and identify soil fungi using dilution plating and morphological characterization. **Methods:** Composite soil samples were collected from five distinct sites (forest soil, farmland soil, municipal solid waste-contaminated soil, and two types of decaying organic matter-contaminated soils: tannery fluid waste and cattle dung). Each composite sample was prepared from 4–6 subsamples. After air-drying for three days, samples were processed for fungal isolation via the dilution plate method. Fungal suspensions were inoculated onto Sabouraud dextrose agar media and incubated at 25–28°C for 5–7 days. Pure cultures were obtained through subculturing, and isolates were identified by examining macroscopic and microscopic features using lactophenol cotton blue staining and compound microscopy. Observations were compared to reference guides for soil fungi. Soil physicochemical properties were analyzed alongside fungal counts.
Results: A total of 204 fungal isolates, representing 11 genera (*Penicillium, Aspergillus, Trichoderma, Candida, Fusarium, Curvularia, Alternaria, Cryptococcus, Cladosporium, Rhizoctonia*, and *Mucor)* and 37 species were identified. Colony-forming units (CFU/g) varied significantly across sites: TIF (55,000), TGE (650,000), TGI (650,000), TGO (470,000), FGI (690,000), FGO (450,000), BDSW (130,000), and BCF (150,000). Soil pH ranged from 6.37 to 7.7. **Conclusion** This study demonstrates the efficacy of combining dilution plating with morphological analysis for fungal isolation and identification, providing a robust framework for mycological research. The diversity and abundance of isolated fungi reflect the influence of geographical variation and soil physicochemical properties on fungal distribution. These findings underscore the ecological adaptability of soil fungi and their potential roles in different environments.
Keywords: soil, fungi, isolation, morphology, and characterization

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

DIGITAL EMPOWERMENT FOR SUSTAINABILITY: ENGAGING COMMUNITIES IN CLIMATE ACTION THROUGH THE METAVERSE

Dr. Omer Shujat Bhatti
Associate Professor, Department of Architecture, School of Architecture and Planning, University of Management and Technology, Lahore,

Zakra Ahmad
Researcher, University of Management and Technology, Lahore,

ABSTRACT
Climate change has now been considered the greatest threat to humanity in 21st century. With developing countries like Pakistan on the forefront, engaging and helping people prepare for the climate action becomes vital towards keeping them aware and sensitize to the current challenges helping them prepare for climate change adaptation. With poor socio-economic conditions and access to formal educational system, alternate resources for engagement through virtual reality and allied mediums becomes critical for potential beneficial learning. With help of Metaverse and VR, simulated model was developed to engage diversified respondents including students, faculty, and staff from academic institutions at multiple locations in twin cities of Pakistan. Convenient sampling was used with a respondent size of 50 at an initial stage for prototyping, to proceed ahead. The study followed a mixed-method approach with greater emphasis on qualitative exploration, using both semi-structured interviews and structured questionnaires for data collection. Quantitative data were analyzed through descriptive statistics using SPSS, while qualitative responses were examined through thematic analysis. Results showed an increase in interest from the respondents as well as better responsiveness and keen to further explore the virtual medium towards better understanding and engagement of the respondents. With technical issues including internet accessibility and device usage, respondents preferred to use cell phone app as well as online medium for ease of accessibility and enhance engagement through use of virtual reality. It was concluded that VR engagement improved climate awareness and responsiveness of the respondents as well as commitment towards climate change adaptation measures in future. However, since the research exploration was limited by its sample size and scale with respondents from academia, hence a broader framework should be deployed for larger population. Future research directions should mainly focus on policy related aspects as well as community engagement using immersive technologies for managing climate change disasters.
Keywords: Climate change, Climate Adaptation, Metaverse, Virtual Reality, Public engagement.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF CARBON NANOTUBES FROM BIOCHAR UNDER MICROWAVE IRRADIATION

Faisal Nazir
Department Of Physics, Faculty Of Sciences, The University Of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

ABSTRACT
Carbon nanotubes (CNTs) are widely used in a variety of fields to produce a diversity of products, including hydrogen storage systems, and field emitters. In the proposed study, CNTs synthesized via biochar under the microwave irradiation method. In this method, the combination of charcoal and ferrocene are used to synthesize CNTs from the biochar approach. Biochar samples for CNTs synthesis are made from pyrolyzed agro-industrial waste such as rapeseed cake, hazelnut hulls, wheat straw, and oat hulls at different temperatures. The biochar was produced from agro-industrial biomass. During experiments, 100g of biomass was placed in a microwave reactor. The samples were pyrolyzed at 400 °C to 600°C. SEM analysis was used to confirm the morphology of CNTs. SEM micrographs revealed the perfect structure of multiwall carbon nanotubes, while interlayers spacing was changed due to variation of catalysts and measured about 0.34nm. Further, the optical properties were examined by UV-visible spectroscopy. In the UV, one band is clear at 240 nm region due to resonance of nanotubes pi(π) electrons of carbon nanotubes. XRD was used to analyze the glassy structure of prepared CNTs under microwave revealed that the creation and growth of CNTs were mostly influenced by microwave irradiation and the ferrocene catalyst. The structure of CNTs was developed under microwave heating and in the presence of ferrocene catalyst. To research how nitrogen impurities adhere to CNTs, FTIR experiments were conducted in the 400–4000 cm^{-1} range. The sample's FTIR spectra exhibit prominent peaks that correspond to C-H and C=C, respectively.
Keywords: Carbon nanotubes, Biochar, Microwave irradiation, Ferrocene catalyst, Agro-industrial waste, SEM, XRD, FTIR, UV-visible spectroscopy, Multiwall CNTs

OERA OAT MILK: A SUSTAINABLE PLANT-BASED BEVERAGE BUSINESS PLAN

Naila Rahmadiani
School of Business, President University, Indonesia

Genoveva Genoveva
School of Business, President University, Indonesia

ABSTRACT
The growth of the beverage industry continues to show a positive trend in recent years, one of which is healthy beverages. This is driven by increasing consumer awareness of healthy lifestyles and the increasing number of people who adopt a vegan lifestyle as well as the growth of the oat milk market which continues to show an increase from year to year. Seeing this market opportunity, a healthy beverage business made from oats and natural fruits was developed, named "Oera". Oera stands for "Oat Era Baru" (Indonesian language), which reflects the spirit of innovation in delivering delicious, fresh and natural healthy drinks. Oera targets the millennial generation as the main target, with the concept of eco-friendly, modern, and provides name personalization services on reusable packaging. To reach a wider market, Oera collaborates with online food ordering platforms. Despite facing challenges such as competition from similar products, price fluctuations of imported ingredients, and changes in consumption trends, Oera targets 5-15% profit growth every quarter in the next five years. The main focus remains on product quality, customer service, and flavor innovation to build consumer loyalty. Financially, Oera has a Cost of Goods Sold (COGS) of 30% of net sales and asset depreciation of 10% per year. Financial projections show that the payback period is reached in year four, with a Net Present Value (NPV) of Rp501,315,694, Return on Assets (ROA) of 31%, and Return on Sales (ROS) of 53% in year five.
Keywords: Business Plan, Oat Milk, Natural Fruits, Healthy Lifestyle, Eco friendly product

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

CURRENT TRENDS IN AQUATIC SCIENCES: INNOVATIONS, CHALLENGES, AND FUTURE DIRECTIONS

Adeniyi, O. A.
Ajayi Crowther University, Oyo. Nigeria

ABSTRACT
Aquatic sciences are developing rapidly, driven by technological advances, climate change, increasing demands for sustainable resource management, growing environmental concerns, and the need for sustainable management of fisheries resources. This article reviews the major current trends in aquatic sciences, including innovations in aquaculture, freshwater ecosystem restoration, oceanography, climate impact research, biotechnology applications, and marine conservation. Emphasis is placed on interdisciplinary approaches and the role of emerging technologies such as remote sensing, genomics, and artificial intelligence. Challenges such as biodiversity loss, ocean acidification, and resource conflicts are discussed, and the initiatives to protect coral reefs, restore wetlands, and rehabilitate degraded habitats are gradually gaining momentum. Advances in technology, such as autonomous underwater vehicles (AUVs), remote sensing, and environmental DNA (eDNA) analysis, are revolutionizing aquatic research. These tools enable scientists to collect high-resolution data, monitor aquatic ecosystems more effectively, and study species in their natural habitats. Furthermore, they are becoming increasingly interdisciplinary, incorporating insights from sciences and social sciences. Collaboration among researchers, policymakers, and stakeholders is essential for addressing complex aquatic issues and developing effective management strategies. Researchers are investigating the effects of the presence of emerging contaminants, such as microplastics, pharmaceuticals, and personal care products, in aquatic environments, which is a growing concern on aquatic life and human health, as well as developing strategies for improving water quality. Aquatic sciences are experiencing transformative shifts fueled by technological advancements, climate-related challenges, and an increasing focus on sustainability. Despite ongoing obstacles, the adoption of innovative tools, cross-disciplinary collaboration, and progressive policy developments offers hope for a resilient and thriving future for aquatic ecosystems
Keywords: Climate change, Biotechnology, Innovation, Marine conservation, Oceanography

Introduction
Aquatic ecosystems (including oceans, freshwater systems, and wetlands) are among the most productive and ecologically significant environments on Earth. They regulate global climate, sustain biodiversity, and provide vital ecosystem services ranging from carbon sequestration and nutrient cycling to food security and livelihoods for millions of people. Yet, these ecosystems are increasingly threatened by intensifying anthropogenic pressures such as climate change, overfishing, habitat loss, and pollution. Rising sea surface temperatures, shifting hydrological regimes, and the spread of invasive species have already altered ecosystem functioning, while emerging contaminants such as microplastics and pharmaceuticals add further complexity to management efforts.
In response, aquatic sciences are undergoing a transformative shift, characterized by the integration of advanced technologies and interdisciplinary approaches. Recent innovations include the application of environmental DNA (eDNA) for non-invasive biodiversity monitoring, artificial intelligence (AI) and remote sensing for large-scale habitat and water-quality assessments, and autonomous underwater vehicles (AUVs) for high-resolution oceanographic exploration. In parallel, genomics and biotechnology are reshaping aquaculture practices through selective breeding and the development of climate-resilient species. These technological tools, when combined with ecological modeling and socio-economic frameworks, provide unprecedented opportunities to address sustainability challenges.
This article fuses recent advances in aquatic sciences, highlighting technological innovations, ecosystem restoration strategies, and emerging conservation practices. It emphasizes the necessity of integrating ecological, technological, and social sciences to build resilience in aquatic systems.

By framing these developments within the broader context of global environmental change, the article underscores the potential of aquatic sciences to inform sustainable management and policy for the decades ahead.

Technological Innovations in Aquatic Sciences

Technological advancements are transforming the way aquatic ecosystems are studied, monitored, and managed. Traditional approaches to aquatic research, while valuable, are often constrained by spatial, temporal, and logistical limitations. Recent innovations now offer powerful tools for generating real-time, large-scale, and high-resolution data that improve both ecological understanding and resource management.

One of the most significant breakthroughs is the use of environmental DNA (eDNA), which enables non-invasive detection of species from trace genetic material found in water samples. This technique allows for rapid biodiversity assessments, detection of rare or elusive species, and early identification of invasive organisms (Cilleros *et.al*., 2023). Complementing eDNA, remote sensing and artificial intelligence (AI) provide unprecedented capabilities to monitor aquatic environments. Machine learning applied to satellite datasets, such as Sentinel-2 imagery, supports real-time evaluation of chlorophyll-a concentrations, turbidity, and habitat changes across vast areas (Ayadi *et al.,* 2025).

In marine systems, autonomous underwater vehicles (AUVs) equipped with advanced sensors now deliver high-resolution measurements of oceanographic processes, seafloor structures, and species distributions that were previously inaccessible using conventional methods (Morrison *et al*., 2023). Similarly, genomics and biotechnology are reshaping aquaculture and conservation. Advances in sequencing technologies and gene-editing tools are improving fish breeding, enhancing disease resistance, and supporting the conservation of endangered aquatic species (Fernandes *et al*., 2022).

Collectively, these innovations expand the frontiers of aquatic sciences by enabling precision monitoring, predictive modeling, and adaptive management. They provide an integrated framework for balancing conservation priorities with sustainable resource use, offering new pathways to safeguard aquatic ecosystems under accelerating environmental change.

Table 1: Summary of Technological Innovations in Aquatic Sciences

Innovation	Applications	Benefits / Contributions
Environmental DNA (eDNA)	Species detection, biodiversity surveys, invasive species monitoring	Non-invasive, rapid biodiversity assessment, early warning for invasives
Remote Sensing & AI	Monitoring chlorophyll-a, turbidity, habitat mapping	Largescale, real-time assessments; cost-effective; predictive modeling
Autonomous Underwater Vehicles (AUVs)	Oceanographic measurements, seafloor mapping, species distribution	High-resolution data, access to remote/deep regions, continuous monitoring
Genomics and Biotechnology	Aquaculture breeding, disease resistance, species conservation	Climate-resilient species, improved aquaculture yields, conservation of threatened taxa

Climate Change and Environmental Challenges

Climate change poses significant challenges to aquatic ecosystems, reshaping both marine and freshwater environments. Rising global temperatures are altering the thermal structure of lakes and rivers, disrupting species distributions and accelerating the risk of harmful algal blooms. In marine systems, ocean warming and acidification are among the most pressing threats, jeopardizing coral reefs, shellfish populations, and fisheries that sustain millions of livelihoods worldwide (IPCC, 2022).

Acidification reduces calcification rates in corals and mollusks, weakening ecosystem resilience and biodiversity.

Freshwater ecosystems are equally vulnerable, experiencing shifts in hydrology due to erratic rainfall patterns, droughts, and intensified storm events. These changes exacerbate eutrophication, promote the spread of invasive species, and compromise water quality, with cascading impacts on food security and human health (Reid *et al.,* 2023). Moreover, the combined stressors of habitat fragmentation, pollution, and overexploitation amplify climate-induced vulnerabilities in aquatic systems.

Addressing these challenges requires adaptive strategies that bridge ecological modeling with socio-economic resilience planning. Integrated approaches can enhance early warning systems, improve resource allocation, and strengthen community preparedness. Ultimately, safeguarding aquatic resources under a changing climate will depend on coordinated efforts linking science, governance, and local knowledge to foster long-term sustainability**.**

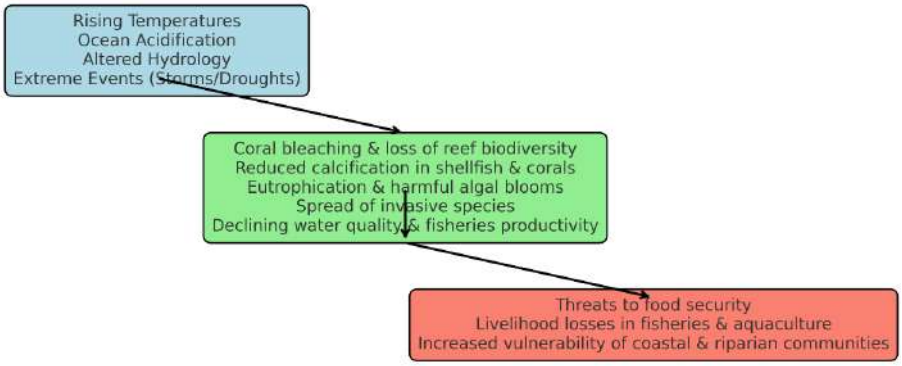


Figure 1: Climate Change and Aquatic Ecosystems: Drivers Impacts and Outcomes

Aquaculture and Fisheries Innovations

Sustainable aquaculture has emerged as a cornerstone of global food security, driven by technological advances that enhance productivity while reducing environmental impacts. One of the most transformative developments is precision aquaculture, which employs artificial intelligence, machine-learning algorithms, and sensor technologies to optimize feeding strategies, monitor dissolved oxygen, and improve farm management efficiency (Huang *et al.,* 2021). These tools reduce waste, lower costs, and ensure healthier stock performance.

Another major innovation is the adoption of Recirculating Aquaculture Systems (RAS). By recycling and filtering water within closed systems, RAS minimize freshwater withdrawal and nutrient discharge while maintaining high productivity levels (Badiola *et al*., 2020). This approach supports sustainable aquaculture expansion in regions facing water scarcity or strict environmental regulations.

Equally important are advances in genomic tools, which allow for selective breeding and the development of aquaculture species that are resilient to diseases and tolerant of climate variability (Liu *et al*., 2022). These genetic improvements not only enhance stock survival but also secure long-term productivity under changing environmental conditions.

In parallel, fisheries science is adopting dynamic spatial management tools that use real-time ocean data to reduce bycatch, optimize harvest strategies, and strengthen ecosystem-based management. Together, these innovations signal a shift toward more resilient and environmentally responsible aquatic food systems

Freshwater Ecosystem Restoration

Freshwater ecosystems (rivers, lakes, and wetlands) are among the most threatened habitats globally. They provide critical services such as water supply, biodiversity support, and climate regulation, yet face growing pressures from dam construction, agricultural expansion, industrial pollution, and

urbanization. These stressors disrupt natural flow regimes, fragment habitats, and accelerate nutrient enrichment, which collectively undermine ecosystem health and human well-being.

Restoration initiatives increasingly focus on rewilding rivers and reconnecting floodplains, actions that restore natural hydrological processes, improve water retention, and enhance biodiversity. Equally vital is the reduction of nutrient inputs from agricultural runoff and wastewater, which helps control eutrophication and the proliferation of harmful algal blooms. These measures restore ecological balance while safeguarding water quality for downstream communities.

Community participation plays a central role in restoration success. Citizen science programs not only increase monitoring capacity but also foster stewardship, empowering local stakeholders to contribute data and engage in decision-making. Advances in hydrodynamic and watershed modeling provide valuable tools for predicting ecological responses to management interventions, enabling more targeted and adaptive strategies (Tickner *et al*., 2020).

Ultimately, effective freshwater ecosystem restoration requires integrated approaches that link ecological science, policy frameworks, and community engagement. Such strategies can rebuild ecosystem resilience, ensuring that freshwater systems continue to provide essential services in the face of climate and anthropogenic pressures.

5. Marine Conservation and Oceanography Advances

Marine conservation has witnessed significant progress in recent decades, particularly through the expansion of Marine Protected Areas (MPAs). Currently, MPAs safeguard about 8% of global ocean space, providing refuges for biodiversity and supporting the recovery of overexploited fish populations. Yet, their effectiveness is often undermined by inadequate enforcement, limited monitoring, and the challenges of adapting management strategies to dynamic ecological and socio-economic conditions. To address these gaps, conservationists are advocating for integrated governance models, community participation, and the use of advanced surveillance technologies to strengthen compliance.

Parallel to conservation, oceanography has undergone a technological transformation. Real-time data portals now integrate vast datasets from satellites, buoys, and sensor networks, enabling near-instantaneous monitoring of oceanographic variables such as temperature, salinity, and nutrient fluxes. Robotic platforms, including autonomous underwater vehicles (AUVs) and gliders, have revolutionized marine exploration by collecting high-resolution data from inaccessible environments (Morrison *et al*., 2023). These innovations not only advance scientific knowledge but also provide critical information for fisheries management, climate prediction, and disaster preparedness.

Coral reef restoration exemplifies the intersection of marine science and applied innovation. Traditional replanting methods are increasingly supplemented by assisted evolution, which enhances coral resilience through selective breeding, symbiont manipulation, and cryopreservation of genetic material. The development of heat-tolerant coral strains offers new hope for sustaining reef ecosystems under accelerating climate stress.

The advances in marine conservation and oceanography highlight the growing role of science, technology, and adaptive governance in safeguarding ocean health while balancing human and ecological needs (van Oppen *et al*., 2021)

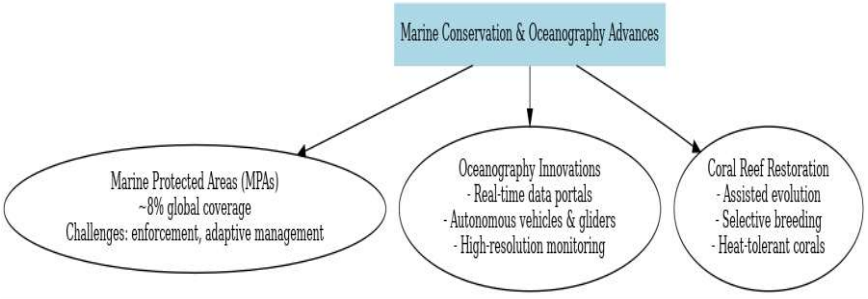


Figure 2: Different Advances in Marine Conservation and Oceanography

Emerging Contaminants

Emerging contaminants are increasingly recognized as critical threats to aquatic ecosystems and human well-being. Among the most pressing are microplastics, pharmaceuticals, and endocrine-disrupting compounds, which enter water bodies through municipal waste, agricultural runoff, and industrial effluents (Windsor *et al*., 2019). These pollutants pose unique challenges because they are persistent, bio-accumulative, and capable of disrupting food webs and ecosystem services. For instance, microplastics are ingested by plankton and fish, leading to trophic transfer of contaminants, while pharmaceuticals and endocrine disruptors interfere with reproductive cycles and hormonal balance in aquatic organisms.

Conventional monitoring methods often fail to adequately capture the complexity and diffuse sources of these pollutants. In response, new integrative approaches are emerging that combine advanced chemical analyses with bioassays and environmental DNA (eDNA)-based biomarkers of stress. Such frameworks enable earlier detection and more precise tracking of contaminant impacts across species and ecosystems (Windsor *et al*., 2019).

Addressing this issue also requires robust policy measures. Strategies such as extended producer responsibility, circular economy models, and stricter wastewater treatment standards can reduce contaminant loads at their source. Additionally, investment in next-generation filtration systems offers a promising avenue for mitigating risks and safeguarding aquatic health.

Table: Sources, Impacts, and Solutions of Emerging Contaminants

Sources	Impacts	Solutions
Municipal waste	Microplastics in aquatic food webs	Extended producer responsibility
Agricultural runoff	Reproductive and hormonal disruption in species	Improved wastewater treatment
Industrial effluents	Decline in ecosystem services	Circular economy models Advanced filtration systems

Interdisciplinary Approaches and Policy Integration

Addressing the complex challenges facing aquatic ecosystems demands integrated approaches that transcend traditional disciplinary boundaries. Aquatic issues such as biodiversity loss, overfishing, climate change impacts, and pollution are simultaneously ecological, technological, and socio-economic in nature. Therefore, effective responses must bring together environmental science, engineering, and the social sciences in ways that encourage both innovation and inclusivity. Cross-disciplinary collaboration promotes the co-production of knowledge, ensuring that research outcomes are not only scientifically robust but also contextually relevant to policy frameworks and community needs (Cvitanovic *et al*., 2021).

A key component of this integration lies in connecting scientists with decision-makers and local stakeholders. Collaborative governance models—such as participatory fisheries management or community-based conservation—highlight the importance of embedding local knowledge into scientific and policy processes. This approach strengthens trust, fosters adaptive management, and improves compliance with conservation measures.

At the global level, initiatives such as the United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021–2030) underscore the need for equity, inclusivity, and stronger science-policy partnerships. These frameworks aim to bridge gaps between research and governance by mobilizing diverse actors, from academic institutions and governments to NGOs and local communities. Integrating ecological modeling with socio-economic planning further ensures that solutions address both environmental sustainability and human well-being.

Ultimately, policy integration supported by interdisciplinary science creates a pathway toward resilient aquatic systems that balance ecological integrity with sustainable resource use.

Table 3: Interdisciplinary Approaches and Policy Integration in Aquatic Sciences

Dimension	Description	Reference
Cross-disciplinary Collaboration	Integration of environmental science, engineering, and social sciences to tackle ecological and socio-economic issues.	Cvitanovic et al., 2021
Knowledge Co-production	Scientists, policymakers, and local communities collaborate to generate context-relevant solutions.	Cvitanovic et al., 2021
Community Engagement	Participatory conservation and fisheries co-management embed local knowledge into policy and improve compliance.	Cvitanovic et al., 2021
Global Initiatives	UN Decade of Ocean Science (2021–2030) promotes equity, inclusivity, and science-policy partnerships.	UN, 2021–2030
Policy Integration	Ecological modeling linked with socio-economic planning ensures both environmental sustainability and human well-being.	IPCC, 2022; Reid et al., 2023

Future Perspectives

The trajectory of aquatic sciences in the coming decades will be shaped by the ability to integrate technological progress with social and ecological priorities. While innovations such as open-access data platforms, artificial intelligence–driven ecosystem modeling, and environmental DNA are providing unprecedented insights into aquatic processes, their full potential will only be realized if they are scaled equitably across regions (Cilleros et al., 2023; Ayadi et al., 2025). Developing countries, where aquatic ecosystems underpin livelihoods and food security, must be supported through technology transfer, training, and infrastructure to avoid widening global research and management gaps (Cvitanovic *et al*., 2021).

Citizen science initiatives are likely to play an increasingly important role, democratizing data collection and empowering local communities to engage in stewardship. This participatory approach not only strengthens monitoring networks but also builds trust and enhances compliance with conservation measures (Tickner *et al*., 2020). At the same time, embedding ecological knowledge into climate adaptation strategies will be essential as aquatic systems face intensifying stressors such as warming, acidification, invasive species, and pollution (IPCC, 2022; Reid *et al.*, 2023).

Future resilience will hinge on more than scientific breakthroughs. Equitable governance, justice-oriented policies, and long-term capacity-building will be required to ensure that aquatic resources remain accessible, sustainable, and beneficial to all. By combining technological innovation with inclusive governance and ecological foresight, aquatic sciences can guide societies toward a future where human prosperity is aligned with the health of rivers, lakes, wetlands, and oceans.

Conclusion

Aquatic sciences are undergoing transformative changes driven by climate challenges, emerging contaminants, and rapid technological development. Integrating ecological science, advanced tools, and progressive policies will be critical to achieving sustainable aquatic ecosystems. Cross-sector collaboration is no longer optional but essential to secure biodiversity, food security, and ecosystem resilience.

REFERENCES

Ayadi, Y., Abbes, A., Slimane, M., and Chahbani, A. (2025). Trends in remote sensing of water-quality parameters in inland waters with emphasis on chlorophyll-a from Sentinel-2. *Frontiers in Environmental Science, 13,* 1549301. https://doi.org/10.3389/fenvs.2025.1549301

Badiola, M., Mendiola, D., and Bostock, J. (2020). Recirculating aquaculture systems (RAS): A review on operational and environmental performance. *Aquacultural Engineering, 89,* 102053. https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2020.102053

Cilleros, K., Valentini, A., Taberlet, P., Brosse, S., and Dejean, T. (2023). Environmental DNA for monitoring freshwater biodiversity: Recent advances and future challenges. *Freshwater Biology, 68*(2), 123–140. https://doi.org/10.1111/fwb.13982

Cvitanovic, C., Howden, S. M., Colvin, R. M., Norström, A., Norström, M., and Addison, P. F. E. (2021). Building capacity for the science–policy interface in marine science: Lessons from Australia. *Marine Policy, 130,* 104580. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104580

Fernandes, J., Houston, R. D., and De Koning, D. J. (2022). The role of genomics in future fish breeding and aquaculture. *Frontiers in Genetics, 13,* 841126. https://doi.org/10.3389/fgene. 2022.841126

Huang, W., Wang, W., Cao, H., and Liu, J. (2021). Artificial intelligence applications in aquaculture: A review. *Aquaculture, 537,* 736479. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736479

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, et al., Eds.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844

Liu, Y., Chen, S., and Xu, J. (2022). Breeding climate-resilient aquaculture species: Genomic insights. *Aquaculture Research, 53*(7), 2395–2410. https://doi.org/10.1111/are.15758

Morrison, J., Weller, R. A., Testor, P., and Chassignet, E. (2023). Autonomous platforms for ocean observing: A review of emerging technologies. *Frontiers in Marine Science, 10,* 1122334. https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1122334

Reid, A. J., Carlson, A. K., Creed, I. F., Eliason, E. J., Gell, P. A., Johnson, P. T. J., and Kidd, K. A., (2023). Emerging threats and priorities for freshwater biodiversity in a changing world. *Biological Conservation, 282,* 110035. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110035

Tickner, D., Opperman, J. J., Abell, R., Acreman, M., Arthington, A. H., Bunn, S. E., and Young, L. (2020). Bending the curve of global freshwater biodiversity loss: An emergency recovery plan. *BioScience, 70*(4), 330–342. https://doi.org/10.1093/biosci/biaa002

van Oppen, M. J. H., Gates, R. D., Blackall, L. L., Cantin, N., Chakravarti, L. J., Chan, W. Y., Cormick, C., and Putnam, H. M. (2021). Coral reef restoration and adaptation to climate change. *Nature Reviews Earth & Environment, 2*(11), 744–757. https://doi.org/10.1038/s43017-021-00214-3

Windsor, F. M., Durance, I., Horton, A. A., Thompson, R. C., Tyler, C. R., Ormerod, S. J., and Johnson, A. C. (2019). A catchment-scale perspective of plastic pollution. *Global Change Biology, 25*(4), 1207–1221. https://doi.org/10.1111/gcb.14572

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

BUILDING CONSUMER LOYALTY IN THE BEAUTY INDUSTRY: A CASE OF INNISFREE IN NORTH JAKARTA

Pity Marselia Putri
School of Business, President University, Indonesia

Genoveva Genoveva
School of Business, President University, Indonesia

ABSTRACT
This study aims to analyze the influence of the Korean Wave on consumer purchasing decisions regarding Korean skincare products, focusing on the Innisfree brand in North Jakarta. Innisfree is widely recognized for its K-Beauty image and its use of Kim Mingyu, a member of the boy group Seventeen, as a Brand Ambassador. A qualitative approach was employed using a case study method involving ten active Innisfree users. Data was collected through in-depth interviews and content analysis of social media platforms. The findings reveal that (1) consumers associate Innisfree with Korean beauty standards and are inclined to purchase the product after exposure to K-Beauty content; (2) emotional attachment to public figures such as Kim Mingyu significantly influences brand loyalty and consumer trust; (3) social media serves as the main channel for shaping brand perception, reinforcing symbolic and emotional affiliation, and influencing purchasing behavior; and (4) Innisfree's brand image, which emphasizes sustainability and natural values, further strengthens the preferences of young Indonesian consumers. These findings provide valuable insights f or the beauty industry in formulating marketing strategies based on popular culture and digital platforms, especially in light of declining sales performance and the closure of Innisfree's physical stores in Indonesia as of 2025.
Keywords: Korean Wave, Purchase Decision, Innisfree, Brand Ambassador, Social Media

EFFECTS OF DRYING TEMPERATURE AND TIME ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF ALOE VERA PEEL POWDER PRODUCED WITH A CABINET DRYER

Dita Listiani
Department of Agro-Industrial Technology, Faculty of Agricultural Technology, University of Brawijaya, Jl. Veteran No.1, Malang 65145, Indonesia

Arie Febrianto Mulyadi
Department of Agro-Industrial Technology, Faculty of Agricultural Technology, University of Brawijaya, Jl. Veteran No.1, Malang 65145, Indonesia

Dodyk Pranowo
Department of Agro-Industrial Technology, Faculty of Agricultural Technology, University of Brawijaya, Jl. Veteran No.1, Malang 65145, Indonesia

ABSTRACT
Aloe vera peel, a by-product of aloe processing, is often discarded despite its high content of bioactive compounds with antioxidant potential. This study aimed to evaluate the effects of drying temperature and duration on the quality attributes of Aloe vera peel powder produced using a cabinet dryer. A factorial randomized block design was applied with two factors: drying temperature (50, 60, and 70 °C) and drying time (8, 10, and 12 h). The resulting powders were analyzed for yield, moisture content, antioxidant activity (IC_{50}), and sensory properties (color and aroma). Results indicated that both temperature and drying time significantly influenced product quality. The optimal condition was achieved at 70 °C for 8 h, yielding a moisture content of 5.50%, powder yield of 31.11%, and strong antioxidant activity with an IC_{50} value of 43.24 ppm. Sensory evaluation further confirmed high acceptability in terms of color and aroma. These findings demonstrate that controlled cabinet drying can enhance the functional and economic value of Aloe vera peel, offering a sustainable approach to agro-industrial by-product utilization.
Keywords: Aloe vera peel, cabinet dryer, drying temperature, antioxidant activity, by-product valorization

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

HAYVANCILIK İŞLETMELERİNDE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Gökce ÜNAL
International Center for Livestock Research and Traning, Ankara, Türkiye
ORCİD: ID/0000-0001-7314-1320,

Assoc. Prof. Dr. Seyrani KONCAGÜL
Ankara University, Faculty of Agriculture, The Department of Animal Science, Ankara, Türkiye
ORCİD: ID/0000-0001-7596-0485

ÖZET
Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri, birçok alternatifin farklı ölçütler altında değerlendirilmesini sağlayan analitik yaklaşımlar olup, karar verme sürecine rasyonel ve sistematik çözümler sunar. Uzun yıllardır çeşitli sektörlerde (bankacılık, sağlık, taşımacılık, emlak vb.) yaygın biçimde kullanılan bu yöntemler, son yıllarda hayvancılık sektöründe de karmaşık ve çelişkili kararların yönetilmesinde önemli bir araç haline gelmiştir. Hayvancılık sektörü, birçok kriterin (verim, sağlık, maliyet, çevresel etki vb.) eşzamanlı dikkate alınmasını gerektiren, karmaşık bir yapıya sahip olan ve bu nedenle geleneksel karar verme yaklaşımlarının çoğu zaman yetersiz kaldığı bir alandır. ÇKKV yöntemleri; hayvan ıslahı, yem ve besleme stratejileri, tesis yeri seçimi, çevresel etki değerlendirmeleri ile hayvan sağlığı ve refahı gibi birçok kritik alanda karar süreçlerini daha nesnel ve tutarlı hale getirmektedir. Ayrıca, işletme ölçeğine göre esnek çözüm üretebilme kapasiteleriyle sürdürülebilirlik ve kârlılık açısından da önemli katkılar sunmaktadır. Bu çalışmada, hayvancılık işletmelerinde kullanılan başlıca ÇKKV yöntemleri olan AHP, ANP, TOPSIS, PROMETHEE ve VIKOR yöntemleri kuramsal çerçevesiyle tanıtılmış; bunların sektörel uygulama alanları açıklanmıştır. Bu çalışma, literatürde yer alan ulusal ve uluslararası çalışmalardan örneklerle bu yöntemlerin hayvancılıktaki nasıl kullanıldığı göstererek, karar vericilere hem akademik hem de uygulamalı düzeyde yol gösterici bir kaynak sunmayı amaçlanmaktadır.
Anahtar kelimeler: Sürdürülebilir hayvancılık, Çok kriterli karar verme yöntemleri, Hayvan ıslahı, Hayvan refahı ve yönetimi

MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING METHODS IN LIVESTOCK ENTERPRISES

ABSTRACT
Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) methods are analytical approaches that enable the evaluation of multiple alternatives under various criteria, offering rational and systematic solutions to decision-making processes. While these methods have been widely used for many years across various sectors such as banking, healthcare, transportation, and real estate, they have recently become valuable tools in the livestock sector for managing complex and often conflicting decisions. The livestock sector is inherently complex, requiring the simultaneous consideration of numerous criteria, including productivity, health, cost, and environmental impact. Consequently, traditional decision-making approaches often fall short in addressing these multifaceted challenges. MCDM methods enhance objectivity and consistency in decision-making across several critical areas in livestock enterprises, including animal breeding, feeding strategies, facility location planning, environmental impact assessment, and animal health and welfare management. Moreover, these methods offer flexible solutions tailored to enterprise scale, contributing significantly to sustainability and profitability. This study introduces the main MCDM methods used in livestock enterprises—namely AHP, ANP, TOPSIS, PROMETHEE, and VIKOR—within a theoretical framework and outlines their sector-specific applications. By presenting examples from national and international studies, the research aims to demonstrate how these methods are utilized in livestock systems, thereby serving as a guiding resource for decision-makers at both academic and practical levels.
Keywords: Sustainable livestock production, Multi-criteria decision-making methods,c Animal breeding, Animal welfare and management

OXIDATIVE STRESS AFFECTS MEAT QUALITY IN FARM ANIMALS

Doç. Dr. Şeniz Öziş ALTINÇEKIÇ
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Bursa, Türkiye.
ORCID ID: 000-0001-9044-8092

Doç. Dr. Arda ÇELIK
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Bursa, Türkiye.
ORCID ID: 0000-0002-0955-4371

Ezgi ŞENSES
Bursa, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-3707-6415

ABSTRACT
Oxidative stress in farm animals often results in the development of subclinical diseases and decreased productivity in farm animals as a result of reactions between free radicals and other micro- and macromolecules. If the stress persists, subsequent problems such as decreased quality and shorter shelf life in animal products emerge. In this context, the addition of certain antioxidants, such as vitamins, trace elements, some fatty acids, beta-carotene, polyphenols, and flavonoids, to the diet can correct redox imbalances and increase antioxidant levels in farm animals' body tissues, resulting in improved meat quality with improved performance and extended shelf life. This study examines the causes, mechanisms of action, and effects of oxidative stress on meat quality in ruminants and poultry, as well as additives that improve meat quality.
Keywords: Cattle, small ruminants, poultry, oxidative stress, meat quality

ÇİFTLİK HAYVANLARINDA OKSİDATİF STRESİN ET KALİTESİNE ETKİLERİ

ÖZET
Çiftlik hayvanlarında meydana gelen oksidatif stres nedeniyle oluşan serbest radikaller ve diğer mikro-makro-moleküller arasındaki reaksiyonlar sonucu genellikle çiftlik hayvanlarında subklinik hastalık gelişimi ve verim düşüklüğü meydana gelmektedir. Stres devam ederse sonraki aşamada hayvansal ürünlerin kalitenin düşmesi ve daha kısa raf ömrü gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda vitaminler, eser elementler, bazı yağ asitleri, beta-karoten, polifenoller ve flavonoidler gibi bazı antioksidanların rasyona katılması redoks dengesizliğini gidererek çiftlik hayvanlarının vücut dokularında antioksidan düzeyini artırmakta ve sonuçta hem daha iyi performans hem de daha uzun raf ömrüyle birlikte iyileştirilmiş et kalitesi sunmaktadır. Bu çalışmada ruminantlar ve kanatlı hayvanlarda oksidatif stresin nedenleri, etki mekanizması ve et kalitesi üzerine olan etkileri ile et kalitesini iyileştiren katkılar ele alınmıştır.
Anahtar Sözcükler: Sığır, küçükbaş, kanatlı, oksidatif stres, et kalitesi

Introduction
Factors such as inadequate nutrition, heat stress, insufficient space per animal in housing, transport, and pre-slaughter stress are among the causes of oxidative stress in farm animals. This physical stress eventually transforms into oxidative stress in cells, resulting in the formation of free radicals (Altıner et al. 2017). If the stress persists, the proportion of free radicals, classified as reactive oxygen species (ROS) and reactive nitrogen species (RNS), formed in the body during oxidative stress increases. Excessive ROS production damages proteins and nucleic acids, produces large amounts of malondialdehyde (MDA), and causes tissue damage in animals (Bai et al. 2017). Oxidative status is critical for immune cell function and integrity, and antioxidant deficiency is known to suppress immunity in animals. Therefore, it is not surprising that oxidative stress plays a role in various pathological conditions in farm animals (Lykkesfeldt and Svendsen 2007).

In addition, increased free radicals are produced from sources such as mitochondrial respiration and enzymatic activities, thus disrupting the antioxidant defenses in the body against stress factors (Ponnampalam et al. 2022). Oxidative stress in farm animals reduces both the performance of the animal and the meat quality with negative effects such as decrease in live weight and muscle weight, too low or too high pH in meat, lightness and drip loss (Chen et al. 2018).

Meat is rich in protein, lipids, and iron, and its composition, resulting from chemical and enzymatic processes during production and storage, makes it a highly perishable food. Lipids and proteins are susceptible to oxidation and are responsible for the loss of organoleptic and nutritional properties in this food type (Papuc et al. 2017). Too low a pH in meat results in pale, soft, and exudative (PSE) meat, while too high a pH results in dark, tough, and dry (DFD) meat, which is considered a meat quality defect in farm animals (Tarrant 1981). Furthermore, the presence of oxidizing agents, high levels of polyunsaturated lipids, and metallic catalysts in muscle tissue predisposes meat to oxidative spoilage. This spoilage process manifests itself through changes in meat color, flavor, and production of harmful compounds, shelf life, and nutritional value (Contini et al. 2014). In other words, oxidative stress, defined as the imbalance between the production of ROS and endogenous antioxidant defense systems, which lead to cell and tissue damage in animals, is the primary cause of the negative consequences of stress in animal production (Liu et al. 2020). Oxidative stress leads to decreased production performance and meat quality in farm animals, resulting in significant economic losses for producers, while low-quality meat poses a health risk for consumers (Falowo et al. 2014). This study examines the causes of oxidative stress in farm animals, its mechanism of action, its effects on meat quality, and approaches to improving meat quality, using current literature.

Causes of Oxidative Stress

High temperature, humidity, sudden temperature changes, and mechanical injuries are important causes of oxidative stress. Factors such as transportation, vaccination, pre-slaughter stress, and physical damage during slaughter are also triggers of oxidative stress (Min and Ahn 2005; Puppel et al. 2015; Chauhan et al. 2021; Hao et al. 2021). Oxidative stress is one of the main causes of muscle damage and deteriorated meat quality, especially under high temperatures. High temperatures negatively affect physiological homeostasis in farm animals by increasing oxidative stress and altering endocrine function. Excessive ROS production leads to oxidative damage to lipids, proteins, and cellular structures, impairing muscle integrity and nutrient metabolism (Chen et al. 2021).

Farm animals are exposed to increased levels of oxidants resulting from the activation of biological pathways that produce ROS in response to the environmental conditions they are exposed to during transport. Exposure to stress factors during transport results in a decrease in the animals' immune system function, increasing their susceptibility to infection. Therefore, it is clear that transport in animals can affect the oxidative state, which can negatively impact animal health, productivity, and meat quality (Deters and Hansen 2020). However, in a healthy, rested animal, muscle glycogen content is high. After slaughter, muscle glycogen is converted to lactic acid, toughening both the muscle and the carcass. This lactic acid is essential for producing meat that is palatable and tender, of good storage quality, and has a beautiful color. If an animal is stressed before and during slaughter, glycogen is depleted, and the level of lactic acid produced in the meat after slaughter decreases. This causes lactic acid to accumulate in muscle tissue, subsequently causing muscle pH to drop below 5.4, accelerating post-mortem glycolysis. This results in high drip losses, decreases in water holding capacity and protein denaturation (Lawrie 1966). Infections and diseases also activate the immune system, increasing the production of free radicals (Lykkesfeldt and Svendsen 2007; Lauridsen 2019). Oxidative stress has been reported to play a role in many infectious diseases affecting both performance and welfare in farm animals by causing alterations in redox balance (Lykkesfeldt and Svendsen 2007). Many diseases in farm animals, especially degenerative ones, are known to result from oxidative damage. Nucleic acids, proteins, and lipids are organic components of the cell that are chemically damaged by ROS. First, the most reactive hydroxyl group interacts with both bases and sugars (ribose and deoxyribose), altering nucleotide structure and function, leading to mutation and degenerative disorders. At the same time, changes in sugar structure also fragment DNA strands.

Secondly, the SH-HS structure of the thiol protein, which is considered the main protein antioxidant, is oxidized to the disulfide S-S, causing irreversible protein damage and disrupting cellular calcium homeostasis. In other words, oxidative stress-induced mitochondrial damage reduces meat quality through impaired calcium metabolism and ferroptosis (iron-mediated cell death) (Chen et al. 2022). Third, the presence of polyunsaturated fatty acids in the cell membrane accelerates their oxidation in the presence of ROS, thus destroying all cell membranes through a chain reaction. Subsequently, membrane function is disrupted, and the integrity of the cellular structure cannot be maintained, leading to enzyme leakage, electrolyte diffusion, and the permeation of metals and small molecules (Ayemele et al. 2021). In other words, increased ROS lead to apoptosis and abnormal autophagy in muscle cells, which compromises muscle tissue integrity (Yan et al. 2022). Free radicals in oxidative stress may play a dual role, both providing protection against invading microorganisms during infections and causing tissue damage during inflammation. Under normal conditions, physiologically relevant intracellular ROS levels are maintained at low levels by various enzyme systems involved in redox homeostasis. However, excessive ROS production from endogenous antioxidant defense mechanisms promotes the development of a state of oxidative stress, which has important biological consequences (Lauridsen 2019).

On the other hand, management errors such as high animal density in barns, poor hygiene, and inadequate ventilation, as well as nutritional errors such as unbalanced protein and amino acid intake in the diet, mycotoxins, and inadequate antioxidant intake (vitamins, trace elements), also increase oxidative stress (Hao et al. 2021; Alberto De La Riva De La Riva et al. 2023). For example, long-term exposure to mycotoxins through feed not only affects the host's organ systems but also significantly reduces most of the gut microbiota (Yang et al. 2017). Gut flora plays a crucial role in the healthy growth and production of livestock and poultry, participating in the host's metabolism to provide nutrients, regulate immune function, prevent infection by pathogenic bacteria, detoxify harmful molecules, and perform other functions (Pan and Yu 2014). Oxidative stress significantly impacts meat quality by increasing the inflammatory response and altering the gut microbiota (Cao et al. 2021). Furthermore, a negative relationship has been observed between oxidative stress and feed efficiency in animals (Bottje 2019). Antioxidant enzyme (manganese superoxide dismutase (Mn-SOD) and glutathione peroxidase-1 (GPX)) activity was found to be higher in heifers with low feed efficiency, suggesting that these heifers use energy to combat oxidative stress rather than promote tissue accumulation (Russell et al. 2016).

Mechanism and markers of oxidative stress

Mitochondrial dysfunction underlies oxidative stress. Mitochondria are sites of major oxidative processes and are important in fat oxidation and energy production. Mitochondria are responsible for 90% of cellular ATP production, meaning most of the cellular energy is produced via oxidative phosphorylation in mitochondria. Under normal physiological conditions, ROS formation is not harmful and can be safely controlled by antioxidant mechanisms. ROS are important triggers and regulators of cell behavior. Excessive production of ROS in mitochondria reduces energy production efficiency by damaging proteins, lipids, and DNA (Akbarian et al. 2016). In other words, oxidative stress increases ROS production through mitochondrial dysfunction and activation of nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (NADPH) oxidase. ROS target unsaturated fatty acids in muscle cell membranes, initiating a lipid peroxidation chain reaction. This process; It produces cytotoxic byproducts such as MDA and 4-hydroxynonenal (HNE), which disrupt membrane integrity, alter ion balance, and inhibit nutrient transport. MDA is a widely known marker of lipid peroxidation and is widely used to assess oxidative stress in meat (Khyade et al. 2019). Further ROS formation promotes muscle catabolism and proteolysis (Ganesan et al. 2016). NADPH oxidase transfers electrons from NADPH to oxygen, further increasing ROS production, thus amplifying oxidative stress and cellular damage (Xing et al. 2019). The resulting mitochondrial damage disrupts the electron transport chain, increasing electron leak and the formation of superoxide anions (O_2^-); these anions are converted to hydrogen peroxide (H_2O_2) by superoxide dismutase (SOD). In the presence of free iron ions, H_2O_2 forms hydroxyl radicals (OH^-), which cause oxidative damage to lipids, proteins, and DNA. Oxidative stress propagates to DNA, causing strand breaks and mutations that disrupt gene transcription and protein synthesis (Montilla et al. 2014).

That is, oxidation is typically initiated by ROS produced by living systems as byproducts of cellular metabolism (Nathan and Cunningham-Bussel 2013). The resulting H_2O_2 leads to the formation of ROS, and excess ROS molecules, in turn, trigger an oxidative reaction in a feedback mechanism involving a series of complex cellular processes such as apoptosis and autophagy (Guo et al. 2021). Oxidative damage to muscle proteins, including actin and myosin, leads to carbonylation and disulfide bond formation, reducing protein functionality and increasing proteolysis. Protein degradation also increases muscle atrophy and reduces carcass yield. Lipid oxidation also affects meat color stability. Myoglobin, the oxygen-binding protein responsible for meat color, is highly susceptible to oxidative damage. As a result of oxidative stress, myoglobin rapidly converts from oxymyoglobin (bright red) to metmyoglobin (brown), causing meat discoloration. Consequently, oxidized myoglobin causes meat discoloration, negatively impacting consumer perception (Zhang et al. 2020). In addition, the concentration of polyunsaturated fatty acids (PUFAs), which are more susceptible to oxidative degradation, increases, and the breakdown of these fatty acids causes off-flavors and rancidity, thus reducing the sensory quality of the meat (Segura et al. 2024).

Redox homeostasis is essential for organisms. Under the interaction of oxidants and antioxidants, ROS levels in organisms maintain a dynamic balance, similar to pH regulation. Under normal conditions, ROS play an important role in host defense, cell signaling, and biosynthetic processes. When cells are stimulated by adverse factors in the internal and external environment, excessive amounts of ROS are produced. If not cleared promptly, these ROS levels increase. However, high levels of ROS can cause damage to tissues and cells, such as abnormal signaling pathways, energy metabolism disorders, gene mutations, and protein structure, thus affecting the functions of cells, tissues, organs, and even systems (Hao et al. 2021).

Because oxidative stress is an indicator of an imbalance between oxidants and antioxidants, methods for determining oxidative stress often involve direct or indirect measurements of oxidants and antioxidants (Celi 2011). In this context, levels of enzymatic antioxidants such as superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), and glutathione peroxidase (GPX), which are produced in the body to scavenge both intracellular and extracellular superoxide radicals and prevent plasma membrane lipid peroxidation, are often determined (Bejaoui et al. 2023).

Total antioxidant capacity (TAC) is an integrated parameter that considers all antioxidants present in blood plasma. Although there is no reference value for TAC in ruminants, changes in TAC in blood plasma following supplementation with antioxidant-rich foods or purified antioxidants provide information about the absorption and bioavailability of ingested antioxidant compounds (Ghiselli et al. 2000). Muscle oxidation is primarily assessed by measuring the amounts of MDA, protein sulfhydryl, and carbonyl groups, which reflect the degree of lipid and protein oxidation, respectively. Lipid peroxidation leads to discoloration in meat and meat products, degraded WHC, loss of nutritional value, formation of off-odor and off-flavor compounds, and the production of potentially toxic compounds that may be detrimental to human health (Falowo et al. 2014). Oxidative modification of muscle proteins is responsible for physical and chemical changes in properties such as conformation, aggregation, bioavailability, solubility, and susceptibility to proteolysis. Each of these can negatively impact basic meat quality attributes, functions, and nutritional values (Zhang et al. 2013). Gandemer (2002) reported measuring the level of hexanal, a product of linoleic acid oxidation, to assess the level of oxidation in meat. However, the perception of meat quality also depends on sensory attributes such as flavor, color, texture, and palatability, which can only be assessed through sensory analysis (Nute 2002). Fernando et al. (2003) also reported that volatile aldehydes produced by lipid oxidation are largely responsible for the odor of oxidized foods. Bernabucci et al. (2005) reported increased erythrocyte SOD and GPx activities in cattle due to oxidative stress during transport. Çetin et al. (2011) found that SOD and GPx levels increased significantly during transplantation in sheep compared to the control group and they reported that the increase in these enzymes was due to their ability to scavenge superoxide radicals, which increase as a result of oxidative stress. Urban-Chmiel (2006) evaluated the oxidative status of leukocytes, which are immune cells that produce ROS, in calves after transplantation and found that lipid peroxidation and antioxidant capacity increased by 71% and 12%, respectively, after transplantation.

This suggests that transplantation causes oxidative damage, which may have stimulated the up-regulation of cellular antioxidants in the animals. They reported that lipid peroxidation was 218% higher and antioxidant capacity was 186% lower in leukocytes isolated from non-transplanted calves compared to non-transplanted calves (Urban-Chmiel et al. 2009). Similarly, Chirase et al. (2004) found that lipid peroxidation increased by 177% in the serum of calves after transplantation compared to pre-transport values, while antioxidant status decreased by 11%. Eitam et al. (2010) also observed more linoleoyl tyrosine oxidation products in blood samples taken from calves at slaughter, both before and after transplantation, suggesting that transplant-induced oxidative damage can impair immune cell and respiratory function and ultimately increase morbidity and mortality.

Effects of oxidative stress on meat quality in ruminants

Oxidative stress negatively affects meat quality in ruminants in multiple ways, including oxidative damage to muscle tissue and deterioration in meat color, texture, water-holding capacity, flavor, nutritional value, and shelf life (Cao et al. 2021, Herrera et al. 2021; Chen et al. 2022; Yan et al. 2022; Prates 2025). Oxidative stress in ruminants plays a role in various pathological conditions, including those important for animal production and the general well-being of individuals (Celi 2011). Oxidative stress-induced cell apoptosis is a regulated cell death mechanism. Excessive apoptosis negatively affects tissue growth dynamics, leading to deterioration of meat quality in animals (Chen et al. 2018). Free radical formation affects the oxidation of lipids, proteins, DNA, and biologically important macromolecules, leading to reduced performance, accelerated meat spoilage, and shorter shelf life (Ponnampalam et al. 2022). Meat quality, including sensory properties and nutritional profile, is closely linked to the animal's health and metabolic status. Oxidative stress negatively impacts meat quality in various ways, including accelerating lipid oxidation, denaturing muscle proteins, and disrupting the balance of muscle fiber types, leading to decreased tenderness, texture changes, and water-holding capacity (Mia et al. 2023). Damaged mitochondria reduce the efficiency of oxidative phosphorylation, leading to increased lactic acid accumulation, decreased muscle pH, and meat texture deterioration (Tuell et al. 2021).

Meat quality in farm animals includes sensory quality and palatability, which are primarily influenced by pH, muscle color, shear strength, and water holding capacity (WHC) (Arshad et al. 2018; Huang et al. 2021). Tenderness is considered one of the most important factors affecting consumer palatability and repeat purchase of meat (Kemp et al. 2010). Small changes in muscle tenderness (~0.5 kg) are known to significantly influence consumer interest in different retail products (Martinez et al. 2017). These attributes are important quality parameters that influence consumer purchasing decisions. Among these, color, odor, and taste are the most prominent attributes (Owens et al. 2000). Oxidative stress causes discoloration and reduced redness of meat, reducing its freshness and consumer appeal (Cao et al. 2021, Herrera et al. 2021). Lipids play an important role in many meat quality criteria, including nutritional value and sensory properties, particularly as both solvents and precursors of flavor compounds (Gandemer 2002). Lipid oxidation has been linked to a decrease in meat tenderness due to protein oxidation (Xiong et al. 2009). Additionally, oxidative stress causes structural changes in muscle fibers, increased drip loss, shear strength, and a decrease in pH degree. This results in drying of meat, becoming tougher, with a lower WHC (Chen et al. 2022; Cao et al. 2021, Yan et al. 2022). Similarly, heat-induced oxidative stress accelerates lipid oxidation, denatures muscle proteins, and disrupts the balance of muscle fiber types, leading to decreased tenderness, texture changes, and decreased water-holding capacity, negatively impacting meat quality (Mia et al. 2023). Furthermore, heat-induced oxidative stress increases lipid peroxidation, further reducing meat shelf life and overall quality (Bejaoui et al. 2023). Heat stress also reduces the nutritional value of meat by degrading essential nutrients such as unsaturated fatty acids, vitamins, and high-quality proteins (Zhang et al. 2020). Oxidative stress also causes physiological disorders such as mitochondrial dysfunction and hormonal imbalances in ruminants, leading to reduced carcass yield, muscle deterioration, and sensory properties such as tenderness, juiciness, and flavor (Prates 2025).

Acute stress immediately before slaughter process, increases muscle glycogen breakdown, resulting in PSE meat with low WHC. Conversely, long-term stress reduces muscle glycogen reserves, leading to DFD meat with a high final pH and increased water retention (Gonzalez-Rivas et al. 2019). Pre-slaughter oxidative stress has the potential to affect post-slaughter oxidative status and meat quality because muscles lose the ability to maintain their cellular antioxidant defense system after death (Xing et al. 2019). Piccione et al. (2013) observed that myofibrillar proteins are affected by ROS during meat ripening and preservation, and they reported that high levels of free radicals and ROS cause degenerative damage to cellular structures, affecting meat quality. Archile-Contreras et al. (2011) reported that ROS causes a decrease in intramuscular collagen, and this decrease in collagen synthesis reduces collagen solubility, resulting in increased meat tenderness. Similarly, Malheiros et al. (2019) reported that ROS production may increase meat tenderness by increasing the degradation of structural proteins related to firmness.

On the other hand, the lipid properties of both muscle and adipose tissues in fresh meat in farm animals are strongly related to rearing conditions, especially feeding strategy (Gandemer 2002). Wang et al. (2006) noted that mycotoxins negatively affect meat color. Tatar (2024) showed that intensive rearing increases the expression of stress response proteins such as DNA repair activity and heat shock proteins in cattle, indicating greater cellular damage and an adaptive stress response. They reported that there is a negative correlation between the levels of oxidative stress increased by intensive rearing conditions in cattle and genes responsible for muscle development, which negatively affects meat quality. Bejaoui et al. (2023) reported that stress not only causes physiological and metabolic disorders in live animals but also alters the rate and extent of glycolysis in postmortem muscles, leading to changes in pH values that affect carcasses and meat. Zaboli et al. (2019) explained this as decreased protein synthesis, increased fat accumulation, and increased post-mortem glycolytic metabolism associated with ROS production.

Effects of oxidative stress on meat quality in poultry

Modern broilers with high growth rates are more susceptible and sensitive to environmental stressors which seriously triggering oxidative stress (Sihvo et al., 2014). Poultry meat quality, including flavor, nutritional value, and shelf life, is greatly impacted by the complex process of lipid oxidation (Domínguez et al., 2019). It is the main factor causing poultry meat to change in flavor and aroma. Ayala et al. (2014) indicated that lipids decompose into smaller molecules such aldehydes, ketones, and hydrocarbons when exposed to oxidative stress. Customers dislike the rotten, metallic, or fishy tastes and smells that these substances are frequently linked to this transformation. Unsaturated fatty acids found in meat undergo a complicated series of reactions that give rise to these smells and odors to the meat (Oke et al., 2024). Lipid oxidation is a crucial quality control point for the poultry industry since the breakdown products could be so strong for altering the meat's flavor profile (Domínguez et al., 2019). The shelf life of poultry meat is directly correlated with the rate of lipid oxidation (Gray et al., 1996). Even before there are obvious symptoms, including color changes or microbial development, oxidative alterations can cause spoiling (Ercolini et al., 2006). This implies that broiler meat might lose their marketability before they would otherwise be deemed spoilt by appearance because of changes in flavor and scent. According to Zhang et al. (2013), protein oxidation in poultry meat is a harmful process that significantly affects the product's sensory and aesthetic appeal. The meat's texture, particularly its softness and juiciness, is determined by the proteins found in muscle fibers (Listrat et al., 2016). These proteins, especially myofibrillar proteins, which are essential for muscle contraction and structure, can oxidize as a result of oxidative stress (Steinberg, 2012). These proteins can cross-link and agglomerate when they oxidize, toughening the meat and reducing its ability to retain water. The meat may become dry and less juicy as a result of this lack of water-holding capacity, which considerably lowers the meat's palatability (Cheng and Sun, 2008).

The amount and chemical condition of myoglobin, a pigment-protein that binds oxygen, are the main factors influencing the color of poultry meat (Fletcher, 1999). According to Suman and Joseph (2013), oxidative stress can change the redox state of myoglobin, resulting in the production of metmyoglobin, which has a drab brownish hue.

Meat with protein oxidation may be viewed as less appealing or ruined because consumers frequently equate vivid red or pink hues with freshness and quality (McMillin, 2008).
In previous studies, negative effects of oxidative stress on meat quality in broilers are summarized here:

- He et al. (2019) found an increment in WHC of meat
- Chen et al. (2022) reported a deterioration in meat quality
- Wang et al. (2000) stated that it negatively affected WHC
- Jongberg et al. (2014) emphasized that an increment in skin toughness
- An increment in texture hardness was reported by Utrera et al. (2014) and Archile-Contreras and Purslow (2011)
- Min and Ahn (2005) found a decline in the flavor of meat

Approaches to improve meat quality by preventing oxidative stress

The cell is equipped with a structure called antioxidants as its first line of defense against oxidants. Antioxidants can quench the reactivity of oxidants under controlled conditions by donating electrons, rendering them harmless to cellular macromolecules. Antioxidants themselves are transformed into radicals, but these are much more stable and unable to cause cellular damage (Lykkesfeldt and Svendsen 2007). The effects of these defense systems on reducing free radical formation and stress are important for improved performance, health, and productivity in farm animals. Dietary antioxidants and metal-binding proteins contribute to the antioxidant defenses that control free radical formation within biological systems. Therefore, farm animals should be provided with diets enriched with antioxidants, trace elements, and other bioactive substances to synchronize the utilization of essential nutrients and energy in their diets. Vitamins C and E, glutathione, and coenzyme Q10 protect tissues against ROS by binding to ROS and acting as antioxidants (Ponnampalam et al. 2022). In farm animals, sources of vitamin E (pasture, forage crops, legumes (e.g., alfalfa), silage, yeasts, and bioactive plants) act as effective chain-breaking antioxidants within the cell membrane and, as an important lipid-soluble antioxidant, prevent lipid peroxidation of membrane fatty acids (Hidiroglou and Batra 1996). Vitamin C, carotenoids and phytonutrients (such as flavonoids, phenolic acids, tannins) are present and have the capacity to neutralize ROS before lipid peroxidation begins, as vitamin C is the most important water-soluble antioxidant in extracellular fluids (Ranjan et al., 2012). Zhong et al. (2011) reported that the addition of tannins, which are polyphenolic compounds with antioxidant activity, to the diet can improve the antioxidant status of ruminant meat by increasing the mRNA and protein expression levels of SOD and GPX in skeletal muscle cells. They also reported that tannins can be used to improve the quality and shelf life of meat products by delaying off-flavor color changes and appearance in meat. Piccione et al. (2013) reported that tannin supplementation to the diet improves meat quality by reducing structural and functional damage to muscle cells and tissues caused by ROS. Chivandi et al. (2016) reported that tannins, when added to the diet at low doses, can improve the oxidative stability of meat by reducing lipid oxidation, but at high concentrations, they can have pro-oxidant effects on meat in terms of some volatile oils rich in phenolic compounds. Brenes et al. (2016) reported that adding grape by-products rich in polyphenols to the diet improves the oxidative stability of meat by increasing the overall nutritional and sensory quality of meat and meat products, resulting in extended shelf life.
Copper, one of the mineral elements, is one of the enzymes that has the ability to scavenge ROS and neutralize oxidative stress. Therefore, adequate copper levels in the body are important for reducing oxidative stress. Zinc is also one of the essential trace elements found in many metabolic enzymes, transcription factors, and cellular signaling proteins. It is an important cellular resistance component of the first line of defense against ROS by acting as a catalyst for enzymes involved in DNA replication, gene transcription, and RNA and protein synthesis. The antioxidant effect of selenium, on the other hand, arises primarily from its role as a component of GSH-Px, an important antioxidant enzyme that protects cell membranes from oxidative damage in animals. The addition of amino acids such as cysteine, arginine, and tryptophan to the diet also helps alleviate oxidative damage by significantly increasing GSH-Px and SOD activities (Hao et al. 2021).

Ayemele et al. (2021) reported that plant extracts containing amino acids, vitamins, trace elements and various metabolites provided promising results in farm animals by enhancing immune functions and repairing damaged cells exposed to oxidative stress. Therefore, they emphasized the need for continuous evaluation of these functional feed additives in animal nutrition to reduce the incidence of oxidative stress, particularly when animals' natural antioxidant defenses are inadequate. Hao et al. (2021) reported that adding nutrients that enhance the antioxidant capacity of animals to the diet is a good practice for increasing the amount of enzymatic and non-enzymatic antioxidants, stimulating the expression of antioxidant genes, and controlling key points of the redox signaling pathway in animal production.

Conclusion

Oxidative stress refers to a dramatic increase in free radical production in the animal's body, disrupting the antioxidant-oxidation balance and reducing the ability to scavenge free radicals. Various factors, including high temperatures, poor nutrition, infections, toxins, and intensive farming conditions, can cause oxidative stress. Oxidative stress negatively impacts the health and productivity of farm animals, as well as the texture, color, nutritional value, and shelf life of meat. Preventing oxidative stress is generally possible through dietary modifications, such as antioxidant supplements, and environmental improvements, such as providing appropriate growing conditions. Managing oxidative stress is crucial for maintaining meat quality in farm animals.

REFERENCES

Akbarian, A., Michiels, J., Degroote, J., Majdeddin, M., Golian, A., De Smet, S. 2016. Association between heat stress and oxidative stress in poultry; mitochondrial dysfunction and dietary interventions with phytochemicals. J. Anim. Sci. Biotechnol., 7: 37.

Alberto De La Riva De La Riva, G., Adrián Saldaña Trujillo, L., Carlos González-Hernández, J. 2023. Assessment on Oxidative Stress in Animals: From Experimental Models to Animal Production. Intech Open. pp. 1-35.

Altıner, A., Atalay, H., Bilal, T. 2017. Serbest radikaller ve stres ile ilişkisi. Balıkesır Health Sciences Journal, 7(1): 51-55.

Archile-Contreras, A.C., Purslow, P.P. 2011. Oxidative stress may affect meat quality by interfering with collagen turnover by muscle fibroblasts. Food Res. Int. 44(2): 582–588.

Arshad, M.S., Sohaib, M., Ahmad, R.S., Nadeem, M.T., Imran, A., Arshad, M.U., Kwon, J.H., Amjad, Z. 2018. Ruminant meat flavor influenced by different factors with special reference to fatty acids. Lipids Health Dis. 17(1): 223.

Ayala, A., M. F. Mu~noz, and S. Arg€ uelles. 2014. Lipid peroxidation: production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. Oxid Med. Cell Longev. 2014:131.

Ayemele, A.G., Tilahun, M., Lingling, S., Elsaadawy, S.A., Guo, Z., Zhao, G., Xu, J., Bu, D. 2021. Oxidative stress in dairy cows: ınsights into the mechanistic mode of actions and mitigating strategies. antioxidants. 10: 1918.

Bai, K., Huang, Q., Zhang, J., He, J., Zhang, L., Wang, T., 2017. Supplemental effects of probiotic Bacillus subtilis fmbj on growth performance, antioxidant capacity, and meat quality of broiler chickens. Poult. Sci., 96(1): 74–82.

Bejaoui, B., Sdiri, C., Ben Souf, I., Belhadj Slimen, I., Ben Larbi, M., Koumba, S., Martin, P., M'Hamdi, N. 2023. Physicochemical properties, antioxidant markers, and meat quality as affected by heat stress: A Review. Molecules, 28: 3332.

Bejaoui, B., Sdiri, C., Souf, I.B., Slimen, I.B., Larbi, M.B., Koumba, S., Martin, P., M'Hamdi, N. 2023. Physicochemical Properties, Antioxidant Markers, and Meat Quality as Affected by Heat Stress: A Review. Molecules, 28: 3332.

Bernabucci, U., Ronchi, B., Lacetera, N., Nardone, A. 2005. Influence of body condition score on relationships between metabolic status and oxidative stress in periparturient dairy cows, Journal Dairy Science, 88(6): 2017-2026.

Bottje WG. 2019. Board Invited Review: Oxidative stress and efficiency: the tightrope act of mitochondria in health and disease. J Anim Sci., 97(8): 3169-3179.

Brenes, A., Viveros, A., Chamorro, S., Arija, I. 2016. Use of polyphenol-rich grape by-products in monogastric nutrition. A review. Anim. Feed. Sci. Technol., 211: 1-17.

Cao QQ, Lin LX, Xu TT, Lu Y, Zhang CD, Yue K, Huang SC, Dong HJ, Jian FC. 2021. Aflatoxin B1 alters meat quality associated with oxidative stress, inflammation, and gut-microbiota in sheep. Ecotoxicol Environ Saf., 225: 112754.

Celi, P. 2011. Biomarkers of oxidative stress in ruminant medicine. Immunopharmacology and Immunotoxicology. 33(2): 233-240.

Chauhan SS, Rashamol VP, Bagath M, Sejian V, Dunshea FR. 2021. Impacts of heat stress on immune responses and oxidative stress in farm animals and nutritional strategies for amelioration. Int J Biometeorol.,65(7): 1231-1244.

Chen, X., Gu, R., Zhang, L., Li, J., Jiang, Y., Zhou, G., Gao, F. 2018. Induction of nuclear factor-κB signal-mediated apoptosis and autophagy by reactive oxygen species is associated with hydrogen peroxide-impaired growth performance of broilers. Animal, 12: 2561-2570.

Chen, S., Yong, Y., Ju, X. 2021. Effect of heat stress on growth and production performance of livestock and poultry: Mechanism to prevention. J. Therm. Biol., 99: 103019.

Chen Z, Xing T, Li J, Zhang L, Jiang Y, Gao F. 2022. Oxidative stress impairs the meat quality of broiler by damaging mitochondrial function, affecting calcium metabolism and leading to ferroptosis. Anim Biosci., 35(10): 1616-1627.

Cheng, Q. D., and W. Sun. 2008. Factors affecting the water holding capacity of red meat products: a review of recent research advances. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 48:137–159.

Chirase, N.K., Greene, L.W., Purdy, C.W., Loan, R.W., Auvermann, B.W., Parker, D.B., Walborg, E.F., Stevenson, D.E., Xu, Y., Klaunig, J.E. 2004. Effect of transport stress on respiratory disease, serum antioxidant status, and serum concentrations of lipid peroxidation biomarkers in beef cattle. Am. J. Vet. Res., 65: 860-864.

Chivandi, E., Dangarembizi, R., Nyakudya, T.T., Erlwanger, K.H. 2016. Use of Essential Oils as a Preservative of Meat. In Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety, Elsevier: Amsterdam, The Netherlands.

Contini, C. et al. 2014. Effect of an active packaging with citrus extract on lipid oxidation and sensory quality of cooked turkey meat. Meat Sci. 96(3), 1171–1176.

Çetin, E., Çetin N., Küçük, O. 2011. Toklularda Karayolu ile taşımanın oksidan antioksidan Sistem Üzerine Etkisi, Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 6(2): 103-109.

Deters, E.L., Hansen, S.L. 2020. Invited Review: Linking road transportation with oxidative stress in cattle and other species, Applied Animal Science, 36(2): 183-200.

Domínguez, R., M. Pateiro, M. Gagaoua, F. J. Barba, W. Zhang, and J. M. Lorenzo. 2019. A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. Antioxidants. 8:429.

Eitam, H., Vaya, J., Brosh, A., Orlov, A., Khatib, S., Izhaki, I., Shabtay, A. 2010. Differential stress responses among newly received calves: Variations in reductant capacity and Hsp gene expression. Cell Stress Chaperones, 15: 865-876.

Ercolini, D., F. Russo, E. Torrieri, P. Masi, and F. Villani. 2006. Changes in the spoilage-related microbiota of beef during refrigerated storage under different packaging conditions. Appl. Envir. Microbiol. 72:4663–4671.

Falowo, A. B., Fayemi, P. O., Muchenje, V. 2014. Natural antioxidants against lipid–protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. Food Research International, 64: 171-181.

Fernando, L.N., Berg, E.P., Grün, I.U. 2003. Quantitation of hexanal by automated SPME for studying dietary influences on the oxidation of pork. Journal of Food Composition and Analysis, 16: 179-188.

Fletcher, D. L. 1999. Poultry meat colour. Poultry Meat Sci. CABI Publishing, NY, 159–176.

Gandemer, G. 2002. Lipids in muscles and adipose tissues, changes during processing and sensory properties of meat products. Meat Science, 62: 309-321.

Ganesan, S., Reynolds, C., Hollinger, K., Pearce, S., Gabler, N., Baumgard, L., Rhoads, R., Selsby, J. 2016. Twelve hours of heat stress induces inflammatory signaling in porcine skeletal muscle. Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol., 310: R1288–R1296.

Ghiselli, A., Serafini, M., Natella, F., Scaccini, C. 2000. Total antioxidant capacity as a tool to assess redox status: Critical view and experimental data. Free Radic. Biol. Med., 29: 1106-1114.

Gonzalez-Rivas, P., Chauhan, S., Ha, M., Fegan, N., Dunshea, F., Warner, R. 2019. Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. Meat Sci., 162: 108025.

Gray, J. I., E. A. Gomaa, and D. J. Buckley. 1996. Oxidative quality and shelf life of meats. Meat Sci 43:111–123.

Guo, Y., Balasubramanian, B., Zhao, Z.H., Liu, W.C. 2021. Marine algal polysaccharides alleviate aflatoxin B1-induced bursa of Fabricius injury by regulating redox and apoptotic signaling pathway in broilers. Poultry Science, 100: 844-857.

Hao, Y., Xing, M., Gu, X. 2021. Research Progress on Oxidative Stress and Its Nutritional Regulation Strategies in Pigs. Animals, 11: 1384.

He, J., C. Xia, Y. He, D. Pan, J. Cao, Y. Sun, and X. Zeng. 2019. Proteomic responses to oxidative damage in meat from ducks exposed to heat stress. Food Chem 295:129–137.

Herrera NJ, Bland NA, Ribeiro FA, Henriott ML, Hofferber EM, Meier J, Petersen JL, Iverson NM, Calkins CR. 2021. Oxidative stress and postmortem meat quality in crossbred lambs. J Anim Sci., 99(7): skab156.

Hidiroglou, N., Batra, T.R. 1996. Plasma and tissue concentrations of vitamin E following supplementation of two forms of vitamin E in sheep. Small Rumin. Res., 21: 83-87.

Huang, S.C., Cao, Q.Q., Cao, Y.B., Yang, Y.R., Xu, T.T., Yue, K., Liu, F., Tong, Z.X., Wang, X.B., 2021. Morinda officinalis polysaccharides improve meat quality by reducing oxidative damage in chickens suffering from tibial dyschondroplasia. Food Chem., 344: 128688.

Jongberg, S., W. Jinzhu, M. A. Torngren, and M. N. Lund. 2014. Effect of highoxygen atmosphere packaging on oxidative stability and sensory quality of two chicken muscles during chill storage. Food Pack. Shelf Life 1:38–48.

Kemp, C.M., Sensky, P.L., Bardsley, R.G., Buttery, P.J., Parr, T. 2010. Tenderness–an enzymatic view. Meat Sci. 84: 248–256.

Khyade, V., Phule, R.A., Murad, F. 2019. Malondialdehyde (MDA): The Key Product In Lipid Peroxidation. Int. J. Chem. Mol. Eng., 5: 1-13.

Lauridsen, C. 2019. From oxidative stress to inflammation: redox balance and immune system. Poultry Science, 98: 4240-4246.

Lawrie 1966

Listrat, A., B. Lebret, I. Louveau, T. Astruc, M. Bonnet, L. Lefaucheur, and J. Bugeon. 2016. How muscle structure and composition influence meat and flesh quality. Sci. World J. 3182746.

Liu, W. C., Y. Guo, Z. H. Zhao, R. Jha, Balasubramanian, B. 2020. Algae-derived polysaccharides promote growth performance by improving antioxidant capacity and intestinal barrier function in broiler chickens. Front. Vet. Sci., 7: 601336.

Lykkesfeldt, J., Svendsen, O. 2007. Oxidants and antioxidants in disease: oxidative stress in farm animals. Vet. J., 173: 502–511.

Malheiros, J.M., Braga, C.P., Grove, R.A., Ribeiro, F.A., Calkins, C.R., Adamec, J., Chardulo, L.A.L. 2019. Influence of oxidative damage to proteins on meat tenderness using a proteomics approach. Meat Sci., 148: 64–71.

Martinez, H. A., Arnold, A.N., Brooks, J.C., Carr, C.C., Gehring, K.B., Griffin, D.B., Hale, D.S., Mafi, G.G., Johnson, D.D., Lorenzen, C.L., Maddock, R.J., Miller, R.K., VanOverbeke, D.L., Wasser, B.E., Savel, J.W. 2017. National beef tenderness survey–2015: palatability and shear force assessments of retail and foodservice beef. Meat Muscle Biol. 1: 138-148.

McMillin, K. W. 2008. Where is MAP going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. Meat Sci 80:43–65.

Mia, N., Rahman, M.M., Hashem, M.A.2023. Effect of heat stress on meat quality: A review. Meat Res., 3: 1-8.

Min, B., and D. U. Ahn. 2005. Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products - A review. Food Sci. Biotechnol. 14: 152–163.

Montilla, S., Johnson, T., Pearce, S., Gardan-Salmon, D., Gabler, N., Ross, J., Rhoads, R., Baumgard, L., Lonergan, S., Selsby, J. 2014. Heat stress causes oxidative stress but not inflammatory signaling in porcine skeletal muscle. Temperature, 1: 42-50.

Nathan, C., Cunningham-Bussel, A. 2013. Beyond oxidative stress: an immunologist's guide to reactive oxygen species. Nat. Rev. Immunol., 13: 349-361.

Nute, G.R. 2002. Sensory analysis of meat. J.P. Kerry, J.F. Kerry, D. Ledward (Eds.), Meat processing: Improving quality, Woodhead Publishing, Cambridge (2002), pp. 175-192.

Oke, O.E., Akosile, O.A., Oni, A.I., Opowpye, L.O., Ishola, C.A., Adebiyi, J.O., Odeyemi, A.J., Adjei-Mensah, B., Uyanga, V.A., Abioja, M.O. 2024. Oxidative stress in poultry production. Poultry Science. 103: 104003.

Owens, C.M., Hirschler, E.M., Mckee, S.R., Martinez-Dawson, R., Sams, A.R., 2000. The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant. Poult. Sci., 79(4): 553-558.

Pan D, Yu Z. 2014. Intestinal microbiome of poultry and its interaction with host and diet. Gut Microbes.,5: 108-119.

Papuc, C., Goran, G.V., Predescu, C.N., Nicorescu, V. 2017. Mechanisms of oxidative processes in meat and toxicity induced by postprandial degradation products: A review. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf., 16: 96-123.

Piccione, G., Casella, S., Giannetto, C., Bazzano, M., Giudice, E., Fazio, F. 2013. Oxidative stress associated with road transportation in ewes. Small Rumin. Res., 112: 235–238.

Ponnampalam, EN, Hopkins, DL, Giri, K., Jacobs, JL, Plozza, T., Lewandowski, P., Bekhit, AEDA. 2017. Canlı hayvanlarda (in vivo) kas biyokimyasal bileşenlerindeki değişikliklerden kaynaklanan et kalitesindeki bozulmayı postmortem (in vitro) tahmin etmek için oksidatif stres biyobelirteçlerinin kullanımı. J. Anim. Sci. 95: 3012–3024.

Prates, J.A.M. 2025. Impact of heat stress on carcass traits, meat quality, and nutritional value in monogastric animals: underlying mechanisms and nutritional mitigation strategies. Foods, 14: 1612.

Puppel, K., Kapusta, A., Kuczynska, B. 2015. The etiology of oxidative stress in the various species of animals, a review. J. Sci. Food Agric., 2015; 95: 2179-2184.

Ranjan, R., Ranjan, A., Dhaliwal, G.S., Patra, R.C. 2012. L-Ascorbic acid (vitamin C) supplementation to optimize health and reproduction in cattle. Vet. Q., 32: 145-150.

Russell, J.R., Sexten, W.J., Kerley, M.S., Hansen, S.L. 2016. Relationship between antioxidant capacity, oxidative stress, and feed efficiency in beef steers. J. Anim. Sci., 94: 2942-2953.

Segura, J., Calvo, L., Escudero, R., Rodríguez, A., Olivares, Á., Jiménez-Gómez, B., López-Bote, C. 2024. Alleviating Heat Stress in Fattening Pigs: Low-Intensity Showers in Critical Hours Alter Body External Temperature, Feeding Pattern, Carcass Composition, and Meat Quality Characteristics. Animals, 14: 1661.

Sihvo HK, Immonen K, Puolanne E. Myodegeneration With Fibrosis and Regeneration in the Pectoralis Major Muscle of Broilers. Veterinary Pathology. 2014; 51(3): 619–623.

Steinberg, S. F. 2012. Oxidative stress and sarcomeric proteins. Circ. Res. 112:393.

Suman, S. P., and P. Joseph. 2013. Myoglobin chemistry and meat color. Annual Rev. Food Sci. Tech. 4:79–99.

Tarrant, P.V. 1981. The occurrence, causes and economic consequences of dark-cutting in beef—A Survey of Current Information on the Problem of Dark-Cutting in Beef, Springer: Dordrecht, The Netherlands, pp. 3-36.

Tuell, J., Nondorf, M., Maskal, J., Johnson, J., Kim, Y. 2021. Impacts of in Utero Heat Stress on Carcass and Meat Quality Traits of Market Weight Gilts. Animals, 11: 717.

Urban-Chmiel, R.2006. The influence of transport stress on oxidative stress parameters in bovine leukocytes. 7th Middle Eur. Buiatric Cong., Slov. Vet. Res., 43: 241-244.

Utrera, M., V. Parra, and M. Estevez. 2014. Protein oxidation during frozen storage and subsequent processing of different beef muscles. Meat Sci 96:812–820.

Wang, R.J., Fui, S.X., Miao, C.H., Feng, D.Y., 2006. Effects of different mycotoxin adsorbents on performance, meat characteristics and blood profiles of avian broilers fed mold contaminated corn. Asian Austral J. Anim. Sci., 19(1): 72-79.

Wang, Y., H. Chen, W. Chang, R. Chen, S. Xu, and D. Tao. 2020. Protective effects of selenium yeast against cadmium-induced necroptosis via inhibition of oxidative stress and MAPK pathway in chicken liver. Ecotoxicol. Environ. Saf. 206:111329.

Yan Y, Chen X, Huang J, Huan C, Li C. 2022. H2O2-induced oxidative stress impairs meat quality by inducing apoptosis and autophagy via ROS/NF-κB signaling pathway in broiler thigh muscle. Poult Sci., 101(4): 101759.

Xing, T., Gao, F., Tume, R., Zhou, G., Xu, X. 2019. Stress Effects on Meat Quality: A Mechanistic Perspective. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf., 18: 380–401.

Xiong, Y.L., Park, D., Ooizumi, T. 2009. Variation in the cross-linking pattern of porcine myofibrillar protein exposed to three oxidative environments. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57(1): 153-159.

Yang X., Liu L., Chen J., Xiao A. 2017. Response of Intestinal Bacterial Flora to the Long-Term Feeding of Aflatoxin B1 (AFB1) in Mice. Toxins., 9: 317.

Zaboli, G., Huang, X., Feng, X., Ahn, D.U. 2019. How can heat stress affect chicken meat quality? -A review. Poult. Sci., 98: 1551-1556.

Zhang, M., Dunshea, F., Warner, R., DiGiacomo, K., Osei-Amponsah, R., Chauhan, S. 2020. Impacts of heat stress on meat quality and strategies for amelioration: A review. Int. J. Biometeorol., 64: 1613–1628.

Zhang, W., Marwan, A.H., Samaraweera, H., Lee, E.J., Ahn, D.U. 2013. Breast meat quality of broiler chickens can be affected by managing the level of nitric oxide. Poultry Science, 92(11): 3044-3049.

Zhang, W., S. Xiao, and D. U. Ahn. 2013. Protein oxidation: basic principles and implications for meat quality. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 5311:1191–1201.

Zhong, R.Z., Zhou, D.W., Tan, C.Y., Tan, Z.L., Han, X.F., Zhou, C.S., Tang, S.X. 2011. Effect of tea catechins on regulation of antioxidant enzyme expression in H_2O_2-induced skeletal muscle cells of goat in vitro. J. Agric. Food Chem

DOĞAL LİF KAYNAKLARI ARASINDA TİFTİK KEÇİSİNİN YERİ VE ÖNEMİ

Sedat BEHREM
Aksaray University, Veterinary Faculty, Department of Animal Science, Aksaray, Türkiye.
ORCİD 0000-0002-7351-1229

Yunus ARZIK
Aksaray University, Veterinary Faculty, Department of Animal Science, Aksaray, Türkiye.
ORCİD 0000-0002-3068-8155

ÖZET
Tiftik keçisi (Ankara keçisi), Türkiye'nin en eski ve en değerli yerli genetik kaynaklarından biridir. Yüzyıllar boyunca Ankara ve çevresinde yetiştirilen bu ırk, Osmanlı döneminde sof dokumacılığı ile büyük bir ekonomik değer kazanmış ve dünya tiftik piyasasında önemli bir yer edinmiştir. Ancak 20. yüzyıldan itibaren yaşanan kırsal göç, piyasa daralması, yanlış melezleme uygulamaları ve destek politikalarının yetersizliği, hem hayvan sayısında hem de tiftik üretiminde önemli düşüşlere neden olmuştur. 1990'larda keçi varlığının %11'ini oluşturan Tiftik keçisinin payı günümüzde %2'nin altına gerilemiştir. Çalışma, Türkiye'de Tiftik keçisi yetiştiriciliğinin tarihsel gelişimini, mevcut popülasyonun bölgesel dağılımını, tiftik üretim miktarlarını ve kalite özelliklerini incelemekte; ayrıca bu ırkın korunmasına yönelik politikaları değerlendirmektedir. Dünya genelinde Tiftik (mohair) keçisi varlığı bakımından Türkiye, Güney Afrika ve ABD'nin ardından gelmekte; ancak lif kalitesi, işleme altyapısı ve pazarlama sorunları nedeniyle küresel pazardaki etkisi sınırlı kalmaktadır. Bilimsel araştırmalara göre Tiftik keçileri; lif çapı, elastikiyet, lif uzunluğu ve kopma mukavemeti gibi birçok tekstil açısından kritik kalite parametresinde rekabet edebilir değerlere sahiptir. Bu nedenle, genetik ıslah programlarının sürdürülmesi, örgütlü üretim yapısının güçlendirilmesi ve tiftik lifi üzerine inovatif ürün geliştirme politikalarının uygulanması, hem ekonomik hem de kültürel miras açısından büyük önem taşımaktadır.
Anahtar Kelimeler: Tiftik keçisi, tiftik lifi, kalitesi, küresel üretim

THE PLACE AND IMPORTANCE OF THE ANGORA GOAT AMONG NATURAL FIBER SOURCES

ABSTRACT
The Angora goat (locally known as Tiftik goat) is one of the most historically and genetically significant indigenous breeds in Türkiye. Traditionally raised in Ankara and surrounding provinces, this breed formed the foundation of the Ottoman-era mohair (sof) textile industry, positioning Türkiye as a global center of mohair trade. However, the 20th century witnessed a drastic decline in population and mohair production due to rural migration, market instability, uncontrolled crossbreeding, and insufficient support policies. While Angora goats represented 11% of the national goat population in the 1990s, their share has now fallen below 2%. This study explores the historical development, regional distribution, production statistics, and fiber quality traits of Angora goats in Türkiye and evaluates national policies for their conservation. Globally, Türkiye ranks behind South Africa and the USA in terms of mohair goat population but remains underrepresented in international mohair markets due to challenges in fiber quality, processing infrastructure, and value chain organization. Scientific studies have shown that Turkish Angora goats possess competitive characteristics in key textile parameters such as fiber diameter, elasticity, staple length, and tensile strength. Therefore, enhancing breeding programs, strengthening producer cooperatives, and promoting value-added mohair products are vital for preserving this breed as both an economic asset and a cultural heritage element in rural development.
Keywords: Angora goat, fiber, quality, global production

1.GİRİŞ

Tiftik keçisi (Ankara keçisi), tarihsel, ekonomik ve kültürel bakımdan Türkiye'nin en değerli yerli hayvan genetik kaynaklarından biridir. Aslen Orta Asya kökenli olan bu ırk, 13. yüzyılda Anadolu'ya getirilmiş ve özellikle Ankara başta olmak üzere İç Anadolu Bölgesi'nin iklim ve çevre koşullarına yüksek adaptasyon göstermesiyle burada gelişmiştir (Yanar ve Akpınarlı, 2016; Batu, 1940; Daşkıran, 2000). Osmanlı İmparatorluğu döneminde sof kumaş üretimi ve tiftik ihracatıyla birlikte, Ankara ve çevresi yüzyıllar boyunca dünya tiftik piyasasında tekel konumunda bulunmuş, İngiltere ve Fransa gibi ülkelerle yoğun tiftik ticareti gerçekleştirmiştir (Sanal et al., 2019).

Ancak 19. yüzyıldan itibaren Güney Afrika, ABD, Fransa ve Avustralya gibi ülkelerde Tiftik keçilerinin yetiştirilmeye başlanmasıyla birlikte Türkiye bu tekel konumunu yitirmiştir (Düzgüneş, 1987; Daşkıran, 2000). 20. yüzyılın ortalarından itibaren ise kırsaldan kente göç, bilinçsiz melezlemeler (özellikle Kıl keçisi ile), düşük kalite tiftik üretimi, piyasa sorunları ve üretici gelirlerindeki azalış, Tiftik keçisi yetiştiriciliğini olumsuz etkilemiştir (Behrem, 2011; Daşkıran ve Koluman, 2015). En yoğun yetiştirildiği il olan Ankara, hâlen ülke toplamının yaklaşık %66'sına ev sahipliği yapmaktadır. Ankara merkezli yürütülen Ulusal Küçükbaş Hayvan Islahı Programı ve tiftik desteklemeleri sayesinde son 10 yılda Ankara'daki Tiftik keçisi sayısında artış gözlenmiş; özellikle Beypazarı, Ayaş, Haymana ve Nallıhan gibi ilçelerde yoğunlaşmıştır (Arzık et al., 2023).

Tiftik keçileri yalnızca beyaz değil, kahverengi, siyah, gri gibi renk varyasyonlarına da sahip olabilmektedir. Tiftik, bu keçilerin temel ürünüdür. Ancak Türkiye'de tiftik üretimi hem süt hem et üretiminin gerisinde kalmıştır (Daşkıran et al., 2010). Ayrıca tiftikten elde edilen geleneksel ürünler ve sof dokumalar, kültürel hafızada unutulma tehlikesi ile karşı karşıyadır. Bu durum, tiftik keçisinin yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda kültürel bir miras olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Sanal et al., 2019; Tüfekci, 2021).

Bu çalışma, Tiftik keçisinin tarihsel ve güncel üretim coğrafyasını, hayvan varlığındaki değişimi, tiftik üretim miktarlarını, kalite özelliklerini ve bu ırkın korunmasına yönelik politikaları bütüncül bir yaklaşımla değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

2. TÜRKİYE'DE TİFTİK KEÇİSİNİN DURUMU

1991 yılında Türkiye'de toplam keçi varlığı yaklaşık 10,7 milyon baş iken bunun yaklaşık %11'i (1.184.942 baş) Tiftik keçisi idi. Ancak sonraki yıllarda Tiftik keçisi varlığı dramatik şekilde azalmış, 2009 yılında toplam keçi sayısı yaklaşık 5,1 milyon iken Tiftik keçisi sayısı yalnızca 146.986 baş ile toplamın %2,8'ine gerilemiştir. 2024 yılı itibarıyla Türkiye'de 10,6 milyon baş keçi bulunmakta ve bunun sadece 202.243 başı (%1,9) Tiftik keçisidir. 30 yılı aşkın sürede Tiftik keçisi, toplam keçi varlığı içerisindeki payını %11'den %2'nin altına düşürmüştür. Bu azalış, yalnızca hayvan sayısı bazında değil, aynı zamanda tiftik üretim miktarında da belirgin şekilde görülmektedir: 1991 yılında 1.379 ton olan yıllık tiftik üretimi, 2024'te 339 tona düşmüştür (TÜİK, 2024). Hayvan başına verim yıllar içerisinde görece sabit kalsa da, üretim miktarındaki bu düşüş esas olarak sürü sayısındaki keskin azalmadan kaynaklanmaktadır. Türkiye'nin lif üretiminde potansiyel değer taşıyan Ankara keçisinin sürdürülebilirliği ve tiftik sektörünün geleceği için ıslah programları, pazar teşvikleri ve örgütlü üretim yapılarının desteklenmesi kritik önem taşımaktadır.

Tiftik keçisi (Capra hircus ancryrensis), Capra cinsine ait evcilleştirilmiş küçükbaş hayvanlar arasında yer alır. Büyüme ve gelişim süreçleri yavaş olup, erkek bireylerde 4, dişi bireylerde ise 6 yaşına kadar devam etmektedir (Bilgen et al., 2008; Erol, 2011). Canlı ağırlıkları genellikle keçilerde 30–40 kg, tekelerde ise 40–55 kg aralığındadır. Tiftik verimi ortalama 1.5–2.0 kg, süt verimi ise (oğlağın emdiği hariç) 20–25 kg düzeyindedir (Daşkıran et al., 2012; Müftüoğlu et al., 1972; Yalçın, 1990; Erol, 2011).

Tiftik keçisi esas olarak step karakteri taşıyan, kuru ve yüksek rakımlı bölgelerde yetişmektedir. Özellikle İç Anadolu Bölgesi'nde yoğun olarak görülmekle birlikte; Ege (Kütahya, Afyon), Marmara (Bilecik), Karadeniz (Kastamonu, Zonguldak, Bolu, Çorum), Doğu Anadolu (Erzurum, Bingöl, Bitlis, Van) ve Güneydoğu Anadolu (Siirt, Mardin) bölgelerinde de yetiştirilmektedir (Özdemir, 2009). İç Anadolu'nun karasal iklimi Tiftik keçisinin biyolojik adaptasyonu açısından oldukça uygundur. Bu nedenle nemli kıyı bölgelerinde yetiştiriciliği sınırlı kalmaktadır.

1980 yılında yaklaşık 3.7 milyon olan Tiftik keçisi varlığı, 2009 yılı itibariyle 146 bin başa kadar düşmüş; günümüzde ise yaklaşık 287 bin baş seviyesine ulaşmıştır. Bu gerilemenin temel nedenleri arasında hatalı mevzuat düzenlemeleri, üretici desteklerinin yetersizliği, piyasa değerinin düşüklüğü ve geleneksel ürünlerin önemini yitirmesi yer almaktadır (Şahin, 2013; Daşkıran ve Koluman, 2015).
Son yıllarda uygulanan damızlık destekleri, ıslah programları, sürü yöneticisi istihdamı gibi politikalarla hayvan sayısında kısmi bir artış sağlanmıştır. 2009 sonrası kırkılan hayvan sayısındaki artışa paralel olarak tiftik üretiminde de toparlanma gözlenmektedir. Sentetik liflerin tekstil sektöründe yaygınlaşmasıyla tiftik bir dönem önemini yitirse de; günümüzde doğal, sağlıklı ve sürdürülebilir ürünlere olan talep artışı ile yeniden değer kazanmaktadır. Tiftik, parlaklık, elastikiyet, düşük buruşma ve yüksek boyanabilirlik gibi üstün özellikleri sayesinde elbise kumaşı, triko, atkı, şal, döşemelik ve battaniye üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Organik tekstil ürünlerine olan ilginin artmasıyla, tiftik lifinin gelecekte daha geniş kullanım alanlarına sahip olacağı öngörülmektedir (Ankara Kalkınma Ajansı, 2018; Günlü ve Alaşahan, 2010).

3. DÜNYADA ANKARA KEÇİSİNİN DURUMU

2024 yılı itibarıyla Amerika Birleşik Devletleri'nde toplam mohair üretimi yaklaşık 227 ton olarak gerçekleşmiş, bu üretim bir önceki yıla göre %1 azalma göstermiştir. Ortalama tiftik verimi ise keçi başına yaklaşık 2.45 kg olarak raporlanmıştır. Üretim değeri 3.241.000 USD seviyesine ulaşmış ve mohairin ortalama piyasa fiyatı 6.48 USD/libre olarak gerçekleşmiştir. Ülke genelinde 92 bin Angora keçisi kırkılmıştır. ABD'nin en büyük tiftik üretim bölgesi olan Texas eyaletinde, 2024 yılında 56 bin keçi kırkılarak toplam 147 ton mohair elde edilmiş; keçi başına ortalama tiftik verimi 5.8 libre olmuştur. Texas'taki mohairin birim fiyatı ise 8.90 USD/libre (yaklaşık 19.6 USD/kg) olarak belirlenmiş ve eyaletin toplam tiftik üretim değeri 2.893.000 USD olmuştur. Bu veriler, ABD tiftik üretiminin büyük ölçüde Texas'a dayandığını ve mohairin hâlâ yüksek birim fiyatla değer bulan niş bir tekstil hammaddesi olduğunu göstermektedir (USDA–NASS, 2025).
Dünya genelinde mohair (Tiftik) keçisi varlığı, 2024–2025 döneminde ülkeler arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Güney Afrika, yaklaşık 700.000 baş mohair keçisi ile hem hayvan varlığı hem de lif üretimi açısından küresel lider konumdadır (FAO, 2024). Onu takip eden ABD, toplamda 102.000 baş mohair keçisi varlığına sahiptir; bu sayının %62'si Texas eyaletinde yoğunlaşmış olup sadece burada 63.000 baş Angora keçisi bulunmaktadır (USDA–NASS, 2025). Arjantin, yaklaşık 50.000 başlık bir sürü varlığıyla özellikle Patagonya bölgesinde tiftik üretimini sürdürmektedir. Avustralya, toplamda 20.000 baş ile daha küçük bir varlığa sahip olmasına rağmen, yüksek kaliteli lif üretimi ve ihracat kapasitesiyle dikkat çeken ülkeler arasında yer almaktadır. Lesotho gibi daha küçük ülkelerde ise mohair keçisi yetiştiriciliği, geleneksel küçük ölçekli üretime dayalı olarak yürütülmekte olup yaklaşık 10.000 başlık bir varlık söz konusudur (FAO, 2024). Bu bağlamda, Türkiye, yaklaşık 202.000 baş tiftik keçisiyle, sayısal açıdan dünyadaki en yüksek varlığa sahip ülkelerden biri olup, üretimin büyük kısmı Ankara ve çevresinde yoğunlaşmaktadır. Türkiye'nin bu yüksek hayvan varlığına karşın küresel pazardaki payının sınırlı kalması, daha çok üretim verimliliği, lif kalitesi ve işleme kapasitesine dayalı yapısal sorunlara bağlanmaktadır.

4. ANKARA KEÇİSİNİN LİF KALİTESİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

4.1 Tiftik Verimi

Farklı yaş ve cinsiyet gruplarındaki tiftik keçilerinde kirli mohair verimi önemli düzeyde farklılık göstermektedir. Öztürk ve Goncagül (1994) çalışmalarında 1-3 yaş arası erkek keçilerde kirli mohair verimini 1.62–3.13 kg arasında bildirmişlerdir. Aynı yaş aralığında dişi bireylerde bu değerler 1.42–2.69 kg aralığında gerçekleşmiştir. Daha ileri yaşlardaki (>2 yaş) dişi bireylerde ise verim 3.41–3.67 kg gibi daha yüksek seviyelere ulaşmıştır (Öztürk ve Örkiz, 1994). Benzer şekilde, Vatansever ve Akçapınar (2006), 2–6 yaş arası dişi bireylerde ortalama 3.11 kg tiftik verimi bildirirken, Bilgen et al. (2008), 1–6 yaş dişi bireylerde 2.67 kg verim belirtmiştir. Bu veriler, yaş ilerledikçe tiftik veriminin arttığını göstermektedir.

4.2. Lif Çapı

Tiftik liflerinin kalitesini belirleyen en önemli parametrelerden biri olan lif çapı (µ), farklı yaş gruplarında değişkenlik göstermektedir. Oğlak (yavru) dönemindeki erkek ve dişi bireylerde çap ortalamaları sırasıyla 25.36 µ ve 26.55 µ olarak tespit edilmiştir (Şen, 2015). Öztürk ve Goncagül (1994), 1–3 yaş erkek bireylerde çapın 30.03–34.72 µ aralığında olduğunu, dişi bireylerde ise 30.10–34.21 µ arasında değiştiğini belirtmiştir. Daha ileri yaşlarda ise mikron değerlerinde artış gözlenmiştir; >2 yaş dişi bireylerde çap 38.41–39.81 µ'ye ulaşmıştır (Öztürk ve Örkiz, 1994). Erol et al. (2017) tarafından yapılan çalışmada 1–5 yaş arası bireylerde çap 37.15 µ olarak ölçülmüştür. Bu bulgular, yaş ilerledikçe lif çapında artış eğilimini doğrulamaktadır.

4.3. Elastikiyet

Tiftik liflerinin tekstil performansını etkileyen bir diğer özellik elastikiyettir. Oğlak dönemi keçilerde elastikiyet değerleri erkeklerde %43.25, dişilerde %45.26 olarak belirlenmiştir (Şen, 2015). Öztürk ve Goncagül (1994), 1–3 yaş erkek bireylerde elastikiyeti %27.35–29.25 aralığında bildirirken, dişilerde bu oran %30.56'ya kadar çıkabilmektedir. Diğer çalışmalarda da benzer oranlar gözlenmiş; örneğin Vatansever ve Akçapınar (2006), %37.78 elastikiyet bildirirken, Bilgen et al. (2008), %38.92 gibi daha yüksek bir değer sunmuştur. Bu değerler, tiftik liflerinin tekstil ürünlerinde esneklik ve kullanım konforu açısından değerli olduğunu göstermektedir.

4.4. Kopma Mukavemeti

Tiftik liflerinin dayanıklılığını gösteren kopma mukavemeti, Şen (2015) çalışmasında oğlak erkek bireylerde 12.27 g, dişi bireylerde ise 14.31 g olarak ölçülmüştür. Öztürk ve Goncagül (1994), 1–3 yaş bireylerde kopma mukavemetinin erkeklerde 14.12–23.74 g, dişilerde 14.38–23.63 g aralığında değiştiğini bildirmiştir. Daha ileri yaş gruplarında bu değer 20.82–21.78 g seviyelerinde sabitlenmiştir (Öztürk ve Örkiz, 1994). Bu durum, yetişkin bireylerde daha dayanıklı liflerin üretildiğini ortaya koymaktadır.

4.5. Medullalı Elyaf Oranı

Tiftik liflerinde medulla (öz) oranı lifin kalitesini etkileyen kritik bir faktördür. Bu oranın düşük olması, lifin daha yumuşak ve kaliteli olmasına işaret eder. Öztürk ve Goncagül (1994), 1–3 yaş erkek bireylerde medullalı lif oranını %0.39–2.58, dişilerde ise %0.28–0.48 arasında rapor etmiştir. >2 yaş dişi bireylerde bu oran %0.50–0.53 arasında sabitlenmiştir (Öztürk ve Örkiz, 1994). Vatansever ve Akçapınar (2006), %1.50 oranında medullalı lif varlığı bildirmiştir. Bu oranlar, Türkiye'de yetiştirilen tiftik keçilerinin uluslararası kalite standartlarına uygun özelliklere sahip olduğunu göstermektedir.

4.6. Lif Uzunluğu

Tiftik lifinin değerlendirilmesinde önemli kriterlerden biri de lif uzunluğudur. Öztürk ve Örkiz (1994), >2 yaş dişi bireylerde lif uzunluğunu ortalama 175.5–176.3 mm olarak belirlemiştir. Diğer çalışmalarda ise daha düşük ortalamalar görülmüştür. Bilgen et al. (2008), lif uzunluğunu 62.9 mm olarak bildirirken, Vatansever ve Akçapınar (2006) 64.9 mm, Erol et al. (2017) ise yaşa göre 73.5–111.2 mm arasında değişen uzunluklar tespit etmiştir. Bu bulgular, lif uzunluğunun yaş ve bireysel genetik farklılıklara bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

5. SONUÇ

Tiftik keçisi, Türkiye'nin yerli hayvan genetik kaynakları arasında hem tarihi hem de ekonomik ve kültürel bakımdan büyük öneme sahiptir. Özellikle Ankara ve çevresinde yoğunlaşan bu ırk, 13. yüzyıldan itibaren Anadolu'da köklü bir tiftik üretim kültürünün oluşmasına öncülük etmiştir. Ancak 20. yüzyıldan itibaren yaşanan sosyo-ekonomik değişimler, yanlış politikalar ve sanayileşmenin etkisiyle bu değerli türün popülasyonu ve ürün verimliliği önemli oranda gerilemiştir. 1990'lı yıllarda toplam keçi varlığının %11'ini oluşturan Tiftik keçisinin payı günümüzde %2'nin altına düşmüştür. Bu azalış, yalnızca hayvan varlığıyla sınırlı kalmamış, aynı zamanda yıllık tiftik üretim miktarında da ciddi düşüşlere neden olmuştur.

Buna karşın, son yıllarda yürütülen ıslah programları, damızlık destekleri ve bölgesel kalkınma politikaları sayesinde Tiftik keçisi varlığında ve tiftik üretiminde yeniden artış eğilimi gözlenmektedir. Küresel düzeyde değerlendirildiğinde, Türkiye'nin Tiftik keçisi varlığı bakımından Güney Afrika ve ABD'nin ardından önemli bir konuma sahip olduğu anlaşılmaktadır. Ancak lif kalitesi, işleme altyapısı ve pazar entegrasyonu gibi alanlarda mevcut potansiyelin tam anlamıyla değerlendirilemediği görülmektedir. Türkiye'de yapılan bilimsel çalışmalar, Tiftik keçilerinin kirli tiftik verimi, lif çapı, elastikiyet, kopma mukavemeti, medullalı lif oranı ve lif uzunluğu gibi birçok kalite parametresinde rekabet edebilir düzeyde değerlere sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle yaş ve cinsiyet gibi faktörlerin bu kalite özelliklerini anlamlı şekilde etkilediği anlaşılmıştır. Bununla birlikte, lif kalitesinde sürekliliği sağlamak ve uluslararası standartlara ulaşmak için ıslah programlarının daha sistematik ve yaygın uygulanması, kırkım tekniklerinin iyileştirilmesi, eğitim faaliyetlerinin artırılması ve üretici örgütlerinin güçlendirilmesi gerekmektedir.

Günümüzde sentetik liflerin tekstil sektöründeki egemenliğine rağmen, doğal ve sürdürülebilir ürünlere olan ilginin artması tiftik lifi için yeni bir fırsat penceresi sunmaktadır. Türkiye'nin sahip olduğu biyolojik çeşitlilik, iklim avantajı ve kültürel birikim ile bu niş pazarda yeniden söz sahibi olması mümkündür. Bu doğrultuda Tiftik keçisinin yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda kültürel bir miras unsuru olarak korunması ve değerlendirilmesi, sürdürülebilir kırsal kalkınma hedefleriyle de örtüşmektedir.

KAYNAKLAR

Ankara Araş Derg, 4(1): 170-179.

Ankara Kalkınma Ajansı, (2018). Ankara Keçisi, Tiftik ve Sof. Dumat Ofset. Ankara

Batu, S. (1940). Ankara keçisinin tarihi ve menşei hakkında bir tetkik. T.C. Yüksek Ziraat

Behrem S. 2011. Current situation of goat breeding in Kilis province. MSc Thesis, Mustafa Kemal University, Institute of Science, Department of Animal Science, Hatay, Türkiye, pp. 52.

Bilgen, A., Akman, N., Erol, H., Ankaralı, B., Aytaç, M. 82008). Lalahan hayvancılık merkez araştırma enstitüsünde yetiştirilen Ankara keçilerinde bazı tiftik özellikleri ve kırkım sonu canlı ağırlığı. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 48(1), 25-33.

Daşkıran, I. (2000). A research on various descriptive breed characteristics of Angora goat. Msc Thesis, Graduate School of Natural and Applied Science Department of Anim Science of Ankara University, Ankara-Turkey, 69 p.

Düzgüneş, O. (1987). Hayvancılıkta genetik kaynaklar. Türkiye'nin biyolojik zenginlikleri. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını. Ankara

EnstitüsüÇalışmaları:55.Ankara.

Tüfekci, H. (2021). Tiftik (Ankara) keçisi yetiştiriciliği ve Yozgat ili potansiyeli. Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi, 10(2), 147-157.

Erol H, Özdemir P, Odabaş E, Şenyüz, HH, Ünal N, Behrem S. 2017. Investigation of various production traits of Angora goat herds kept as gene source both ex situ and in situ conditions. Lalahan Hayv Araş Enst Derg, 57(1): 1-12

Erol, H. (2011). Ankara keçilerinde bakım, besleme ve hastalıklar. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Hayvancılık Merkez Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 71.

FAO. (2024). *Global Mohair Production and Fibre Animal Statistics*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Günlü, A., Alaşahan, S. (2010). Türkiye'de keçi yetiştiriciliği ve geleceği üzerine bazı değerlendirmeler. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, 81(2), 15-20.

Müftüoğlu, Ş., Öznacar, K. (1972). Ankara Keçisi Yetiştiriciliği ve Tiftik. Zootekni Araştırma Enstitüsü Yetiştirme ve Deneme Çiftliği Basım Servisi, Yayın No: 29, Lalahan.

Ozturk A, Goncagul T. 1994. Effect of birth weight and live weight on mohair yield and quality in Angora goats. Lalahan Hayv Araş Enst Derg, 34(1-2): 103-109

Ozturk A, Orkiz M. 1990. The possibilities for ıncreasing the mohair yield and the quality for the selection based on face covering effects of Angora goats. Lalahan Hayv Araş Enst Derg, 30(1): 57-68.

Sanal, Ş., Gürler, A. M., & Erler, M. Y. (2019). Yitirilen bir servet: Tiftik keçisi. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 25(6).

Sen A. 2015. Some mohair qualities of young Angora goats. MSc Thesis, Institute of Science, Department of Animal Science, Hatay, Türkiye, pp. 47

Şahin, G. (2013). Türkiye'de Ankara keçisi (Capra Hircus Ancryrensis) yetiştiriciliğinin dünü bugünü ve yarını. Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 11(2), 338-352.

Tatlıyer, A. (2020). Türkiye'deki tiftik üretimi değişiminin regresyon analizi ile incelenmesi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 7(3), 321-326.

TUİK. 2021. Turkish Statistical Institute. Number of slaughtered sheep, goat and bovine animals by types and races and quantity of meat production. URL: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-Aralik-2021-45593#:~:text=Bir%20%C3%B6nceki%20y%C4%B1la%20g%C3%B6re%20yapa%C4%9F%C4%B1,96%20bin%20344%20ton%20oldu. (Erişim Tarihi: 14.07.2025)

United States Department of Agriculture (USDA) – National Agricultural Statistics Service (NASS). (2025, January). *Texas goat and mohair*. Southern Plains Regional Field Office. https://www.nass.usda.gov/Statistics_by_State/Texas/Publications/Current_News_Release/2025_Rls/tx-goat-2025.pdf

Vatansever H, Akcapinar H. 2006. Growth, reproduction and mohair characteristics of Angora goats of different origines which bred at Lalahan Livestock Research Institute. Hayv Araş Enst Derg, 46(2): 1-11.

Yanar A, Akpınarlı F. 2016. Traditional sof weavings of Ankara.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

TÜRKİYE' DE BAZI KOYUN IRKLARIMIZIN YAPAĞI KALİTE ÖZELLİKLERİ

Sedat BEHREM
Aksaray University, Veterinary Faculty, Department of Animal Science, Aksaray, Türkiye.
ORCİD 0000-0002-7351-1229

Yunus ARZIK
Aksaray University, Veterinary Faculty, Department of Animal Science, Aksaray, Türkiye.
ORCİD 0000-0002-3068-8155

ÖZET
Türkiye koyunculuğu, sahip olduğu geniş yerli ırk çeşitliliği ve son yıllarda artan Merinos melezlemeleri ile dikkat çekmektedir. 2024 yılı itibarıyla 45 milyon başlık koyun varlığına sahip olan Türkiye, yaklaşık %9 oranındaki Merinos melez populasyonu ile lif kalitesi yüksek yapağı üretimine yönelik bir dönüşüm süreci yaşamaktadır. Yapağı üretim miktarları da bu doğrultuda artış göstermekte olup, yerli ırklardan yılda yaklaşık 71 bin ton, Merinos melezlerinden ise 13 bin ton civarında yapağı elde edilmektedir. Farklı genotiplerde yürütülen çalışmalar, yapağı kalite parametrelerinde belirgin varyasyonlar olduğunu ortaya koymaktadır. Merinos kökenli genotiplerde lif inceliği 20–22 µm düzeyinde seyrederek dokuma endüstrisi için uygun özellikler gösterirken, lif uzunluğu 5.7–6.2 cm aralığında kalmakta ve bu durum iplik üretiminde sınırlayıcı olabilmektedir. Yerli ırklarda ise lif çapı genellikle 27–40 µm arasında yer almakla birlikte, İvesi ve İmroz gibi bazı ırklarda 13–22 cm'yi aşan lif uzunlukları dikkat çekmektedir. Elastikiyet oranları Karagül (%37.7), Kangal Akkaraman (%38.9) ve Acıpayam (%31.0) gibi ırklarda %30'un üzerine çıkmakta; mukavemet değeri ise Acıpayam (19–20 g) ve Kangal Akkaraman (16–20 g) gibi genotiplerde yüksek düzeyde ölçülmektedir. Randıman açısından Dağlıç ve Ramlıç koyunlarında %70'in üzerinde değerler gözlenirken, Merinos melezlerinde bu oran çoğunlukla %55–63 aralığında kalmaktadır. Lif kalitesi ile ekonomik verim arasındaki ilişkinin güçlendirilmesi amacıyla, hem Merinos melezlerinin lif inceliği ve randıman parametrelerinin iyileştirilmesine yönelik selektif ıslah uygulamalarının artırılması hem de yerli ırkların avantajlı özelliklerinin korunarak bölgesel kullanım alanlarına entegre edilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Türkiye'nin mevcut biyolojik kaynaklarını daha etkin kullanabilmesi için genetik ıslah, çevre yönetimi ve pazar yapısına entegre stratejik planlamalar büyük önem taşımaktadır.
Anahtar Kelimeler: Koyun ırkları, lif özellikleri, yapağı kalitesi, merinos melezleri

WOOL QUALITY CHARACTERISTICS OF SOME SHEEP BREEDS IN TÜRKİYE

ABSTRACT
Sheep farming in Türkiye is characterized by a rich diversity of indigenous breeds and a growing presence of Merino crossbreds. As of 2024, the national sheep population exceeds 45 million heads, with Merino-derived genotypes constituting approximately 9%, reflecting a gradual shift towards high-quality wool production. Annual wool yields are estimated at 71,000 tons from native breeds and approximately 13,000 tons from Merino crossbreds.Data from previous studies reveal significant genetic variation in key wool quality traits. Merino-type sheep typically exhibit fiber diameters between 20–22 µm, meeting the textile industry's standards for fine wool, yet often display limited staple length (5.7–6.2 cm), which may restrict spinning performance. In contrast, native breeds such as İvesi and Imroz produce longer fibers (13–22 cm), despite having coarser fiber diameters (27–40 µm), making them more suitable for traditional textiles. Elasticity values exceed 30% in breeds such as Karagül (37.7%), Kangal Akkaraman (38.9%), and Acıpayam (31.0%), while tensile strength reaches high levels in Acıpayam (19–20 g) and Kangal Akkaraman (16–20 g) sheep. Yield rates are notably higher in Dağlıç and Ramlıç sheep (>70%), whereas Merino crosses typically range between 55–63%. To improve the economic viability of domestic wool production, selective breeding strategies must prioritize both fiber fineness and clean wool yield in merino crossbreed, while also capitalizing on the advantageous traits of native breeds for specific market niches.

Integrating genetic improvement, environmental management, and tailored marketing approaches will be essential for the sustainable use of Türkiye's ovine genetic resources.
Keywords: Sheep breeds, fiber traits, wool quality, merino crossbreed

1.GİRİŞ

Koyun yetiştiriciliği, iklimsel ve coğrafi çeşitliliğe sahip bölgelerde sürdürülebilir hayvancılık faaliyetlerinin temelini oluşturur. Hem ekonomik hem de kültürel açıdan önemli bir yere sahip olan koyunlar, insanlık tarihindeki ilk evcilleştirilmiş türlerden biri olarak, et, süt, deri ve özellikle yapağı gibi hayvansal ürünlerin temininde günümüzde de stratejik bir konumda yer almaktadır. Dünyada geniş bir coğrafyada yaygın olarak yetiştirilen koyunlar, düşük bakım maliyetleri ve farklı çevre koşullarına uyum sağlama kapasiteleri sayesinde hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde küçükbaş hayvancılığın bel kemiğini oluşturmaktadır.

Türkiye, yaklaşık 45 milyon başlık koyun varlığıyla Avrupa'nın en büyük, dünyanın ise önde gelen üretici ülkelerinden biridir (TÜİK, 2022; FAO, 2023). Zengin biyocoğrafik yapısı sayesinde geniş bir yerli koyun ırkı çeşitliliğine sahiptir. Bu ırklar kuyruk yapısına göre yağlı (Akkaraman, Morkaraman, İvesi), yarım yağlı (Malya) ve ince kuyruklu (Kıvırcık, Karacabey Merinosu, Orta Anadolu Merinosu) olarak sınıflandırılmaktadır (Taşkın & Kandemir, 2022; Yılmaz et al., 2022).

Türkiye'de 20. yüzyılın ortalarından itibaren yürütülen planlı melezleme çalışmaları, kaliteli yapağı üretimini artırmak ve tekstil sektörünün ihtiyaçlarını karşılamak üzere Merinos genotipli koyunların ülke genotiplerine adapte edilmesini hedeflemiştir. Bu çabalar sonucunda Karacabey Merinosu, Anadolu Merinosu, Orta Anadolu Merinosu, Ramlıç ve Malya gibi Merinos kökenli melez ırklar geliştirilmiştir (Yalçın, 1986; Atav & Buğdaycı, 2022). Ancak günümüzde Merinos melezlerinin ülke koyun varlığı içindeki payı hala sınırlı olup (%4-5 düzeyinde), tekstil sanayisinin talep ettiği düzeyde kaliteli yapağı üretimi yapılamamaktadır (Behrem & Gül, 2022).

Dünya genelinde yapağı üretimi açısından en değerli genotip olan Merinos, ince lif çapı (genellikle <21 µm), yüksek elastikiyet, mukavemet ve randıman gibi özellikleri sayesinde dokuma sanayisinde öncelikli olarak tercih edilmektedir (McGregor, 2018). Türkiye'de ise yerli ırkların yapağıları çoğunlukla kalın ve kaba yapıda olup halı, kilim, battaniye gibi geleneksel dokuma ürünlerinde kullanılmaktadır. Bu durum, Türkiye'nin sayıca büyük koyun popülasyonuna rağmen yapağı kalitesi açısından düşük verimlilik göstermesine ve ithalata bağımlı hale gelmesine yol açmaktadır (FAO, 2023). Bu bağlamda, ülkemizde mevcut yerli ve Merinos melezi koyun ırklarının yapağı kalite özelliklerinin detaylı şekilde değerlendirilmesi, hem mevcut üretim yapısının iyileştirilmesi hem de tekstil sektörüne uygun hammadde temini açısından büyük önem taşımaktadır. Bu derlemenin amacı da, geçmişte yapılan bilimsel çalışmaları bütüncül bir yaklaşımla analiz ederek sektöre yönelik güncel ve bilimsel bir referans kaynağı sunmaktır.

2. TÜRKİYE'DE YERLİ VE MERİNOS MELEZİ KOYUN VARLIĞI

Son on yıllık dönemde Türkiye'deki koyun varlığında dikkat çekici bir artış gözlemlenmektedir. Özellikle 2015–2024 yılları arasında yerli koyun sayısında yaklaşık %36'lık bir artış gerçekleşmiş, toplam nüfus 29 milyonlardan 39 milyonlara ulaşmıştır. Bu artış, küçükbaş hayvancılığın kırsal ekonomideki stratejik rolünü koruduğunu göstermektedir.

Daha çarpıcı olan ise, aynı dönemde Merinos melezi koyun sayısındaki yükseliş oranının yerli ırklardan daha fazla olmasıdır. 2015 yılında 2,2 milyon civarında olan Merinos melezi koyun sayısı, 2024 yılı itibarıyla 4,2 milyona yaklaşmış ve yaklaşık %91 oranında artmıştır. Toplam koyun varlığı içindeki payı %9 civarında olan bu genotiplerin artış hızındaki farklılık, üreticilerin lif kalitesi yüksek hayvanlara yöneldiğini göstermektedir. Merinos melezlerinin yapağı kalitesi açısından taşıdığı potansiyel dikkate alındığında, bu eğilim Türkiye'nin tekstil sanayine uygun hammaddenin temini açısından gelecek için umut verici bir gelişmedir.

3. TÜRKİYE'DE YERLİ VE MERİNOS MELEZİ KOYUNLARDAN ELDE EDİLEN YAPAĞI MİKTARI

Yapağı üretim verileri incelendiğinde, Türkiye'deki toplam yapağı miktarının yıllar içinde koyun varlığına paralel olarak arttığı görülmektedir. 2012 yılında yaklaşık 46 bin ton olan yerli koyunlardan elde edilen yapağı üretimi, 2024 itibarıyla 71 bin tona ulaşmıştır. Bu durum, hem koyun popülasyonundaki artışı hem de kırkım uygulamalarının yaygınlaştığını ortaya koymaktadır.

Öte yandan Merinos melezi koyunlardan elde edilen yapağı miktarı da önemli ölçüde yükselmiştir. 2012 yılında yaklaşık 4.800 ton olan üretim, 2024 yılında 13 bin ton düzeyine yaklaşarak yaklaşık %170'lik bir artış göstermiştir. Bu artış oranı, Merinos melezlerinin lif verimi açısından taşıdığı önemin açık bir göstergesidir. Özellikle bu grupta görülen artış oranı, sadece nüfus artışına değil, aynı zamanda bireysel hayvan başına düşen verimin de iyileşmesine işaret etmektedir.

Bu bağlamda, Türkiye'de yapağı üretiminin artırılması ve ithalat bağımlılığının azaltılması adına Merinos melezlerinin stratejik ıslah planlarında öncelikli olarak değerlendirilmesi gerektiği açıktır. Aynı zamanda, yerli ırkların da kaba tekstil alanında değerlendirilmesine yönelik sürdürülebilir pazar modelleri geliştirilmesi gerekmektedir.

4. YAPAĞI KALİTE ÖZELLİKLERİ

4.1 İncelik

Yapağıda lif inceliği, mikron (µm) cinsinden ölçülen ve tekstil sanayisinin en çok önem verdiği kalite parametrelerinden biridir. Lifin kalınlığı, iplik oluşumundaki eğirme performansını, yumuşaklığını ve kumaşın estetik kalitesini doğrudan etkilemektedir (McGregor, 2018). Dokuma endüstrisinde değerlendirilmesi için yapağının 24.94 µm'nin altında bir ortalama lif çapına sahip olması ideal kabul edilmektedir (Atav & Buğdaycı, 2022).

Türkiye'de yapılan geçmiş araştırmalar, Merinos genotiplerinin lif inceliği açısından yerli ırklara göre daha avantajlı bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Örneğin, Anadolu Merinosu'nda 20.4 µm (Koyuncu et al., 1996) ve Karacabey Merinosu'nda 20.9–21.8 µm (Oğan, 1994) gibi değerlere ulaşılmıştır. Konya Merinosu'nda da benzer şekilde ortalama 22.3–22.4 µm değerler raporlanmıştır (Yalçın et al., 1972). Bu değerler, söz konusu ırkların tekstil sanayisine uygun yapağı kalitesine sahip olduğunu göstermektedir.

Yerli koyun ırklarında ise lif çapı, çoğu zaman bu eşik değerin üzerinde yer almaktadır. Akkaraman ırkında lif çapının 27.45–42.29 µm aralığında olduğu bildirilmektedir (Dağ, 1996; Çolakoğlu & Özbeyaz, 1999). Morkaraman (36.32 µm), Hamdani (34.20 µm) ve Karagül (39.11 µm) gibi diğer yerli genotiplerde de benzer şekilde kalın yapağı yapıları tespit edilmiştir (Küçük et al., 2000). Bu ırkların lif kalınlıklarının yüksek olması, onları halıcılık ve kaba tekstil üretimi için daha uygun kılmaktadır.

Yarı melez yapıya sahip olan Ramlıç ve Malya gibi genotiplerde ise lif inceliği açısından heterojen sonuçlar elde edilmiştir. Ramlıç ırkında bazı kaynaklar 21.4 µm gibi ince değerlere işaret ederken (Demir, 1995), Dağlıç ile yapılan karşılaştırmalarda 30.34 µm gibi daha kalın lif çapları da rapor edilmiştir. Bu durum, melez genotiplerde bireysel varyasyonun yüksek olduğunu ve seleksiyonla lif kalitesinin iyileştirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Güncel çalışmalarda da benzer eğilimlerin sürdüğü görülmektedir. Behrem ve Gül (2022), Orta Anadolu Merinosu'ndan elde edilen liflerin ortalama 24.7 µm olduğunu raporlayarak bu ırkın sınırda kabul edilen tekstil standardına yakın değerlere sahip olduğunu göstermiştir. Ancak dokuma endüstrisinde kullanılan yüksek kaliteli liflerin genellikle 19–22 µm arasında seyrettiği dikkate alındığında, mevcut melez ırklarda kalite artırımı için selektif ıslah uygulamalarına ihtiyaç olduğu açıktır.

Ayrıca Kıvırcık (25.7 µm) ve Türkgeldi (24.1 µm) gibi bazı yerli genotiplerin literatürde sınır değere yakın değerlere sahip olduğu ve dokuma amaçlı kullanımda potansiyel barındırdığı görülmektedir (Koyuncu et al., 1996). Bu bağlamda, özellikle Marmara ve Ege Bölgelerinde yetiştirilen genotiplerde detaylı lif kalitesi analizlerinin yapılması önerilmektedir.

Genetik yapının lif kalınlığı üzerindeki etkisi oldukça yüksektir ve bu durum genotipler arası varyasyonu doğrudan açıklamaktadır (McGregor, 2020; Safari et al., 2005).

Ancak çevresel koşullar, yaş, beslenme düzeyi ve yapağının vücut üzerindeki alınma bölgesi gibi faktörler de ölçümlerde önemli değişkenliklere neden olabilir. Bu nedenle yapağı inceliğine dair çalışmalarda standardize metodolojilerin kullanılması ve genetik ile çevre etkileşiminin birlikte değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

4.2 Uzunluk

Yapağı lif uzunluğu, tekstil ve halıcılık endüstrileri açısından önemli bir kalite kriteridir. Lifin uzunluğu; iplik eğirme performansını, kopma mukavemetini ve üretim sırasında oluşabilecek firesiz işlemi doğrudan etkiler. Genel kabul gören endüstri standardına göre, 8 cm ve üzeri lif uzunlukları dokuma sanayisi için uygun kabul edilmektedir (Atav & Buğdaycı, 2022).

Türkiye'de farklı koyun ırklarında yapılan çalışmalar, lif uzunluğu açısından oldukça geniş bir varyasyon aralığına işaret etmektedir. Melez genotiplerden biri olan Anadolu Merinosu'nda lif uzunluğunun ortalama 9.96 cm olduğu bildirilmiştir (Dellal et al., 2000). Bu değer, endüstri için minimum sınırın üzerinde olup, Merinos kökenli genotiplerin potansiyelini ortaya koymaktadır.

Yerli koyun ırkları içerisinde ise en yüksek lif uzunluğu değerleri İmroz (18.97–22.29 cm) ve İvesi (13.31–19.74 cm) ırklarında raporlanmıştır (Uzun, 2008; Elibol & Dağ, 2004). Bu genotipler, uzun lif üretimi bakımından öne çıkmakta olup, özellikle geleneksel el dokuma sektörlerinde tercih edilebilir niteliktedir. Karayaka koyunlarında 9.75–11.15 cm, Çine Çaparı ve Tahirova ırklarında ise 10–11 cm arasında uzunluk değerleri bildirilmiştir (Gürgen, 2008; Uzun, 2008). Bu veriler, bazı yerli genotiplerin de uygun bakım ve seleksiyon koşullarında tekstil sektörüne uygun lifler verebileceğini göstermektedir.

Buna karşılık, Orta Anadolu Merinosu, Malya, Morkaraman, Hamdani ve Karagül gibi genotiplerde lif uzunluğu 6–7.5 cm arasında değişmekte olup (Behrem & Gül, 2022; Küçük et al., 2000), bu değerler dokuma standardının altındadır. Özellikle Malya (5.7 cm) ve Orta Anadolu Merinosu (6.04 cm) gibi Merinos melezlerinde uzunluk değerlerinin düşük olması, bu ırkların lif kalitesi yönünden iyileştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Ramlıç ve Dağlıç koyunlarında ise lif uzunluğu 8.4–13.7 cm arasında değişmektedir (Bağkesen & Koçak, 2018). Bu aralık, bireyler arası varyasyonun yüksek olduğunu ve ıslah yoluyla uzunluk kriterinde ilerleme sağlanabileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak, Türkiye'deki koyun ırklarında yapağı lif uzunluğu 5.7 cm ile 22.3 cm arasında değişmekte olup, bu varyasyonun temelinde hem genetik yapı hem de bakım-besleme koşulları etkili olmaktadır. McGregor (2020) ve Safari et al. (2005) gibi güncel çalışmalarda da belirtildiği üzere, lif uzunluğu yüksek oranda kalıtılabilir bir özelliktir. Bu nedenle, lif uzunluğu yönünden selektif ıslah programlarının uygulanması ve uygun çevre koşulları sağlanarak bu özelliğin daha verimli hale getirilmesi mümkündür.

4.3 Elastikiyet

Yapağı elastikiyeti, lifin kendi uzunluğuna oranla ne kadar uzayabildiğini ve ardından orijinal formuna geri dönebilme yeteneğini ifade eden fiziksel bir özelliktir. Bu parametre, yapağının tekstil proseslerindeki işlenebilirliğini, özellikle eğirme ve dokuma sırasında mukavemet kaybı yaşanmadan esneyebilme kapasitesini belirleyen temel unsurlardan biridir (McGregor, 2020). Lif elastikiyetinin yüksek olması, ipliğin homojenliğini artırmakta ve daha kaliteli kumaş üretimine imkân sağlamaktadır. Tekstil endüstrisinde bu oran genellikle %30 ve üzeri olduğunda kabul edilebilir sınıf olarak değerlendirilir (Safari et al., 2005).

Türkiye'de yapılan araştırmalar, yerli ve Merinos melezi koyun ırkları arasında elastikiyet yönünden önemli farklılıklar bulunduğunu ortaya koymuştur. Merinos kökenli ırklarda genellikle elastikiyet oranları %30'un altında kalmaktadır. Örneğin, Orta Anadolu Merinosu**,** Karacabey Merinosu ve Ramlıç ırklarında elastikiyet değerleri sırasıyla %21.6, %20.2 ve %22.3 olarak rapor edilmiştir (Behrem & Gül, 2022). Benzer şekilde, Anadolu Merinosu ve Akkaraman koyunlarında da elastikiyetin %27.84–29.76 aralığında kaldığı bildirilmiştir (Arık et al., 2003). Bu değerler, söz konusu melez ve yerli ırkların, tekstil endüstrisinin elastikiyet eşiğine ulaşamadığını göstermektedir.

Buna karşılık, bazı yerli ırklar yüksek elastikiyet kapasitesiyle dikkat çekmektedir. Özellikle Norduz koyunlarında %31.4–33.8 aralığında, Karakaş ırkında %32.9, Karagül koyunlarında ise %37.68 düzeyinde elastikiyet değerleri elde edilmiştir (Yılmaz & Denk, 2004; Tuncer & Cengiz, 2008; Erol & Akçadağ, 2009).

Bu bulgular, bu ırkların lif kalitesi yönünden önemli bir potansiyel taşıdığını göstermektedir. Benzer şekilde, Kangal Akkaraman (%32.94–38.98) ve Acıpayam (%30.1–31.0) koyunlarında da elastikiyet oranlarının %30'un üzerinde olduğu raporlanmıştır (Garip et al., 2010; Yüceer et al., 2010). Bu ırkların özellikle yarı ince yapağı yapısına sahip olması, genetik olarak daha kıvrımlı ve esnek lif üretimini desteklemektedir. Literatürde, lifteki doğal kıvrım sayısının elastikiyeti doğrudan etkilediği ve Merinos dışında bazı yerli genotiplerde de yüksek elastikiyetli liflerin selektif olarak elde edilebileceği vurgulanmaktadır (McGregor, 2018; Ozcan et al., 2021).

Yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular, elastikiyet özelliğinin yalnızca genotipik yapıyla değil, aynı zamanda çevresel faktörlerle de ilişkili olduğunu göstermektedir. Beslenme düzeyi, yaş, yapağı örneğinin alındığı vücut bölgesi ve iklim koşulları gibi çevresel değişkenler elastikiyet üzerinde önemli düzeyde etkiye sahiptir (Safari et al., 2005). Bununla birlikte, genetik varyasyonun yüksekliği göz önünde bulundurulduğunda, elastikiyet yönünden yapılacak seleksiyon programlarının ırk bazlı iyileştirmelere önemli katkılar sağlayacağı değerlendirilmektedir.

4.4 Mukavemet

Mukavemet, yapağı lifinin kopmadan önce taşıyabileceği maksimum yükü gram cinsinden ifade eden ve tekstil sanayisinde doğrudan ürün kalitesini belirleyen kritik bir fiziksel parametredir. Bu özellik özellikle eğirme sırasında iplik formunun bütünlüğünü koruma, kopma riskini azaltma ve kumaşın dayanıklılığını artırma açısından önemlidir (McGregor, 2020; Safari et al., 2005). Lifin mukavemeti, aynı zamanda çapın homojenliği, kıvrım düzeni, elastikiyet ve olgunluk gibi diğer özelliklerle de ilişkilidir. Türkiye'deki çeşitli yerli ve Merinos melezi koyun ırklarında yapılan çalışmalara göre, lif mukavemeti açısından geniş bir varyasyon aralığı bulunmaktadır. Merinos genotipli ırklardan Orta Anadolu Merinosu, Karacabey Merinosu ve Ramlıç gibi melezlerde mukavemet değerleri sırasıyla 13.8 g, 12.6 g ve 13.4 g olarak ölçülmüştür (Behrem & Gül, 2022). Bu değerler, dokuma endüstrisinde kullanılabilirlik açısından kabul edilebilir aralıklarda yer almakta olup, Merinos kökenli yapağının mukavemet yönünden avantajlı yapısını yansıtmaktadır. Ancak saf yerli ırklarda bu parametre daha geniş varyasyonlar göstermektedir. Örneğin, Akkaraman koyunlarında mukavemet değeri 8.6–10.6 g aralığında iken, Anadolu Merinosu'nda bu değer 4.74–5.63 g olarak belirlenmiştir (Arık et al., 2003). Bu düşük değerler, özellikle tekstil hammaddesi olarak kullanım açısından sınırlayıcı olabilir.

Diğer taraftan bazı yerli ırklarda yüksek mukavemet kapasiteleri bildirilmiştir. Norduz koyunlarında 13.4–13.9 g, Karakaş'ta 15.8 g gibi değerler kaydedilmiştir (Yılmaz & Denk, 2004; Tuncer & Cengiz, 2008). Özellikle Kangal Akkaraman (16.7–20.0 g) ve Acıpayam koyunları (19.0–20.0 g), yüksek mukavemet özellikleriyle dikkat çekmekte olup, lifin dayanıklılığı açısından üstünlük göstermektedir (Garip et al., 2010; Yüceer et al., 2010). Bu ırklar, özellikle yün halıcılığı ve dayanıklı dokuma ürünleri açısından değerlendirilebilecek potansiyel genetik kaynaklardır. Öte yandan Karagül koyunu 3.51 g ile mukavemet açısından en düşük değere sahip olup, bu durum lifin ince ama zayıf bir yapıya sahip olduğuna işaret etmektedir (Erol & Akçadağ, 2009). Bu düşük mukavemet, iplik haline getirildiğinde kopmalara ve üretim kayıplarına yol açabileceğinden, yalnızca sınırlı tekstil alanlarında değerlendirilebilir.

Mukavemet, yalnızca genetik yapıdan değil, aynı zamanda lifin çap bütünlüğü, lüle yapısı, besleme durumu, yıkama/kırkım sonrası bakım uygulamaları ve lifin alındığı vücut bölgesinden de etkilenmektedir (McGregor, 2018; Ozcan et al., 2021). Özellikle lif kalınlığındaki düzensizlik, mukavemeti olumsuz yönde etkileyebilir. Bu nedenle, mukavemetin artırılması hedefleniyorsa sadece genetik seleksiyon değil, çevresel faktörlerin standardizasyonu da göz önünde bulundurulmalıdır. Türkiye'deki bazı yerli koyun ırklarının mukavemet açısından yüksek değerlere ulaşabildiği, bu yönüyle sadece Merinos melezi genotiplerin değil, yüksek mukavemet potansiyeline sahip yerli ırkların da ıslah programlarına dahil edilmesi gerektiği önerilmektedir.

4.5 Randıman

Yapağı randımanı, kirli yapağı örneklerinin yıkama ve kurutma işlemleri sonrasında kalan temiz yapağı miktarının, başlangıç ağırlığına oranla yüzdelik olarak ifade edilmesidir.

Bu parametre, lifin ekonomik verimliliğini belirleyen temel göstergelerden biridir ve yapağı üretiminin ticari değerini doğrudan etkiler (McGregor, 2018). Temiz yapağıdaki yüksek oran, üretici açısından daha yüksek getiri anlamına gelirken; düşük randıman, fire oranının fazla olduğunu ve üretim sürecinde kalite kayıpları yaşanabileceğini işaret eder.

Türkiye'deki koyun ırklarına ilişkin geçmiş çalışmalara bakıldığında randıman değerlerinin genotipler arasında önemli ölçüde değiştiği görülmektedir. Ramlıç ve Dağlıç koyunlarında randıman oranları sırasıyla %71.6–74.6 ve %70.6–78.1 aralığında raporlanmıştır (Bağkesen & Koçak, 2010). Bu değerler, Türkiye'de elde edilen en yüksek randıman oranları arasında yer almakta ve bu ırkların yapağı verimliliği açısından önemli potansiyel taşıdığını göstermektedir.

Öte yandan Merinos kökenli genotiplerde, yapağı kalitesi yüksek olmasına rağmen, randıman oranlarının nispeten daha düşük olduğu dikkat çekmektedir. Örneğin, Orta Anadolu Merinosu**,** Karacabey Merinosu ve Ramlıç koyunlarında randıman oranları sırasıyla %55.2, %56.2 ve %62.9 olarak bildirilmiştir (Behrem & Gül, 2022). Benzer şekilde, Anadolu Merinosu ve Akkaraman ırklarında da %50.4–63.0 aralığında randıman değerleri rapor edilmiştir (Arık et al., 2003). Bu durum, Merinos ve melezlerinin daha kıvrımlı ve ince yapılı liflere sahip olması nedeniyle, kirli yapağının çevreden daha fazla toz, toprak ve organik artık tutmasıyla açıklanmaktadır (Safari et al., 2005). Özellikle ondülasyon (kıvrım) sayısının artması, lif lülelerinin birim alandaki yoğunluğunu artırmakta ve çevresel kirleticilere karşı daha duyarlı hale getirmektedir (Ozcan et al., 2021).

Buna karşılık bazı yerli ırklarda randıman değerlerinin oldukça yüksek seviyelere ulaştığı görülmektedir. Örneğin, Menemen koyununda %60.5–75.5, Akkaraman'da %57.1–69.7 ve Norduz ile Karakaş ırklarında %60'ın üzerinde randıman bildirilmiştir (Tuncer & Cengiz, 2008; Peşmen, 2012). Bu ırklarda liflerin daha kalın, daha az kıvrımlı ve daha az yapışkan yapıya sahip olması; toz ve pislik birikiminin düşük seviyede kalmasını sağlayarak temiz yapağı oranını yükseltmektedir.

Orta Anadolu Merinosu'nda yapılan farklı dönem çalışmaları ise randımanın %38.5 gibi oldukça düşük değerlere kadar inebildiğini göstermektedir (Halıcı, 2009). Bu tür varyasyonların ortaya çıkmasında genetik yapı kadar çevresel koşullar da belirleyicidir. Ahırların tozlu olması, meraların yapısı, kırkım sonrası depolama koşulları gibi unsurlar, yapağının kirli kısmındaki yükü doğrudan etkilemektedir. Ayrıca hayvanın yaşına, cinsiyetine ve vücudun hangi bölgesinden örnek alındığına bağlı olarak da randıman farklılık gösterebilir (McGregor, 2018).

Sonuç olarak, Türkiye'de yerli koyun ırklarının bazıları, yüksek randıman değerleri ile hem geleneksel dokuma hem de potansiyel endüstriyel kullanım için değerlendirmeye açıktır. Merinos melezlerinde kalite açısından avantajlar olmakla birlikte, randıman düşüklüğü bu genotiplerin ekonomik değerini sınırlandırabilmektedir. Bu nedenle, ıslah çalışmalarında hem lif kalitesi hem de randıman parametrelerinin birlikte ele alınması gereklidir. Aynı zamanda çevresel yönetim stratejilerinin de randımanı artırıcı yönde optimize edilmesi önerilmektedir.

5. SONUÇ

Türkiye, zengin koyun ırkı çeşitliliğine rağmen yapağı kalitesi açısından istenilen düzeye ulaşamamıştır. Merinos ve melez ırklar; lif inceliği, elastikiyet ve mukavemet gibi kalite özellikleriyle öne çıkarken, yerli ırklar genellikle kalın ve kaba yapılı yapağılarıyla geleneksel kullanım alanlarına yöneliktir. Lif uzunluğu ve randıman gibi özelliklerde ise bazı yerli ırkların potansiyel taşıdığı görülmektedir. Bu doğrultuda, hem kaliteli yapağı üretimini artırmak hem de yerli ırkların güçlü yönlerinden yararlanmak amacıyla genetik ıslah programlarının desteklenmesi, çevresel koşulların iyileştirilmesi ve alternatif pazar modellerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Arık, İ.Z., Dellal, G., Cengiz, F., 2003. Anadolu Merinosu, Akkaraman, Ile de France x Anadolu Merinosu (F1) ve Ile de France x Akkaraman (F1) melezi koyunlarda bazı yapağı fiziksel özellikleri. Turk J Vet Anim Sci., 27, 651-656.

Arzik, Y., Kizilaslan, M., White, S. N., Piel, L. M., & Cinar, M. U. (2022). Estimates of genomic heritability and genome-wide association studies for blood parameters in Akkaraman sheep.

Atav, R., & Buğdaycı, B. (2022). Türkiye'de Kaliteli Yapağı Verimine Sahip Koyun Irkı Eldesinde Merinoslaştırma Faaliyetlerinin Geçmişi, Bugünü Ve Geleceğine Genel Bakış Ve Türk Merinosu (Karacabey Merinosu) Irkının Yapağı Özelliklerine İlişkin Önceki Çalışmalar. Journal of Textiles & Engineers/Tekstil ve Mühendis, 29(127).

Bağkesen, Ö., Koçak, S., 2018. Ramlıç ve Dağlıç koyunlarında kırkım sonu canlı ağırlık, yapağı verimi ve özellikleri. Kocatepe Vet J., 11(2), 148-155.

Behrem, S. (2021). Estimation of genetic parameters for pre-weaning growth traits in Central Anatolian Merino sheep. Small Ruminant Research, 197, 106319.

Behrem, S., & GÜL, S. (2022). Effects of age and body region on wool characteristics of Merino sheep crossbreds in Turkey. Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences, 46(2), 235-247.

Behrem, S., Tuncer, S. S., & Şenyüz, H. H. (2022). Comparison of reproductive performance, live weight, survivability, and fleece characteristics of indoor-raised Central Anatolian Merino and Malya sheep. Revista Brasileira de Zootecnia, 51.

Çolakoğlu, N., Özbeyaz, C. 1999. Akkaraman ve Malya koyunlarının bazı verim özelliklerinin karşılaştırılması. Tr. J. of Veterinary Animal Sciences, 23, 351-360.

Dağ, B., 1996. TİGEM Gözlü Tarım İşletmesi'nde Yetiştirilen Akkaraman ve İvesi Sürülerinde Süt ve Yapağı Verimi Özelliklerini Etkileyen Bazı Faktörlerin Parametrelerinin Tahmini. Fen Bil. Ens. Zootekni Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Konya.

Dellal,G., Söylemezoğlu, F., Etikan, S., Erdoğan, Z., 2000. Anadolu Merinosu koyunlarının bazı yapağı özellikleri üzerine bir araştırma. Tarım Bilimleri Dergisi,6(2): 48-53.

Demir, H., 1995. Ramlıç ve Dağlıç koyunlarının melezlenmesi ile elde edilen çeşitli genotiplerin karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 21 (1) 131-141.

Elibol, M., Dağ, B., 2004. Ereğli Koyunculuk Üretme İstasyonunda Yetiştirilen Akkaraman, İvesi ve İvesi x Akkaraman Melezi (F1 ve IG1) Koyunlarında Kırkım Sonu Canlı Ağırlık ve Bazı Yapağı Verim Özelliklerini Etkileyen Faktörlerin Parametrelerinin Tahmini. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 18(34): 1-10.

Erol, H., Akçadağ, H. İ., 2009. Halk elinde yetiştirilen karagül koyun sürülerinde bazı verim özellikleri. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 49(2): 91-104.

FOA. (2021). Erişim Adresi: https://www.fao.org/faostat/en/# data/QCL. Erişim Tarihi:21.06.2025

Garip, M., Coşkun, B., Polat, E., S., Yılmaz, A., Tekin, M., E., Çağlayan, T., Kılıç, N., 2010. Kangal Akkaraman Koyunlarında Yapağı Özellikleri. Eurasian J Vet Sci, 26, 2, 93-99.

Gürgen, S., 2008. Tokat Yöresinde Yetiştirilen Karayaka Koyunlarında Yapağı Verimi ve Bazı Fiziksel Yapağı Özelliklerinin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 47 s. Tokat.

Halıcı, İ., 2009. Eskişehir yöresinde halk elinde yetiştirilen Anadolu merinoslarının ilk kırkım yapağı verimi ve kalitesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 46 s.

https://data.tuik.gov.tr Erişim Tarihi:21.06.2024

Joy, A., Dunshea, F. R., Leury, B. J., Clarke, I. J., Digiacomo, K., & Chauhan, S. S. (2020). Resilience of small ruminants to climate change and increased environmental temperature: A review. Animals, 10(5). https://doi.org/10.3390/ani 10050867

Kizilaslan, M., Arzik, Y., White, S. N., Piel, L. M., & Cinar, M. U. (2022). Genetic Parameters and Genomic Regions Underlying Growth and Linear Type Traits in Akkaraman Sheep. Genes, 13(8), 1414.

Koyuncu, M., Tuncel, E., Ferik, A., 1996. Anadolu Merinosu, Kıvırcık, Türkgeldi koyunlarının yapağı verim ve özellikleri üzerine bir araştırma. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12, 101-108.

Küçük, M., Yılmaz, O., Ateş, C., T., 2000. Morkaraman, Hamdani ve Karagül Yapağılarının Halı Tipi Yapağı Özelliklerine Göre Değerlendirilmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 11(2): 54-59.

McGregor, B. A. (2018). The quality of cashmere and other animal textile fibres. *Textile Institute Professional Publications*.

McGregor, B. A. (2020). Fibre diameter: Its importance and variation in natural animal fibres. *Small Ruminant Research*, 184, 106035.

Oğan, M., 1994. Karacabey Merinoslarında Önemli Verim Özelliklerinin Seleksiyonla Geliştirme Olanakları 1. Çeşitli Özellikler Bakımından Performans Düzeyleri. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 34 (1-2) 47-58.

Peşmen, G., 2012. Menemen Koyununa Ait Yapağıların Morfolojik, Fiziksel ve Elementel Olarak İncelenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı Doktora Tezi, 169 s.

Sabri, G. Ü. L., Keskin, M., Biçer, O., Gündüz, Z., & Behrem, S. (2020). Effects of different lambing season on some reproductive characteristics of ewes and growth performance of lambs in Awassi sheep. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 60(1), 32-36.

Safari, E., Fogarty, N. M., & Gilmour, A. R. (2005). A review of genetic parameter estimates for wool, growth, meat and reproduction traits in sheep. *Livestock Production Science*, 92(3), 271-289.

TAŞKIN, T., & KANDEMİR, Ç. (2022)Türkiye'de koyun ırklarının mevcut durumu ve geleceği: Ege Bölgesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 59(3), 485-498.

Tuncer, S. S., Cengiz, F., 2008. Norduz ve Karakaş koyunlarında kıl follikülü ile yapağı özellikleri arasındaki ilişkiler. 6. Zootekni Bilim Kongresi, 24-26 Haziran, Erzurum

Tuncer, S. S., Cengiz, F., 2018. Akkaraman, Anadolu Merinosu, Ile de France X Akkaraman (G1) ve Ile de France x Anadolu Merinosu (G1) Melezlerinde Yapağı Verim ve Özellikleri. YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi, 28(3):353-357.

Uzun Kara, H. Ş., 2008. Türkiye Yerli Koyun Irkları İle Bazı Melez Koyun Genotiplerinin Yapağı Özellikleri ve Yapağının Sanayide Kullanılabilirliği Üzerine Bir Araştırma. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı Doktora Tezi.126 s, Bursa.

Yalçın, B. C., Müftüoğlu, S., Yurtçu, B., 1972. Konya merinoslarında önemli verim özelliklerinin seleksiyonla geliştirilme imkânları. I. Çeşitli özellikler bakımından performans seviyeleri. A. Ü. Vet. Fak. Dergisi 19 (1-2): 227-255.

Yılmaz, O. ve Denk, H., 2004. Norduz koyunlarının yapağı verimi ve özellikleri. Veteriner Bilimleri Dergisi, 20:(3), 81-85.

Yilmaz, O., & Wilson, R. T. (2012). The domestic livestock resources of Turkey: Economic and social role, species and breeds, conservation measures and policy issues. Livestock Research for Rural Development, 24(9), 157.

Yilmaz, O., Kizilaslan, M., Arzik, Y., Behrem, S., Ata, N., Karaca, O., ... & Cemal, I. (2022). Genome-wide association studies of preweaning growth and in vivo carcass composition traits in Esme sheep. Journal of Animal Breeding and Genetics, 139(1), 26-39.

Yüceer, B., Akçapınar, H., Özbaşer, F., T., 2010. Acıpayam Koyunlarında Canlı Ağırlık ve Yapağı Özellikleri. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 50 (2) 73-80.

Zeder, M. A. (2008). Animal domestication in the Zagros: an update and directions for future research. MOM Éditions, 49(1), 243-277.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

RUMİNANTLARDA SÜRÜ SAĞLININ KORUNMASINDA BAKTERİYOFAJLARIN KULLANIM ALANLARI.

İlyas Mete BOYDAK
Department of Internal Medicine, Institute of Health Science, University of Erciyes, Talas, Kayseri 38280, Türkiye
ORCID: ID/0009-0001-4285-9679

ÖZET
Dünya genelinde yaklaşık 3,85 milyar evcil ruminant (1,55 milyar sığır, 1,2 milyar koyun ve 1,1 milyar keçi) bulunmaktadır ve insanlar protein ihtiyacının yaklaşık %50'sini bu hayvanlardan karşılamaktadır. Hayvancılıkta sürdürülebilirliğin temelini sağlıklı yavru elde edilmesi oluştururken, neonatal dönemde meydana gelen ölümler üretimin devamlılığı açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Neonatal ölüm oranları koyunlarda %15'e, sığırlarda ise %10'a kadar ulaşmakta olup, bu kayıpların %30–40'ı enfeksiyöz etkenlere bağlı gelişmektedir.
Geleneksel koruyucu hekimlik uygulamaları (ahır ve çevre dezenfeksiyonu, aşılama ve antibiyotik kullanımı) enfeksiyonlarla mücadelede temel araçlar olmakla birlikte, sahadan elde edilen veriler bu yöntemlerin çoğu zaman yetersiz kaldığını göstermektedir. Bu doğrultuda, alternatif yaklaşımlar arasında yer alan bakteriyofaj uygulamaları dikkat çekmektedir.
Bakteriyofajlar uzun süredir bilinen viral ajanlar olmakla birlikte, memeli konaklardaki immün sistem ile olan etkileşimleri hâlen tam olarak aydınlatılamamıştır. Fajların terapötik amaçla yüksek dozda verilmesi durumunda immün yanıt oluşturduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Konak bakterilerin bulunmadığı ortamlarda bu yanıtın sonucu olarak fajların bağışıklık sistemi tarafından hızla elimine edilmesi istenilen profilaktik etkinin zayıflamasına yol açmaktadır. Ancak bu durum, fajların profilaktik etkinliğini azaltmakla birlikte, immün modülatör potansiyelinin varlığını da ortaya koymaktadır. Fajların immün sistemle olan ilişkisine dair mevcut belirsizlikler, terapötik ve profilaktik uygulamalarda dozaj, uygulama yolu ve zamanlamaya dair stratejilerin oluşturulmasını zorlaştırmaktadır.
Bu derlemede, bakteriyofajların enfeksiyöz neonatal kayıpların önlenmesindeki profilaktik potansiyeli; klasik koruyucu hekimlik yöntemleri ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş, immun sistemi aktive etme kapasiteleri tartışılmış ve bu yeni yaklaşımın güçlü ve sınırlayıcı yönleri ortaya konulmuştur. Elde edilen bulgular doğrultusunda, faj temelli profilaksilerin, klasik uygulamaların tamamlayıcısı ya da alternatifi olarak kullanılabilme potansiyeli incelenmiştir.
Anahtar Kelimeler: Bakteriyofaj, sürü sağlığı, ruminant

BACTERIOPHAGE APPLICATIONS IN MAINTAINING HERD HEALTH IN RUMINANTS

ABSTRACT
There are approximately 3.85 billion domesticated ruminants live on Earth (1.55 billion cattle, 1.2 billion sheep, and 1.1 billion goats), and these animals supply close to 50% of the total protein intake in the human diet on a global scale. While sustainable livestock production fundamentally relies on the successful rearing of healthy neonates, neonatal mortality presents a significant threat to this continuity.. Neonatal mortality rates can reach up to 15% in sheep and 10% in cattle, with 30–40% of these losses attributed to infectious agents.
Although conventional preventive veterinary practices (such as environmental sanitation, vaccination, and antibiotic use) are widely implemented to control infectious diseases, field observations indicate that these methods are often insufficient in fully preventing neonatal losses. This has prompted growing interest in bacteriophage-based approaches as alternative or complementary prophylactic strategies
Bacteriophages, while discovered over a century ago, still present unresolved questions regarding their interactions with the mammalian immune system. This gap in knowledge poses challenges in optimizing their therapeutic use, particularly in terms of dosage, application method, and timing.

Recent studies have shown that bacteriophages, especially when administered in high concentrations, can activate host immune responsesIn the absence of their bacterial hosts, bacteriophages are often rapidly eliminated by components of the host immune system, which may significantly reduce their prophylactic efficacy. However, this immune activation also highlights their potential as immunomodulatory agents.

In this review, the prophylactic potential of bacteriophages in preventing infectious neonatal losses is examined in comparison with traditional preventive veterinary methods. Their capacity to stimulate the immune system is discussed, and both the strengths and limitations of this novel approach are outlined. Based on current findings, phage-based prophylaxis is evaluated as a promising complement or alternative to conventional disease prevention strategies in livestock management.

Keywords: Bacteriophage, herd health, ruminant

AI-BASED FISH DISEASE DIAGNOSIS SYSTEMS: CURRENT APPROACHES FOR EARLY WARNING AND AUTOMATIC DETECTION IN AQUACULTURE

Asst. Prof. Teoman Özgür SÖKMEN
Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Çayırlı Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü,Erzincan, Turkey
ORCID: 0000-0003-3773-6233

ABSTRACT
Infectious diseases in aquaculture remain one of the leading causes of production losses worldwide and pose a significant threat to the sustainability of fish farming systems. Traditional diagnostic techniques, which rely heavily on laboratory analysis and manual observation, are generally time-consuming, labor-intensive, and costly, resulting in delayed intervention and increased mortality. In recent years, artificial intelligence (AI)-based diagnostic systems have emerged as promising tools to address these limitations by providing rapid, automated, and more accurate disease detection. This study comprehensively reviews state-of-the-art AI approaches, including image processing, machine learning, and deep learning methods, that are being developed to detect and classify fish diseases. Current research and application examples demonstrate the potential of these systems in identifying key pathogens such as *Streptococcosis*, *Aeromonas* species, and *Ichthyophthirius multifiliis*. Additionally, the challenges related to data quality, model interpretability, and real-time implementation are discussed, as well as future perspectives emphasizing integration with smart aquaculture technologies. Ultimately, AI-based diagnostic tools have the potential to enhance disease surveillance, reduce economic losses, and improve decision-making in aquaculture through early warning systems.
Keywords: Artificial intelligence, fish diseases, image processing, machine learning, aquaculture

YAPAY ZEKÂ TABANLI BALIK HASTALIK TANI SİSTEMLERİ: SU ÜRÜNLERİNDE ERKEN UYARI VE OTOMATİK TEŞHİSE YÖNELİK GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

ÖZET
Su ürünleri yetiştiriciliğinde görülen enfeksiyöz hastalıklar, dünyada üretim kayıplarının önde gelen nedenlerinden biri olmaya devam etmekte ve balık yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliği açısından önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Laboratuvar analizlerine ve manuel gözleme dayalı geleneksel tanı yöntemleri çoğu zaman zaman alıcı, maliyetli ve yoğun iş gücü gerektiren süreçlerdir. Bu durum, hastalığın geç teşhis edilmesine, müdahalenin gecikmesine ve mortalitenin artmasına yol açmaktadır. Son yıllarda yapay zekâ (YZ) tabanlı tanı sistemleri bu sınırlamaların aşılmasında hızlı, otomatik ve daha doğru sonuçlar sağlayan umut verici araçlar olarak öne çıkmıştır. Bu çalışmada, balık hastalıklarının tespit ve sınıflandırılmasına yönelik görüntü işleme, makine öğrenmesi ve derin öğrenme yöntemlerini içeren güncel YZ yaklaşımları kapsamlı biçimde ele alınmaktadır. Güncel araştırmalar ve uygulama örnekleri, özellikle *Streptococcosis*, *Aeromonas* türleri ve *Ichthyophthirius multifiliis* gibi patojenlerin teşhisinde bu sistemlerin etkinliğini göstermektedir. Ayrıca veri kalitesi, modellerin yorumlanabilirliği ve gerçek zamanlı uygulamaya yönelik zorluklar tartışılmakta ve akıllı su ürünleri teknolojileri ile entegrasyona yönelik gelecek perspektifleri vurgulanmaktadır. Sonuç olarak, YZ tabanlı tanı araçları erken uyarı sistemleri ile hastalık takibini güçlendirerek ekonomik kayıpları azaltma ve karar verme süreçlerini iyileştirme potansiyeline sahiptir.
Anahtar Kelimeler: Yapay zekâ, balık hastalıkları, görüntü işleme, makine öğrenmesi, su ürünleri

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

VETERİNER CERRAHİDE KULLANILAN DİKİŞ VE MATERYAL SEÇİMİ

Dr. Öğretim Üyesi Özmen İSTEK
Muş Alparslan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü,
ORCİD: 0000-0002-7536-7064

ÖZET
Araştırmada; veterinerlik alanında uygulanan yaygın cerrahi prosedürler için dikiş materyali seçimini ve kullanılacak dikiş çeşitlerini etkileyen faktörleri ortaya koyarak, gelecekte konu ile ilgili yapılacak çalışmalara referans olması amaçlanmıştır.
Çalışmanın metodolojisinde; konu ile ilgili günümüze kadar yapılmış bilimsel araştırmalara ait literatür taramaları yapılmıştır. Elde edilen verilerle veterinerlik cerrahisi alanında yapılan uygulamalarda cerrahların belirli bir işlem ve dikilecek doku için uygun sütürleri seçmelerine klasik dikiş gereçlerinin yanı sıra yeni materyallerin ve özelliklerini de değerlendirmelerine olanak sunulmaya çalışılmıştır.
Sonuç olarak; Dünya giderek çeşitliliği artan dikiş materyalleri ve uygulamalarının veteriner cerrahide kullanılmasıyla olumlu ve etkili sonuçların alındığı, cerrahlar açısından konu ile ilgili üzerinde yoğun bir şekilde çalışıldığı ve gelişmekte olduğunu söylemek mümkündür.
Anahtar Kelime: Cerrahi, Dikiş ve materyalleri, Hayvan, Veteriner

SUTURE AND MATERIAL SELECTION USED IN VETERINARY SURGERY

ABSTRACT
The study aims to identify the factors that influence the selection of suture material and the types of sutures to be used for common surgical procedures in veterinary medicine, with the goal of providing a reference for future studies on the subject.
The methodology of the study involved a literature review of scientific research conducted to date on the subject. The data obtained was used to enable surgeons in the field of veterinary surgery to select appropriate sutures for a specific procedure and tissue to be sutured, taking into account not only traditional suture materials but also new materials and their properties.
In conclusion, it is possible to say that the use of increasingly diverse suture materials and techniques in veterinary surgery has yielded positive and effective results, and that surgeons are working intensively on this topic, which is still evolving.
Keywords: Surgery, Sutures and materials, Animals, Veterinary

GİRİŞ
Binlerce yıldan bu yana kullanılan dikiş materyalleri tarihsel gelişimi açısından başlangıç dönemlerinde bitki bazlı (pamuk, keten ve kenevir) ve hayvan bazlı (tendonlar, saç, kas şeritleri ve sinirler, damarlar, katgüt ve ipek) materyal formlarında kullanılmıştır. Cerrahi alanda dikiş kullanımı ilk olarak MÖ 3000 yıllarda eski Mısır'da kaydedilmiş ve belgelenen en eski dikiş uygulamasının MÖ 1100 civarında bir mumyada keşfedildiği bildirilmiştir. Yara tiplerine göre tercih edilen dikiş materyalleri hakkındaki detaylı bilgi ise, MÖ 500 Hintli hekim Sushruta tarafından yazılmıştır (Venkataram, 2012). Dikiş prosedürleri, Yunanlı Hipokrat ve daha sonrasında Romalı Aulus Cornelius Celsus tarafından tanımlandığı ifade edilmiştir. MS 2. yüzyılda Romalı hekim Galen, bağırsak dikişlerinin mekanizmasını ortaya koymuştur (David & Robert, 2011).
Uygulama açısından bakıldığında son 30 yılda mevcut dikiş çeşitliliği artmıştır. Bu durum, veteriner hekimlerin her yara için uygun dikiş ve materyali seçmelerine yardımcı olmuştur; ilgili dokunun tipik iyileşme hızının lokal koşullar ve sistemik faktörlerden etkilenebileceği göz önünde bulundurulmuştur. Veteriner Cerrahide prosedürler açısından seçilecek olan uygun dikiş materyali ve bunun uygulaması, elde edilecek başarı ya da başarısızlığın belirlenmesinde önemli bir etken olacağı vurgulanmıştır. Seçilen dikiş materyali ve uygulanacak yöntemin doğru seçilmesi, yaranın iyileşmesi süresince minimum morbidite ile korunan güvenli ve sağlam bir yara kapanmasını sağlayacağı bildirilmiştir (Rose & Tuma, 2023).

Dikiş Materyalleri

Yapısal ve Fiziksel Özellikleri

Emilebilen dikiş materyalleri, implantasyondan 60 gün sonrasında çekme mukavemetini kaybeden materyaller olarak ifade edilirler. Bu dikişler farklı sentetik polimerlerden oluşan ya da biyolojik kökenli olarak tanımlanırlar. Biyolojik kökenli emilebilir sütürler fagositoz yoluyla parçalanırken, sentetik polimerler hidrolize yolla emilirler. Hidroliz, polimerleri parçalandıktan sonra meydana gelen monomerler vücut tarafından emilerek metabolize edilir. Yaygın emilebilir sütürler arasında poliglekapron 25 (Monokril), glikomer 631 (Bio-syn), poligliton 6211 (Kaprosin), Kromik bağırsak (kromik katgüt), laktomer (Polisorb), poliglikonat (Maxon), polidioksanon (PDS), poliglaktin 910 (Vikril) ve poliglikolik asit (Dexon) bulunur. Kromik bağırsak, sığır veya koyun bağırsağından elde edilen saflaştırılmış bağ dokusundan (esas olarak kolajen) oluşan monofilament emilebilir bir sütürdür ve makrofajların fagositoz ve enzimatik sindirim yoluyla etkisi ile emilir. (Tatay & Fernández, 2021). Sütürü kaplamak için kromik tuzlar kullanılır; emilimi geciktirmek, çekme mukavemetini artırmak ve doku reaktivitesini azaltmak için uygulanırlar. Kromik bağırsak (kromik katgut) yaklaşık 60 ila 90 gün içerisinde hızlı bir şekilde tamamen emilir. Çekme direncini 7-10 gün arasında korur. Diğer emilebilir sütürlere kıyasla daha belirgin bir inflamatuar yanıt geliştirmeye eğilimi sebebiyle adhezyon geliştirmeye yatkınlığı olduğundan tavşan gibi bazı hayvan türlerinde daha az tercih sebebidirler (Tan vd., 2003).

Sentetik emilebilir sütürlerin monomer veya polimerlerden oluşmuştur. Monomer türü, sütürün emilim direncini, esnekliğini ve hızını etkileyen faktörlerdir. Günümüzde mevcut sütür materyallerinin çoğunda glikolid, laktid, p-dioksanon, ε-kaprolakton ve trimetilene karbonat gibi monomerler bulunur. Glikolid ve laktid, sütürün elde edilen direncine katkıda bulunurken, ε-kaprolakton ve trimetilene karbonat esnekliğinin artmasına katkı sağlar. P-dioksanon, sütür malzemesine orta düzeyde direnç ve esneklik sağlayarak etkilerini gösterir. Bu monomerlerin farklı oranlarda birleştirilmesiyle, belirli bir sütür malzemesinin istenen özellikleri elde edilir (D'Cunha vd., 2022).

Emilebilir sütür özelliğine sahip polidioksanon, polimerize p-dioksanondan oluşan monofilament bir yapıya sahiptir. Minimum reaksiyon özelliğine sahip bu materyal, yavaş emilim ve uzun süre çekme mukavemeti gösterir. Polidioksanon, yaklaşık 180 günde tamamen emilir. PDS'nin çekme dayanım özelliği kromik katgut, Dexon veya Vicryl'e kıyasla çok daha fazladır, ancak sentetik emilebilir dikişler arasında en zayıf düğüm güvenliğine sahip olduğu bildirilmiştir.(Guambo vd., 2020).

Emilebilir dikiş ipliği olan ε-kaprolakton, monocryl ve glikolidin segmentli blok kopolimerlerinden oluşan monofilament bir yapıya sahiptir. ε-kaprolakton ve glikolidin yumuşak segmentleri uygun kullanım özellikleri gösterirken, poliglikolidin sert segmentleri sayesinde çekme dayanımı sağlar. Monocryl, implantasyondan sonrası hızla zayıflayan bir yapıda olmasına rağmen en güçlü emilebilir dikiş materyallerinden biridir. Monocryl'in implantasyondan 14. gün sonrasında çekme dayanımının %20 - 30'u korurken, tam emilimi 90 -100 gün arasında gerçekleşir. Vicryl, kalsiyum stearat ile kaplanmış laktik asit ve glikolik asit kopolimerinden oluşan çok filamentli bir dikiş materyalidir. Örgülü yapısı iyi kullanım özellikleri sağlarken, doku direncini de artırır özelliğe sahiptir Yaklaşık 60 günde tamamen emilir yapısıyla, çekme dayanımı 2 haftada yaklaşık %75' iken, 3 haftada %50'dir. Vicryl, uzun süreli desteğe ihtiyaç duyulmayan hızlı iyileşen dokularda kullanımı için tasarlanmış bir dikiş ipliğidir (McFadden, 2021).

Maxon, glikolid ve trimetilene karbonat kopolimerleri yapısında olup monofilament bir dikiş materyalidir. Maxon'un çekme dayanımı 1. haftada yaklaşık %80 iken, 6. haftada yaklaşık %25 olup, 180. günde tam emilim gerçekleşir (Tsuzaka vd., 2025).

Sentetik polyesterlerden oluşan Biosyn; glikolid ve dioksanon segmentlerinin trimetilene karbonat ve dioksanon segmentlerinin dönüşümlü olarak yer aldığı monofilament yapıya sahip bir dikiş ipliğidir. 2. haftada çekme dayanımının yaklaşık %75'ini korurken, tam emilimi 90 - 110. günler arasında gerçekleşir (Narasimhan vd., 2023).

Glikolik asit homopolimerinden oluşan Dexon, örgülü yapıya sahip bir dikiş ipliğidir. Hızlaca emilerek çekme dayanımını kaybeder. İmplantasyondan on dört gün sonra, başlangıçtaki çekme dayanımının %20'sini korurken, 60 günde tamamen absorbe edilir (Ramalingappa & Shivaramegowda, 2021).

Glikolid, kaprolakton, trimetilen karbonat ve laktidden gibi sentetik polyesterlerden oluşan Caprosyn; emilebilen monofilament yapıda bir sütür materyalidir.12 Hızlı emilim avantajlarıyla beraber kısa süreli çekme dayanımı sağlar. Çekme dayanımını 10 günde %70 -%80 oranında kaybederek, yaklaşık 56. günde tamamen absorbe olur (Samizadeh & Samizadeh, 2024).

Polysorb, glikolid ve laktid polimerlerinden oluşan yapıya sahip örgülü bir sütür materyalidir. Kullanım özelliklerini iyileştirmek için ε-kaprolakton glikolid ve kalsiyum stearoil laktilat ile kaplanmıştır. Çekme dayanımı 2. haftada %80'nini, 3. haftada ise %30' unu korur. Tamamen absorbsiyon süreci 56 - 70 gün arasında gerçekleşir (McFadden, 2021).

Emilmeyen dikiş materyalleri, uygulanmaları sonrasında önemli bir bozulmaya uğramazlar. Uzun süreli yara desteğinin gerekli olduğu veya dikiş alınmasının beklendiği bölgelerde (deri gibi) bu tip dikiş malzemelerin kullanımına ihtiyaç duyulur. Emilmeyen dikişler de, emilebilir dikişler gibi, doğal veya sentetik liflerden oluşur. Doğal lif yapısında olanlar, şiddetli inflamatuar reaksiyonların şekillenmesine neden olma eğilimindedir. Bu nedenle, uygulamaya bağlı olarak sentetik emilmeyen dikişler tercih edilir. Veteriner cerrahisinde yaygın olarak kullanılan emilmeyen dikiş materyalleri olarak; naylon (Ethilon, Monosof, Nurolon, Supramid), polipropilen (Prolene, Surgipro, Fluorofil), paslanmaz çelik ve ipek iplikler sıralanabilir (Marsidi vd., 2020).

Emilmeyen dikiş iplikleri arasında en sık kullanılanlar ipek ipliklerdir. Kullanım özellikleri bakımında mükemmel bir düğüm güvenliğine sahip olup, örgülü yapıda bir dikiş materyalidir. Kullanımına bağlı uzun süreli implantasyon sonrasında çekme mukavemetinin önemli bir kısmını kaybetmesine rağmen dokularda önemli bir süre kaldığı için emilmeyen özellikleri ile bilinirler. Kullanımı sonrası 14. günde çekme mukavemeti kaybı %30 civarındayken, 1 yıl sonrasında ise %50 kadardır. İpek ipiğin dokularca tam olarak absorbe edilme süresi yaklaşık 2 yıldan fazladır (Fossum, 2002). Kardiyovasküler cerrahi prosedürlerinde en sık kullanılan dikiş malzemelerinden biri ipek ipliktir. Ayrıca kullanımına bağlı olarak dokularda önemli reaksiyonlar şekillenmesine yol açar. İpek iplikle atılan dikişin dokulardaki varlığı, enfeksiyona neden olmak için gereken bakteri sayısını 106'dan 103'e düşürebildiği de bildirilmiştir. (Koczoń vd., 2023). Naylon iplikler, monofilament veya örgülü dikiş materyalleri olarak bilinen mevcut sentetik, emilmeyen dikiş malzemeleridir. Yüksek düzeyde elastikiyetini koruma özelliğine sahiptir. Kırılmadan önce çok az deformasyona uğrar veya hiç uğramaz. monofilament yapıda olanlar nispeten daha serttir. Genel olarak orta düzeyde kullanım özelliklerine ve düğüm güvenliğine sahiptir, ancak minimum doku tepkisi oluştururlar. Multifilament naylon, geliştirilmiş kullanım özellikliği ile artmış kılcallığa sahiptir. Emilmeyen bir malzeme olmasına rağmen, monofilament yapıya sahip olanlar yaklaşık 2 yıl sonra çekme dayanımının %30'unu, örgülü yapıdakiler ise kullanımından 6 ay sonra çekme dayanımının %75 ini kaybeder (Joos vd., 2025).

Polipropilen sentetik, monofilament, emilmeyen bir dikiş malzemesidir. Polipropilen, benzeri dikiş materyalleri arasında en yüksek mukavemete sahiptirler ve implantasyondan sonra çekme dayanımında belirgin bir kayba uğramazlar. Fakat, polipropilen sütürlerde yaklaşık 2 ile 5 yıllık sürelerde yapılan değerlendirmelerde parçalanmalar olduğuna dair kanıtların varlığı bildirilmiştir (Yuan vd., 2021). Kusursuz denilebilecek düzeyde pürüzsüz bir yüzeye ve minimum doku direncine sahiptirler, ancak bu kaymaya ve zayıf düğüm güvenliğine yol açabilir özelliklerin ortaya çıkmasına yol açabilir (Taysi vd., 2021).

Emilemeyen dikiş materyallerinden biri olan paslanmaz çelik; krom, nikel ve molibden karışımından üretilmiş alaşımlardır. Yapısal bakımdan monofilament veya örgülü sütür formları mevcuttur. Biyolojik açıdan inert özelliğe sahiptirler ve tüm sütür malzemeleri arasında en yüksek mukavemeti gösterirler. Paslanmaz çelik sütürler son derece sert bir yapıdadırlar ve gömülü düğümler üzerinde doku hareketi olası sebebiyle dokuları kesme veya nekroza neden olma eğilimindedir (Tatalović vd., 2024).

Dikiş Materyali Uygulamaları

Veteriner cerrahisi uygulamalarında dikiş malzemelerinin en yaygın kullanım alanları bakıldığında: hemostaz, fasya ve deri kapatılması, bağırsak anastomozları ve enterotomi, ürogenital sistem cerrahisi ve daha az yaygın olarak da damar cerrahisi şeklinde sınıflandırıla bilinir. Cerrahi uygulamaları bakımından dikiş materyallerinin iyileşen dokulara destek sağlayarak yara onarımında önemli rol oynadıkları ifade edilebilir.

Dikiş malzemelerinin genel performansları değerlendirilirken; fiziksel özellikleri, kullanım özellikleri ve biyolojik özellikleri göz önünde tutulur. İdeal bir dikiş malzemesi, iyi bir kullanım özellikliğine, düğüm güvenliğine ve çekme mukavemetine sahip olarak her türlü amaç için kullanılabilir. Kullanımı açısından iyi bir dikiş materyalinin özellikleri tanımlanırken; elektrolitik olmayan, steril, ferromanyetik olmayan, kılcal olmayan, anti-alerjk, kanserojen olmayan ve bakteri üremesi için ortam oluşturmayan bir yapıya sahip olması gerektiği şeklinde ifade edilir. Ayrıca, ideal bir dikiş materyalinin büzülmeye karşı dayanıklı, minimum doku reaksiyonuyla emilebilen, yapısal özelliklerinde değişiklik olmadan kolayca sterilize edilebilen ve kullanımı bakımından ekonomik olması istenir (Marsidi vd., 2020).

Kullanım Alanları

Deri

İç organlara kıyasla deri, çok daha uzun bir iyileşme sürecine sahiptir. Bu nedenle de polipropilen veya naylon gibi monofilament yapıda emilmeyen dikiş malzemeleri ile kapatılması tercih edilir. Alternatif olarak, büyük kesilerin kapatılmasında hızı ve uygulama kolaylığını artırmak için paslanmaz çelik materyaller de kullanılabilir. Küçük hayvanlarda 2-0 ya da 4-0 polipropilen veya naylon ipliklerin kullanılması önerilir. Büyük hayvanlarda rutin deri kapatma işlemlerinde, yara boyunca gerginlik derecesine bağlı olarak 2-0 ya da 2 boyutlarında polipropilen gibi emilmeyen, sentetik bir sütür kullanımı tercih edilir.(Lekic & Dodds, 2022).

Fasya

Küçük hayvanlarda; abdominal bölgeyi kapatmak için basit ve sürekli dikiş uygulamalarının yaygın olarak kullanılması, güvenli kabul edilebilir. Uzun süreli çekme mukavemeti ve düşük doku tepkisi nedeniyle genellikle sentetik emilebilir sütür malzemeleri tercih edilir. Fasyal kapatma için uygun sütür malzemeleri olarak PDS, poliglikonat, PGA, poliglaktin 910 ve polipropilen kullanılır. Uygulanacak sütür boyutu hastanın boyutuna göre değişiklik gösterebilir. Genellikle küçük köpeklerde ve kedilerde 3-0, orta boy köpeklerde 2-0 ve büyük köpekler için 0 numara kullanılır (Dickerson & Mankin, 2025). Büyük hayvanlarda ventral orta hat kesilerini kapatmak için çok çeşitli dikiş malzemeleri ve dikiş çeşitleri kullanılmıştır. Uygulamalarda sürekli dikiş modeli sıklıkla kullanılır. Bu dikiş; kesinin uzunluğu boyunca gerginliğin daha eşit dağılması, daha az düğüm ve daha az dikiş malzemesi kullanılması gibi avantajlara sahiptir. Çapraz ve basit ayrı dikiş gibi kesikli dikiş modelleri de aynı derecede geçerliliğe sahiptir. İnsizyonel herniasyon insidansının yüksek olduğu durumlarda bu tür cerrahi dikiş kullanımı çok fazla önerilmemektedir. Kullanım açısından 3 numara poliglaktin 910 önerilirken, çift numara poliglaktin likonat gibi emilebilir monofilament bir dikiş materyalinin kullanımı da tavsiye edilmektedir. Her iki materyal de sentetik dikiş malzemeleri arasında en güçlüler arasındadır. Polipropilen gibi emilmeyen dikiş malzemeleri, kullanımlarıyla birlikte sinüs yolu oluşumu insidansını arttırması nedeniyle pek önerilmez. Büyük hayvanlarda, diğer malzemelerle kapatıldıktan sonra açılan cerrahi yaralar için paslanmaz çelik dikişlerin kullanımı önerilmektedir (van den Berg vd., 2025)

Enterotomi

Küçük hayvanlarda enterotomi uygulaması sonrasında bölgenin kapatılması için güncel öneri, sentetik emilebilir dikiş materyali kullanılması yönündedir. Uygun materyaller arasında poliglikolik asit, poliglaktin 910 ve polidioksanon sayılabilir. Bağırsak duvarının kalınlığına bağlı olarak, küçük, sıkıştırılmış konik uçlu, konik kesimli veya ters kesimli iğnelere sahip 4-0 veya 3-0 numara dikiş materyallerinin uygulanması kullanım açısından uygundur. Kolajenazların varlığında hızlı emilim potansiyeli nedeniyle kromik bağırsak materyalinin kullanımı uygun değildir (Smeak & Monnet, 2020). Atlarda pelvik fleksür enterotomileri özellikle, lümen içi yabancı cisimleri, impaksiyonları ve enterolitleri çıkarmak ve karın cerrahisi sırasında kolonun manipülasyonuna yardımcı olmak için yapılan operasyonlardır. Bölgenin kapatılması işlemi, mukoza, submukoza ve seromüsküler katmanları da içine alan, basit ve sürekli sürekli dikiş formunda, iki katman halinde yapılan bir uygulamadır. Hem 2-0 numara poliglaktin 910 hem de 2-0 cerrahi bağırsak kullanılması önerilmiştir. Poliglaktin 910'unun kullanım avantajları arasında, dikiş yeri çevresindeki doku reaksiyonunun azalması ve öngörülebilir bir emilim sağladığı ifade edilmiştir (Sinovich vd., 2020).

Bağırsak anastomozu

Küçük hayvanlarda bağırsak rezeksiyonu ve anastomozu uygulaması açısından uygulanan en basit yöntem uçtan uca anastomozdur. Uygulama sonrasında emilebilir monofilament veya multifilament yapıda materyaller kullanılmalıdır. Bağırsağın kalınlığına bağlı olarak, konik uçlu, konik kesimli veya ters kesimli iğnelere sıkıştırılmış küçük çaplı 3-0 veya 4-0 numara dikiş materyallerinin kullanımı ideal olanıdır. Polidioksanon, poliglikonat, poliglikolik asit ve poliglaktin 910 bu amaç için uygundur, ancak multifilament sütürler biraz daha fazla doku direncine sahip olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca deri zımbaları, elle dikilen anastomozlara kıyasla patlama mukavemetinde, bağırsak çapında veya iyileşmede herhangi bir azalma olmaksızın, ince bağırsak anastomozunda manuel dikişe faydalı bir alternatif olarak gösterilebilir (Regier, 2022).

Büyük hayvanlarda uygulanan bağırsak anastomozları sonrasında poliglaktin 910 veya polidioksanon daha fazla önerilir. Ancak artan doku reaksiyonu ve proteolitik enzimlerin varlığı nedeniyle cerrahi bağırsak kullanımı önerilmez. Özellikle atlarda, bölgenin kapatılmasında iki katmanlı ters çevirme desenli dikiş uygulamalarının kullanılması, şekillenecek adhezyon oluşumunun daha az görülmesine ve lümen çapının korunması nedeniyle tek katmanlı tekniklere göre üstün olduğunu gösterilmiştir. 2-0 ile 0 numara dikiş materyaliyle basit ve sürekli bir desenden dikildiği ifade edilmiştir. Zımbalama metodu; doğru kullanıldığında manuel dikişe kıyasla hızlı ve etkili bir alternatif sunabileceği ayrıca ameliyat süresini, doku manipülasyonunu ve periton kontaminasyonunu da azaltabileceği vurgulanmıştır (Rosendorf vd., 2020).

İdrar Yolu

Emilebilir dikiş materyallerinin idrar yollarında kullanım ideal kabul edilirken, emilmeyen dikiş materyalleri taş oluşumu için bir odak noktası olma olasılığını arttırır. Emilebilir dikiş malzemelerinin idrarla teması, artan hidroliz yoluyla lif mukavemetinin kaybını hızlandırabilir. Monofilament, emilebilir dikiş materyallerinin idrar yollarında kullanılmı önerilmiştir. Monofilament yapıdaki sütürlerin idrar yollarındaki avantajları sütür yüzeyine bakteri yapışmasının azalması, doku direncinin azalması ve daha küçük boyutlarda daha fazla dayanıklılık şeklinde sıralanabilir. Çok filamentli emilebilir materyallerin avantajı ise, bu dokularda daha hızlı emilim süreleridir (Savulescu vd., 2022).

Küçük hayvanlarda 7-0 boyutundaki kromik bağırsak materyallerinin kullanıldığı sıçan mesanelerinde 550 mm Hg'ye kadar patlama basıncına dayanabildiği gösterilmiştir. 5-0 veya 4-0 sentetik emilebilir poliglaktin 910 ve poliglaktin 910 sütürlerinin kullanılması önerilmektedir (Phillips, 2023).

Büyük hayvanların boyutundaki artış, boşaltım basıncında artışa da neden olmaktadır. Bu nedenle uygulamalarda 2-0 veya 1-0 numara Poliglaktin 910 veya poliglikolik asit dikiş malzemelerinin kullanımı önerilir (Fubini & Delco, 2022).

Sezaryen

Küçük hayvanlarda uterusun kapatılması genellikle 3-0 ya da 4-0 dikiş materyali kullanılarak sürekli cushing dikişiyle gerçekleştirilir. Genellikle dikiş materyali olarak Polidioksanon veya poliglikonat kullanımı tavsiye edilir (Robertson & White, 2020).

Atlarda uterus kapatılması için cerrahi bağırsak dikiş materyalleri, poliglaktin 910 ve polipropilen kullanılır. 0, 1 veya 2 numara sentetik emilebilir dikiş materyali kullanılarak iki katlı bir kapatma işlemi uygulanır. Cushing, lembert veya utrecht dikiş çeşitleriyle dikilebildiği gibi basit sürekli bir cushing veya lembert kullanımı da tanımlanmıştır. Sığırlarda, tek katmanlı lembert veya utrecht dikişleri genellikle 2 veya 3 numara cerrahi bağırsak dikiş materyali kullanılarak uygulanır. 0 ila 2 numara kullanımı poliglikolik asit ve poliglaktin 910 malzemeleri için de önerilmektedir (Lanowski & von Kaisenberg, 2018).

Vasküler anastomoz ve ligasyon

Küçük hayvanlarda yapılan vasküler anastomozlarda en sık kullanılan materyaller monofilament polipropilendir, Pürüzsüz dokusu, dayanıklılığı ve inert yapısıyla vasküler cerrahi için mükemmel bir tercih haline getirmiştir. İğneleri preslenmiş 5-0, 6-0 veya 7-0 dikiş malzemeleri tercih edilse de büyük köpeklerde aort greftlerinde 4-0 önerilir.

Damar ligasyonu için küçük damarlarda 3-0 veya 4-0, büyük damarlarda ise 2-0 ila 1 emilebilir monofilament veya multifilament dikişlerin uygun olacağı ifade edilmiştir (Sadigh vd., 2025).
Büyük hayvanlara uygulanan vasküler anastomozlarda polipropilen de önerilir. Dikiş boyutu, damar çapına ve tipine bağlı olarak 6-0 ila 5-0 arasında değişiklik gösterebilir. Hemostaz için polidioksanon veya cerrahi dikiş ipliği gibi 3-0 numara emilebilir bir dikiş materyali yeterlidir.4 Atardamarlarda veya daha büyük çaplı damarlarda yapılacak uygulamalarda, güvenilir hemostazın sağlanması için çevresel bağın proksimaline uygulanan bir transfiksasyon ligatürüne ihtiyaç duyulabilir (Moritz vd., 2022).

SONUÇ

Veterinerlik açısından cerrahi işlemlerde uygulanan dikiş ve materyal seçimi, bilimsel kanıtlarla kesin olarak tanımlanmayıp bir cerrahın tercihine bağlı olabilir. Ancak, amaçlanan cerrahi müdahalenin ve beklenen iyileşmesinin özel gerekliliklerini göz önünde bulundurmak yapılan işlemin başarısı açısından önemlidir. Bu sebeple; uygulamalarda kullanılan dikiş ve malzemelerin çoğu inert olmasına rağmen, iyileşme sürecini hızlandırmak ve komplikasyonları minimize etmek için bu malzemelerin modifiye edilmesi faydalı olabilir.

KAYNAKÇA

D'Cunha, P., Pande, B., Kathalagiri, M. S., Moharana, A. K., Deepak, T. S., & Pinto, C. S. (2022). Absorbable sutures: chronicles and applications. International Surgery Journal, 9(7), 1383

David R, Robert E. Textbook of Family Medicine E Book. Elsevier Health Sciences. 2011.

Dickerson, V., & Mankin, K. T. (2025). Practical Handbook of Small Animal Soft Tissue Surgery. CRC Press

Fossum TW: Biomaterials, suturing, and hemostasis, in Fossum TW, Hedlund CS, Johnson AL (eds): (2002). Small Animal Surgery (ed 2). St. Louis, MO, Mosby Publishing, pp 43-59

Fubini, S. L., & Delco, M. (2022). Surgery of the equine urinary tract. Veterinary Clinics: Equine Practice, 38(1), 141-153

Guambo, M. P. R., Spencer, L., Vispo, N. S., Vizuete, K., Debut, A., Whitehead, D. C., et al. (2020). Natural cellulose fibers for surgical suture applications. Polymers, 12(12), 3042

Joos, D., Bartkowiak, T., Jopek, H., & Slunsky, P. (2025). Tensile strength testing in feline skin with different sizes of nylon suture material: a biomechanical in vitro study. Journal of Feline Medicine and Surgery, 27(7), 1098612X251349707).

Koczoń, P., Dąbrowska, A., Laskowska, E., Łabuz, M., Maj, K., Masztakowski, J., ... & Gruczyńska-Sękowska, E. (2023). Applications of silk fibroin in human and veterinary medicine. Materials, 16(22), 7128

Lanowski, J. S., & von Kaisenberg, C. S. (2018). The surgical technique of caesarean section: what is evidence based?. In Caesarean Section. IntechOpen

Lekic, N., & Dodds, S. D. (2022). Suture materials, needles, and methods of skin closure: what every hand surgeon should know. The Journal of hand surgery, 47(2), 160-171

Marsidi, N., Vermeulen, S. A., Horeman, T., & Genders, R. E. (2020). Measuring forces in suture techniques for wound closure. journal of surgical research, 255, 135-143

McFadden, M. S. (2021). Suture Materials. Surgery of Exotic Animals, 11-22.

Moritz, W. R., Raman, S., Pessin, S., Martin, C., Li, X., Westman, A., & Sacks, J. M. (2022). The history and innovations of blood vessel anastomosis. Bioengineering, 9(2), 75

Narasimhan, A. K., Rahul, T. S., & Krishnan, S. (2023). Revisiting the properties of suture materials: an overview. Advanced Technologies and Polymer Materials for Surgical Sutures, 199-235

Phillips, H. (2023). Urinary tract trauma. Small Animal Soft Tissue Surgery, 589-604

Ramalingappa, P., & Shivaramegowda, R. (2021). Optimizing Techniques and Suture. Current Topics in Caesarean Section, 143

Regier, P. J. (2022). Current concepts in small animal gastrointestinal surgery. Veterinary Clinics: Small Animal Practice, 52(2), 437-454

Robertson, S., & White, S. (2020). Cesarean Section. High-Quality, High-Volume Spay and Neuter and Other Shelter Surgeries, 267-280

Rose, J., & Tuma, F. (2023). Sutures and needles. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing

Rosendorf, J., Horakova, J., Klicova, M., Palek, R., Cervenkova, L., Kural, T., ... & Liska, V. (2020). Experimental fortification of intestinal anastomoses with nanofibrous materials in a large animal model. Scientific reports, 10(1), 1134

Sadigh, Y., Mechri, I., Jain, A., Gautam, A. T., Seh, H., & Volovici, V. (2025). Validation of novel microsurgical vessel anastomosis techniques: a systematic review. Journal of Reconstructive Microsurgery, 41(01), 028-036

Samizadeh, S., & Samizadeh, S. (2024). Thread types and materials. In Thread Lifting Techniques for Facial Rejuvenation and Recontouring (pp. 179-198). Cham: Springer International Publishing

Savulescu, A. F., Cîrlan, C., Blăjuţ, F. C., Iordache, M., Iordache-Petrescu, M. I., Ionescu, A. B., ... & Popa, L. (2022). Classic suturing materials overview. Industria Textila, 73(5), 574-579

Sinovich, M., Archer, D. C., Meunier, N. V., & Kelly, P. G. (2020). Ex vivo comparison of barbed sutures for pelvic flexure enterotomy in horses. Veterinary Surgery, 49(3), 487-495

Smeak, D. D., & Monnet, E. (2020). Enterectomy. Gastrointestinal surgical techniques in small animals, 187-202

Tan R, Bell R, Dowling B, et al (2003). Suture materials: composition and applications in veterinary wound repair. Aust Vet J 81:140-145

Tatalović, V., Marinković, M., Perić, R., & Belopavlović, R. (2024). Absorbable vs. non-absorbable suture: which one gives better results?. Irish Journal of Medical Science (1971-), 193(5), 2341-2348

Tatay, J. M. C., & Fernández, J. R. (2021). Veterinary Suture Handbook. Grupo Asís Biomedia SL

Taysi, A. E., Ercal, P., & Sismanoglu, S. (2021). Comparison between tensile characteristics of various suture materials with two suture techniques: An in vitro study. Clinical oral investigations, 25(11), 6393-6401

Tsuzaka, S., Konishi, Y., Mino, K., Honma, N., Kawamura, H., Yoshida, T., & Taketomi, A. (2025). Comparative strength of ligature points achieved by various surgical knot-tying techniques: an observational study using Maxon™ monofilament sutures. Surgery Today, 55(4), 600-605

van den Berg, R., Visscher, L., Menon, A. G., Deerenberg, E. B., & Tanis, P. J. (2025). Suture Techniques and Materials for Fascial Closure of Abdominal Wall Incisions: A Comprehensive Meta-Analysis. Annals of Surgery Open, 6(1), e548

Venkataram M. Acs (I) (2012). Textbook on Cutaneous and Aesthetic Surgery. Jaypee Brothers Medical Publishers Pvt. Ltd. Mysore.125-6.

Yuan, A., Ma, K., Sharifi, S., & Pineda, R. (2021). Biomechanical testing of flanged polypropylene sutures in scleral fixation. American journal of ophthalmology, 230, 134-142

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

MATHEMATICAL MODELING OF GAS SENSOR SENSING DATA WITH FICK'S SECOND LAW

Sibel ÇELİK AÇIKBAŞ
Uşak University, Engineering and Natural Sicences Faculty, Mathematics Department, Uşak, Turkey,
ORCİD: ID/ 0000-0001-8684-1406

Assoc. Prof. Dr. ALİ DENİZ
Uşak University, Engineering and Natural Sicences Faculty, Mathematics Department, Uşak, Turkey
ORCİD: ID/ 0000-0002-6514-2320

Asst. Prof. Dr. Kemal BÜYÜKKABASAKAL
Uşak University, Engineering and Natural Sicences Faculty, Electrical and Electronics Engineering Department, Uşak, Turkey,
ORCİD: ID/ 0000-0002-5803-6255

ABSTRACT
Volatile organic compounds (VOCs) are used in many industries, and long-term exposure to these harmful gases in enclosed spaces can cause occupational diseases. Therefore, it is crucial to detect VOCs using ergonomic and economical methods. Chemical sensors are used to detect these gases, which are extremely harmful to human and environmental health. In this study, the experimental data of organic-based chemical sensors developed for the detection of some volatile organic vapors (chloroform, dichloromethane and carbon tetrachloride), which are extremely harmful to human and environmental health, are analysed. The diffusion coefficient was calculated from the experimental data obtained from the chemical sensor test results using Fick's early-time diffusion equation. This equation provides information about how much harmful gases diffuse into the organic sensor material. In this context, the diffusion coefficient values of the harmful volatile vapors were calculated to be $5.88x10^{-17}$, $4.27x10^{-17}$, and $1.38x10^{-17}$ cm^2 s^{-1} for dichloromethane, chloroform, and carbon tetrachloride, respectively. Based on these values, dichloromethane vapor diffused into the sensor material the fastest, while carbon tetrachloride vapor diffused the slowest. These results are planned to be validated and supported using some machine learning techniques.
Keywords: Gas sensor, Fick's Second Law, Mathematical Modeling.

GAZ SENSÖRÜNE AİT ALGILAMA VERİLERİNİN FICK'IN İKİNCİ YASASI İLE MATEMATİKSEL MODELLENMESİ

ÖZET
Endüstrinin pek çok alanında uçucu organik bileşikler (UOB) kullanılmakta olup kapalı ortamlarda uzun süreli bu zararlı gazlara maruziyet birçok meslek hastalığını tetiklemektedir. Bu yüzden, UOB'lerin ergonomik ve ekonomik metotlarla tespit edilmesi büyük önem arz etmektedir. İnsan ve çevre sağlığına son derece zararlı bu gazların tespitinde kimyasal sensörler kullanılmaktadır. Bu çalışmada, insan ve çevre sağlığına son derece zararlı bazı uçucu organik buharların (kloroform, diklorometan ve karbon tetraklorür) tespiti için geliştirilen organik bazlı kimyasal sensörlere ait deneysel verilerin analizi gerçekleştirilmiştir. Kimyasal sensör test sonuçlarından elde edilen deneysel verilerden, zararlı gazların organik sensör maddenin içine ne kadar difüz olduğu hakkında bilgi edinmek için Fick'in erken-zaman difüzyon denklemi kullanılarak difüzyon katsayısı hesabı yapılmıştır. Bu kapsamda, zararlı uçucu buharlara ait difüzyon katsayı değerleri diklorometan, kloroform ve karbon tetraklorür için sırasıyla $5.88x10^{-17}$, $4.27x10^{-17}$ ve $1.38x10^{-17}$ cm^2 s^{-1} olarak hesaplanmıştır. Elde edilen değerler ışığında sensör maddesinin içine en hızlı diklorometan buharı difuz olurken, karbon terarklorür buharı en yavaş difüz olmuştur. Bu sonuçların doğrulanması ve desteklenmesi için bazı makine öğrenmesi tekniklerinin kullanılması planlanmaktadır.
Anahtar kelimeler: Gaz Sensör, Fick'in İkinci Yasası, Matematiksel Modelleme.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

MATHEMATICAL MODELING OF CHEMICAL SENSOR TEST RESULT DATA AND CALCULATION OF DIFFUSION COEFFICIENT

Sibel ÇELİK AÇIKBAŞ
Uşak University, Engineering and Natural Sicences Faculty, Mathematics Department, Uşak, Turkey,
ORCİD: ID/ 0000-0001-8684-1406

Asst. Prof. Dr. Kemal BÜYÜKKABASAKAL
Uşak University, Engineering and Natural Sicences Faculty, Electrical and Electronics Engineering Department, Uşak, Turkey,
ORCİD: ID/ 0000-0002-5803-6255

Assoc. Prof. Dr. ALİ DENİZ
Uşak University, Engineering and Natural Sicences Faculty, Mathematics Department, Uşak, Turkey
ORCİD: ID/ 0000-0002-6514-2320

ABSTRACT
In this study, the test results of chemical sensors for dichloromethane, chloroform, and carbon tetrachloride gases from the class of chlorine-based aliphatic hydrocarbons, which are frequently used in industry and are harmful to human and environmental health, were selected for analysis. The diffusion coefficient was calculated using Fick's early-time diffusion equation and the experimental data obtained from the sensor test results to determine how much harmful gases diffuse into the organic sensor material. In addition, the test results for the chemical sensor in the literature for benzene, toluene, and xylene gases from the aromatic hydrocarbons class were analyzed using the same mathematical modeling, and the diffusion coefficient of these harmful gases was calculated. The purpose of this study is to compare the diffusion coefficients obtained from sensor test results using two different experimental techniques. The first of these two experimental techniques is the Quartz Crystal Microbalance (QCM) system, which is sensitive to mass variation. The second is the Surface Plasmon Resonance (SPR) technique, which is an optical system. Mathematical modeling of the chemical sensor test results obtained using these two techniques revealed the following:The diffusion coefficient values obtained from the QCM data were calculated as follows: i) $5.88x10^{-17}$, $4.27x10^{-17}$, $1.38x10^{-17}$, $6.71x10^{-17}$, $1.65x10^{-17}$, and $1.59\ x10^{-17}\ cm^2\ s^{-1}$; and ii) The diffusion coefficient values obtained from SPR data were calculated as $19.57x10^{-17}$, $11.80x10^{-17}$,$0.23x10^{-17}$, $21.40x10^{-17}$, $18.44x10^{-17}$, and $4.54\ x10^{-17}\ cm^2\ s^{-1}$ for dichloromethane, chloroform, carbon tetrachloride, benzene, toluene, and xylene, respectively. In this context, the diffusion coefficients calculated from the test results of the SPR technique using mathematical modeling were higher than those obtained using the QCM technique.
Keywords: Chemical Sensor, Diffusion Coefficient, Mathematical Modeling.

KİMYASAL SENSÖR TEST SONUÇ VERİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLENMESİ VE DİFÜZYON KATSAYISI HESABI

ÖZET
Bu çalışmada, insan ve çevre sağlığına zararlı endüstri ve sanayide çok sık kullanılan klor bazlı alifatik hidrokarbonlar sınıfından diklorometan, kloroform ve karbon tetraklorür gazlarına ait ve literatürde yer alan kimyasal sensör test sonuçları analiz edilmek üzere seçilmiştir. Sensör test sonuçlarından elde edilen deneysel veriler kullanılarak, zararlı gazların organik sensör maddenin içine ne kadar difüz olduğu hakkında bilgi edinmek için Fick'in erken-zaman difüzyon denkleminden yararlanarak difüzyon katsayısı hesabı yapılmıştır. Ayrıca, aromatik hidrokarbonlar sınıfından benzen, toluen ve ksilen gazlarına ait ve literatürde yer alan kimyasal sensör test sonuçları da aynı matematiksel modelleme kullanılarak analiz edilmiş ve bu zararlı gazlara ait difüzyon katsayısı hesabı yapılmıştır. Bu çalışmanın ana hedefi, farklı iki deneysel teknikle elde edilen sensör test sonuçlarından elde edilen difüzyon katsayılarının karşılaştırılmasıdır.

Bu iki deneysel teknikten birincisi, kütle değişimine hassas olan Kuartz Kristal Mikrobalans sistemi (KKM), diğeri ise optiksel bir sistem olan Yüzey Plazmon Rezonans (YPR) tekniğidir. Bu iki teknik ile elde edilen kimyasal sensör test sonuç verilerinin matematiksel modellenmesi sonucunda; i) KKM verilerinden elde edilen difüzyon katsayı değerleri diklorometan, kloroform, karbon tetraklorür, benzen, toluen ve ksilen için sırasıyla $5.88x10^{-17}$, $4.27x10^{-17}$,$1.38x10^{-17}$, 6.71x10-17, 1.65x10-17, $1.59 x10^{-17}$ cm^2 s^{-1} olarak hesaplanmıştır, ii) YPR verilerinden elde edilen difüzyon katsayı değerleri diklorometan, kloroform, karbon tetraklorür, benzen, toluen ve ksilen için sırasıyla $19.57x10^{-17}$, $11.80x10^{-17}$,0.23x10-17, 21.40x10-17, 18.44x10-17, $4.54 x10^{-17}$ cm^2 s^{-1} olarak hesaplanmıştır. Bu kapsamda YPR tekniği test sonuçlarından yapılan matematiksel modelleme sonucu hesaplanan difüzyon katsayıları KKM tekniğinde elde edilen sonuçlara kıyasla daha yüksek elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kimyasal Sensör, Difüzyon katsayısı, Matematiksel Modelleme.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

SCHRÖDİNGER OPERATORS ON METRC GRAPHS

Özgen EFE
Gazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara, Turkey,
ORCİD: ID/ 0000-0002-3523-7249

Assoc. Prof. Dr. Gökhan Mutlu
Gazi University, Faculty of Science, Department of Mathematics, Ankara, Turkey,
ORCİD: ID/0000-0002-0674-2908

ABSTRACT
Differential operators defined on metric graphs are known in the literature as quantum graphs. Studies on quantum graphs occupy an important place in modern Mathematical Physics. In particular, over the last two decades, the interest of mathematicians and physicists in quantum graphs has steadily increased. One of the main reasons for this is that quantum graphs have widespread applications in physics—especially quantum physics—as well as in chemistry, biology, engineering, nanotechnology, and other fields. Another reason is that research on quantum graphs is supported by a rich and novel mathematical theory. From a mathematical perspective, quantum graph theory incorporates knowledge and methods from spectral theory, ordinary and partial differential equations, graph theory, combinatorics, and mathematical physics. In this study, the concept of a metric graph will first be introduced. For this purpose, the necessary basic notions from graph theory will be provided, and the fundamental properties of metric graphs will be explained. Subsequently, the steps required to define the Schrödinger differential operator on a metric graph will be presented. By introducing the vertex conditions used in the literature, the domain of the operator will be determined specifically for the standard (Neumann–Kirchhoff) vertex conditions, and its self-adjointness will be demonstrated. Furthermore, the properties required for general vertex conditions to define a self-adjoint Schrödinger operator on a metric graph will be examined.
Keywords: Metric graph, differential operator, Schrödinger operator, quantum graph

METRİK GRAFLAR ÜZERİNDE SCHRÖDİNGER OPERATÖRLERİ

ÖZET
Metrik graflar üzerinde tanımlanan diferansiyel operatörler literatürde kuantum graflar olarak bilinmektedir. Kuantum graflar ile ilgili çalışmalar modern Matematiksel Fizik alanında önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle son 20 yılda matematikçiler ve fizikçilerin kuantum graflar üzerindeki ilgisi giderek artmaktadır. Bunun en önemli nedenlerin biri kuantum grafların başta fizik-özellikle kuantum fiziği-olmak üzere kimya, biyoloji, mühendislik, nanoteknoloji, vb. alanlarda oldukça yaygın uygulamalara sahip olmasıdır. Bir diğer neden ise kuantum graflar ile ilgili çalışmaların zengin ve yeni bir matematiksel teoriye sahip olmasıdır. Matematiksel açıdan kuantum graf teorisi; spektral teori, adi ve kısmi diferansiyel denklemler, graf teori, kombinatorik ve matematiksel fizik konularından bilgi ve yöntemler içerir.
Bu çalışmada ilk olarak metrik graf kavramı tanıtılacaktır. Bu amaçla graf teori ile ilgili gerekli temel kavramlar verilecek, metrik grafların temel özellikleri açıklanacaktır. Ardından bir metrik graf üzerinde Schrödinger diferansiyel operatörünü tanımlamak için gerekli adımlar açıklanacaktır. Literatürde kullanılan köşe koşulları verilerek özel olarak standart (Neumann-Kirchoff) köşe koşulları için operatörün tanım bölgesi belirlenecek ve self-adjoint olduğu gösterilecektir. Daha sonra bir metric graf üzerinde self-adjoint bir Schrödinger operatörü tanımlamak için genel köşe koşullarının hangi özelliklere sahip olması gerektiği incelenecektir.
Anahtar kelimeler: Metrik graf, diferansiyel operatör, Schrödinger operatörü, kuantum graf

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

SAFETY ASSESSMENT OF DISPLAY HEAD ASSEMBLY DESIGN

Tutku ÖZDEN SARAY
Baskent University, Institude of Sicence, Electrical and Electronics Engineering Department, Ankara, Turkey
ORCID: ID/0009-0008-0335-5567

Murat ÜÇÜNCÜ
Baskent University, Institude of Sicence, Electrical and Electronics Engineering Department, Ankara, Turkey
ORCID: ID/0000-0002-2113-1398

ABSTRACT
The reliability and safety avionics systems have to be ensured for flight operations. This study conducted a comprehensive safety assessment of a Display Head Assembly (DHA) design located in a Large Area Display (LAD) equipment and performs the display function. This assessment focuses on the functional reliability of the DHA and its compliance with defined aviation safety standards, particularly those of civil aviation authorities. This assessment employs a variety of analytical methods, including Functional Hazard Analysis (FHA), Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis (FMECA) and Fault Tree Analysis (FTA) to systematically evaluate the failure modes of the DHA's primary function and their effects. Quantitative risk analysis based on standardized failure rates enables the determination of system reliability and safety integrity. The results demonstrate that the DHA meets the required safety objectives while also highlighting areas for potential design improvements. This study contributes to the improvement of flight safety by providing a structured framework for the early-stage safety assessment of the DHA in avionics display systems.
Keywords: Avionics system safety, FMECA, FTA, DHA, LAD

EKRAN BAŞLIĞI TERTİBATI TASARIMININ GÜVENLİK DEĞERLENDİRMESİ

ÖZET
Aviyonik sistemlerde, uçuş operasyonları için güvenilirliğin ve emniyetin sağlanması gerekli̇dir. Bu çalışma, Large Area Display (LAD) ekipmanında yer alan ve gösterim işlevini yerine getiren Display Head Assembly (DHA) tasarımının kapsamlı bir emniyet değerlendirmesini gerçekleştirmiştir. Bu değerlendirme, DHA'nın fonksiyonel güvenilirliğine ve özellikle sivil havacılık otoritelerinin tanımladığı havacılık emniyet standartlarına uyumuna odaklanmaktadır. Değerlendirmede, DHA'nın temel işlevinin hata türlerini ve bu hataların etkilerini sistematik olarak analiz etmek için Fonksiyonel Tehlike Analizi (FHA), Hata Türleri, Etkileri ve Kritiklik Analizi (FMECA) ve Hata Ağacı Analizi (FTA) gibi çeşitli analitik yöntemler kullanılmıştır. Standartlaştırılmış hata oranlarına dayalı nicel risk analizi, sistem güvenilirliğinin ve emniyet bütünlüğünün belirlenmesine imkân sağlamaktadır. Sonuçlar, DHA'nın gerekli emniyet hedeflerini karşıladığını göstermekle birlikte, potansiyel tasarım iyileştirmeleri için alanları da ortaya koymaktadır. Bu çalışma, aviyonik gösterge sistemlerinde DHA'nın erken aşama emniyet değerlendirmesi için yapılandırılmış bir çerçeve sunarak uçuş emniyetinin artırılmasına katkı sağlamaktadır.
Anahtar kelimeler: Aviyonik sistem güvenliği, FMECA, FTA, DHA, LAD,

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

$HfPbO_3$ KRİSTALİNİN YOĞUNLUK FONKSİYONELİ TEORİSİ İLE İNCELENMESİ

Lect. Emine KALE AYDIN
Van Yuzuncu Yil University, Turkey
ORCID NO: 0000-0002-0710-0173

Prof. Dr. Emel KILIT DOGAN
Van Yuzuncu Yil University, Turkey
ORCID NO: 0000-0001-7609-7206

Prof. Dr. Sinem ERDEN GULEBAGLAN
Van Yuzuncu Yil University, Turkey
ORCID NO: 0000-0001-9446-2211

ÖZET
Bu çalışmada $HfPbO_3$ kristalinin yapısal, elektronik, elastik ve optik özellikleri teorik olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalar, Yoğunluk Fonksiyonel Teorisine (YFT) dayalı olarak Genelleştirilmiş Gradyent Yaklaşımı (GGY) altında ABINIT bilgisayar programı ile yapılmıştır. İlk olarak yapılacak hesaplama ve optimizasyonlarda kullanılacak olan kesme enerjisi ve k noktalarının sayısı hesaplanmıştır. Kesme enerjisi 40 Hartree olarak, k noktaları sayısı ise 8x8x8 Monkhorst-Pack bölümlemesi altında 20 olarak bulunmuştur. Ardından $HfPbO_3$ kristalinin literatürde bulunan tek değeri olan örgü parametresi değeri alınarak hacim optimizasyonu yapılmıştır. Hacim optimizasyonu ile $HfPbO_3$ kristalinin teorik örgü parametresi, temel durumdaki toplam enerjisi, basınç-hacim ilişkisi hesaplanmıştır. Teorik olarak elde edilen örgü parametresi (8.0287 Bohr) literatürdeki örgü parametresi değerine (7.8527 Bohr) oldukça yakındır. Kristalin temel durumdaki toplam enerji değeri -126.38 Ha olarak hesaplanmıştır. Hacmi ise 517.53 $Bohr^3$ olarak hesaplanan bu kristalin basınç hacim grafiği beklenildiği şekilde ters orantılı olarak elde edilmiştir. Ardından $HfPbO_3$ kristalinin elektronik özellikleri çalışılmıştır. Elektronik band yapısı grafiği ile toplam ve kısmi durum yoğunluğu grafikleri çizdirilerek, $HfPbO_3$'ün 2.17 eV değerinde indirekt geçişli yasak band aralığına sahip bir yarıiletken olduğu ortaya konulmuştur. Elastik özelliklerine bakıldığında ise yüksek Poisson oranı ve esneklik katsayısı değerleri $HfPbO_3$ kristalinin esnek bir yapıda olduğunu ortaya koymuştur. Debye sıcaklığının değeri (168.33 K) ise kristalin yüksek termal iletkenlik özelliğine sahip olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada son olarak $HfPbO_3$ kristalinin optik özellikleri üzerine odaklanılmıştır. Kristalin kompleks dielektrik fonksiyonu hesaplanmış ve grafiği çizdirilmiştir. Bu veriler kullanılarak, kristalin yansıma, soğurma özellikleri ile kırılma indisi ve sönüm katsayısı gibi optik özellikler ortaya konulmuştur.
Anahtar Kelimeler: DFT, Elektronik Özellikler, $HfPbO_3$, Optik Özellikler

INVESTIGATION OF $HfPbO_3$ CRYSTAL BY DENSITY FUNCTIONAL THEORY

ABSTRACT
In this study, the structural, electronic, elastic and optical properties of $HfPbO_3$ crystal are theoretically calculated. The calculations are based on Density Functional Theory (DFT) under the Generalised Gradient Approximation (GGA) using the ABINIT computer program. Firstly, the cut-off energy and the number of k points to be used in the calculations and optimisations were calculated. The cut-off energy was found to be 40 Hartree and the number of k points was found to be 20 under 8x8x8 Monkhorst-Pack partitioning. Then, volume optimisation was performed by taking the value of the lattice parameter of $HfPbO_3$ crystal, which is the only value found in the literature. With the volume optimisation, the theoretical lattice parameter, total energy in the ground state pressure-volume relationship of the $HfPbO_3$ crystal were calculated. The theoretically obtained lattice parameter (8.0287 Bohr) is very close to the lattice parameter value in the literature (7.8527 Bohr).

The total energy value of the crystal in the ground state was calculated as -126.38 Ha. The pressure-volume graph of this crystal, whose volume was calculated as 517.53 $Bohr^3$, was obtained inversely proportional as expected. The electronic properties of $HfPbO_3$ crystal were then studied. By plotting the electronic band structure graph and total and partial density of states graphs, it was revealed that $HfPbO_3$ is a semiconductor with an indirect transition forbidden band gap of 2.17 eV. In terms of elastic properties, high Poisson's ratio and elasticity coefficient values revealed that $HfPbO_3$ crystal has an elastic structure. The value of Debye temperature (168.33°K) shows that the crystal has high thermal conductivity. In this study, we finally focused on the optical properties of $HfPbO_3$ crystal. The complex dielectric function of the crystal was calculated and plotted. Using these data, the optical properties of the crystal such as reflection, absorption, refractive index and extinction coefficient were determined.
Key Words: DFT, Electronic Properties, $HfPbO_3$, Optical Properties

GİRİŞ

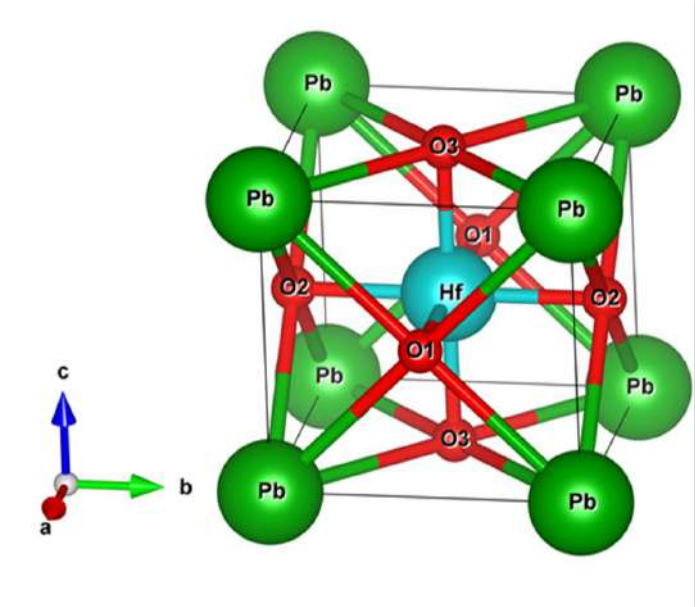
Perovskit oksitler, çeşitli fiziksel özellikleri nedeniyle çeşitli yüksek teknoloji uygulamaları için önemlidir. Özellikle yüksek kapasiteli bellek hücreleri, optoelektronik cihazlarda kullanım alanları bulunmaktadır [1]. Bu nedenle de pek çok teorik ve deneysel çalışmaya perovskite yapılar araştırma konusu olmuştur. Renthlei ve ark. yoğunluk fonksiyonel teorisini (DFT) kullanarak kurşun perovskite $PbXO_3$'ün (X = Ti, Zr ve Hf) yapısal, elektronik, mekanik, termodinamik ve termoelektrik özelliklerini araştırmışlardır. $PbTiO_3$ ve $PbHfO_3$ kristallerinin yüksek sıcaklıkta çalışabilen potansiyel termoelektrik malzemeler olduğunu göstermişlerdir [2]. Arkhipov ve ark. Gibbs enerji yaklaşımı ile termodinamik faz geçişlerini incelemişlerdir [3]. Lou ve ark. Kurşun katkılı $SrHfO_3$ kristalinin yapısal, elektronik ve optik özelliklerini yoğunluk fonksiyoneli teorisi ve Genelleştirilmiş Gradient yaklaşımı ile hesaplamışlardır [4]. Guang-Xin ve Yuan-Xu birinci prensip tekniklerini kullanarak, kübik $BaHfO_3$ ve $PbHfO_3$ (001) yüzeyleri üzerine çalışmışlardır. Yüzey enerjisi hesaplamaları, $PbHfO_3$ (001) yüzeyinin $BaHfO_3$'e göre daha kolay inşa edilebildiğini göstermiştir [5]. Fujishita ve ark. $PbHfO_3$ kristalinin antiferroelektrik fazda ve kübik fazda 10 ile 500 °K arasında toz nötron kırınımı kullanarak yapısal analizini gerçekleştirmişlerdir [6]. Wei ve ark. $PbHfO_3$ antiferroelektrik seramiklerde enerji depolama ve şarj-deşarj performanslarını deneysel olarak inceleyerek ortaya koymuşlardır [7]. Dernier ve Remeika $PbHfO_3$ ve $CdHfO_3$ perovskite bileşiklerinin sentezi ve simetri dönüşümleri üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir [8]. Sumara ve ark. Raman saçılması araştırmalarını saf ve Ti katkılı $PbHfO_3$ tek kristalleri üzerinde 10 ila 700 K arasındaki geniş bir sıcaklık aralığında gerçekleştirmişlerdir [9].
Bu çalışmada ABINIT paket programı kullanılarak $HfPbO_3$ perovskite kristalinin yapısal, elektronik, optik ve elastik özellikleri araştırılmıştır. Sonuçların ileride gerçekleştirilecek olan araştırmalar için bir basamak olacağı düşünülmektedir.

HESAPLAMA METODU

Kristallerin tanınması ve uygulama alanlarının belirlenebilmesi için fiziksel özelliklerini bilmek gereklidir. Bunu için de bir kristalin yapısal, elektronik, elastik, optik gibi fiziksel özelliklerini teorik olarak incelemek amacıyla çoğunlukla yoğunluk fonksiyoneli teorisine dayalı çeşitli simülasyon programları kullanılmaktadır. Bunlardan biri olan ABINIT simülasyon programı, bir kristal yapının her atomun en dıştaki elektronlarını dikkate alarak psödopotansiyel düzlem dalga metodunu kullanmaktadır [10]. Hesaplamalarda yoğunluk fonksiyoneli teorisine (YFT) dayalı yerel yoğunluk yaklaşımı (YYY) veya genelleştirilmiş gradyent yaklaşımı (GGY) ile kristallerin fiziksel özellikleri belirlenir. Bu çalışmada $HfPbO_3$ kristalinin yapısal, elektronik, elastik ve optik özelliklerinin belirlenmesinde Genelleştirilmiş Gradyent Yaklaşımı [11] kullanılmıştır. GGY hesaplamalarının psödopotansiyel uygulamasında bir düzlem-dalga baz kümesi kullanılarak Kohn–Sham denklemlerinin çözümüne ulaşılmıştır [12]. Yapısal özelliklerde Brillouin bölgesi tanımlanırken k-nokta ağı (8 × 8 × 8) olarak Monkhorst ve Pack bölümlemesi ile belirlenmiştir [13]. Dalga fonksiyonlarının kesme enerjisi 40 Hartree olarak ayarlanmıştır. Elastik sabitler, ABINIT kodunda tensör hesabı yapılarak hesaplanmıştır [14]. Ayrıca HfPbO3 kristalinin birim hücresinin değerlik elektronları Hf için [Xe] $6s^2$ $4f^{14}$ $5d^2$, Pb atomu için [Xe] $6s^2$ $4f^{14}$ $5d^{10}$ $6p^2$ ve O atomu için [He] $2s^2$ $2p^4$ olarak kabul edilmiştir. Ayrıca kristalin birim hücre yapısı VESTA bilgisayar programı kullanılarak çizilmiştir [15].

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisi ile Genelleştirilmiş Gradyent Yaklaşımı altında $HfPbO_3$ kristalinin bazı fiziksel özellikleri teorik olarak ABINIT bilgisayar programı kullanılarak hesaplanmıştır. $Pm\bar{3}m$ (No:221) uzay ve $m\bar{3}m$ nokta grubunda yer alan $HfPbO_3$ kristalinin VESTA programı ile çizilen birim hücre yapısı Şekil 1'de gösterilmektedir.

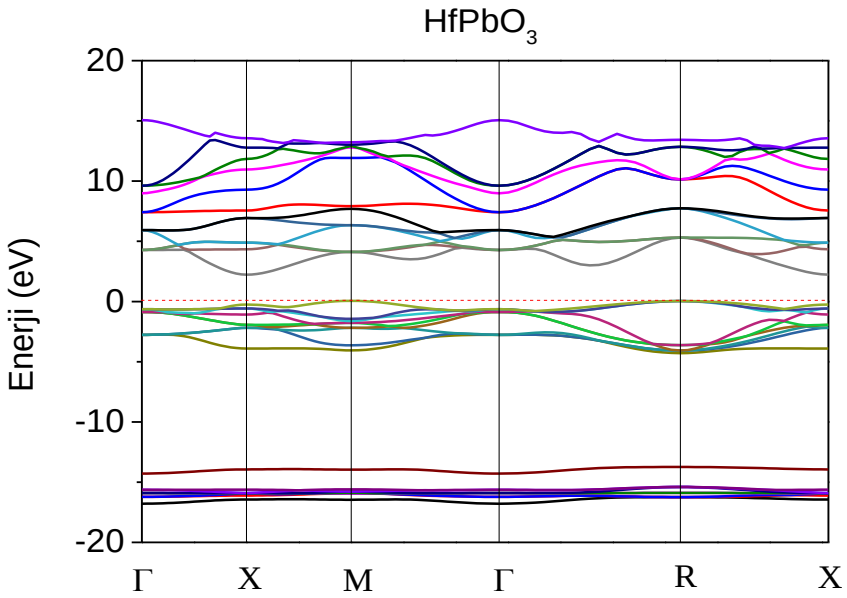


Şekil 1. $HfPbO_3$ kristalinin birim hücresi

Öncelikle kübik yapıdaki $HfPbO_3$ kristalinin yapısal özelliklerini belirleyebilmek için kesme enerjisi, k noktaları sayısı ve hacim optimizasyonu olmak üzere üç aşamalı optimizasyonlar yapılmıştır. Kesme enerjisi optimizasyonu ile kristalin toplam enerjisine karşılık kesme enerjisi değeri 40 Ha olarak elde edilmiştir. Ardından k noktaları optimizasyonu ile 8x8x8 Monkhorst-Pack ağ örgüsüne karşılık k noktalarının sayısı 20 olarak bulunmuştur. Hacim optimizasyonu yapılarak $HfPbO_3$ kristalinin temel durumdaki toplam enerji değeri -126.38 Ha olarak hesaplanmıştır. Kararlı durumdaki hacim değeri 517.53 $Bohr^3$ olarak elde edilmiş ve teorik örgü parametresi 8.0287 Bohr olarak hesaplanmıştır. Bu değerin literatürde geçen 7.8527 Bohr [16] değeri ile oldukça yakın olduğu Tablo1'de görülmektedir. Kristale ait basınç hacim grafiği çizildiğinde beklenildiği şekilde ters orantılı elde edilmiştir.

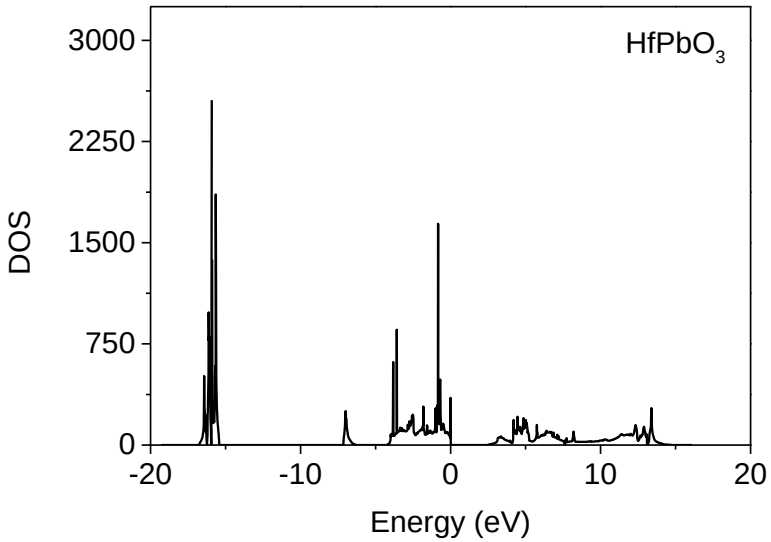
Tablo 1. $HfPbO_3$ kristali için GGA yaklaşımı altında hesaplanan bazı yapısal özellik değerleri ve literatürdeki örgü parametresi değerlerinin karşılaştırılması.

Bileşik	**Minimum Toplam Enerji (Ha)**	**Hacim ($Bohr^3$)**	**Hesaplanan Örgü Parametresi (Bohr) (Bu Çalışma)**	**Literatürdeki Örgü Parametresi (Bohr) (Jain ve ark., 2013)**
$HfPbO_3$	-126.38	517.53	8.0287	7.8527

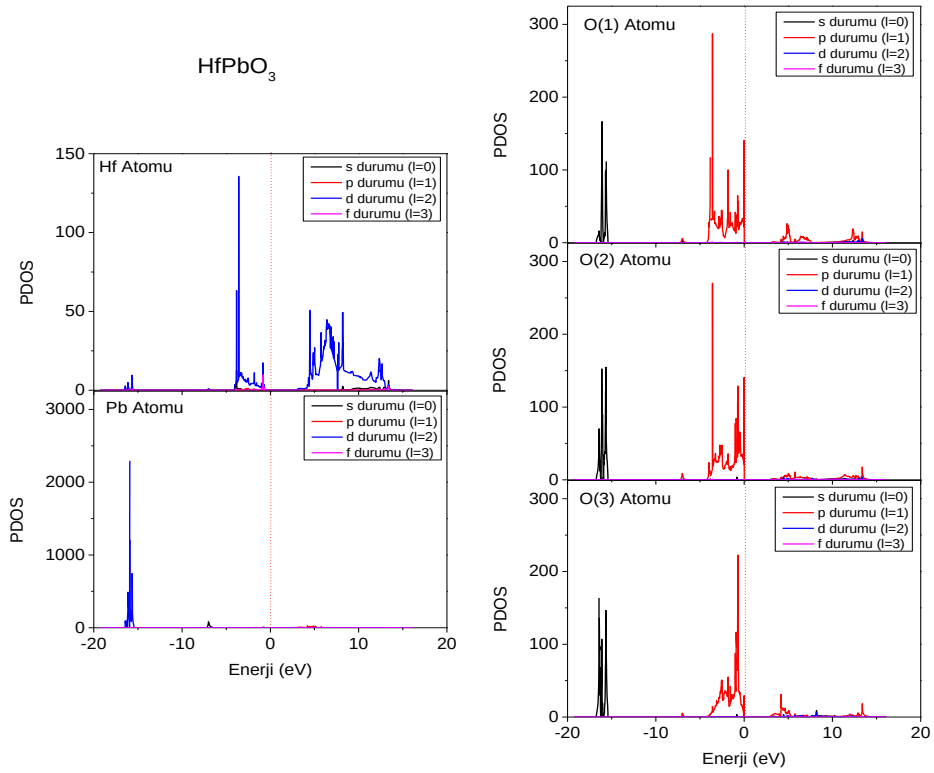


Şekil 2. $HfPbO_3$ kristalinin elektronik band grafiği

$HfPbO_3$ kristalinin elektronik özelliklerinin anlaşılması için ilk olarak elektronik band grafiği çizdirilmiştir. Elektronik band grafiği Şekil 2'de görüldüğü gibi enerjiye karşılık yüksek simetri noktalarına göre çizdirilmiştir. Enerji eV birimindedir ve $\Gamma - X - M - \Gamma - R - X$ yüksek simetri noktaları seçilmiştir. $HfPbO_3$ kristalinin 18 valans bandı bulunmaktadır. Bu çalışmada 12 tane de iletim bandı incelenmiştir. En yüksek valans band enerji değerine Fermi enerjisi denilir. Bu çalışmada Fermi enerjisi -2.50 eV olarak hesaplanmıştır. Ancak literatürde alışılageldiği şekliyle 0 eV ile çakıştırılmış ve grafikte yatay kırmızı çizgi ile belirtilmiştir. Fermi seviyesinin altında 18 tane valans bandı üstünde ise iletim bandlarından 12 tanesi gösterilmektedir. Yaklaşık -14 eV ile -16 eV enerji aralığında yer 9 tane alan valans bandı kor elektronlarına aittir. Geri kalan 9 valans bandı ise -2 eV ile Fermi seviyesi arasında yer almaktadır. Fermi seviyesi ile iletim bandı arasında yer alan kısım yasak band aralığıdır. İletim bandının en düşük enerji noktası ile valans bandının en yüksek enerjili noktası aynı yüksek simetri noktasında olmadığından bu kristal indirekt geçişli bir yasak band aralığına sahiptir. Yasak band aralığının değeri 2.17 eV ölçüldüğünden $HfPbO_3$ kristalinin yarıiletken olduğu anlaşılmaktadır.
Birim enerji aralığı başına düşen durum sayısına durum yoğunluğu denir. $HfPbO_3$ kristalinin durum yoğunluğu grafiği Şekil 3'te verilmiştir. Durum yoğunluğu grafiğinden de kristalin yasak band aralığı ve yarıiletken olduğu anlaşılmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre $HfPbO_3$ kristalinin elektronik band grafiği ile durum yoğunluğu grafiklerinin birbirleri ile oldukça uyumlu oldukları görülmektedir.



Şekil 3. $HfPbO_3$ kristalinin toplam durum yoğunluğu grafiği.



Şekil 4. $HfPbO_3$ kristali için kısmi durum yoğunluğu grafikleri

Enerji aralığı başına kristali oluşturan atomların durum sayısını belirlemek için, ya da diğer bir deyişle kristali oluşturan atomların toplam durum yoğunluğuna ayrı ayrı katkılarının incelenmesi için kısmi durum yoğunluğu grafikleri çizdirilir. Şekil 4'te $HfPbO_3$ kristali için kısmi durum yoğunluğu grafikleri görülmektedir.

İlk olarak Hf atomuna bakıldığında, valans ve iletim bandlarından katkıların olduğu ve bu katkının d durumundan kaynaklandığı görülmektedir. Pb atomunun katkısı ise kor elektronlardan d durumu ile gelmektedir. $HfPbO_3$ kristalinde yer alan üç oksijen atomunun katkıları da karakteristik olarak birbirine oldukça yakındır. Her üç O atomu için de kor elektron bölgesinden s durumu ile katkı gelmektedir. Diğer valans bandlarından gelen katkı p durumundan kaynaklanmaktadır. O atomlarından iletim bölgesine katkı yok denecek kadar az olup ağırlıklı olarak p durumundan kaynaklanmaktadır.

Tablo 2. $HfPbO_3$ kristalinin elastik sertlik katsayıları

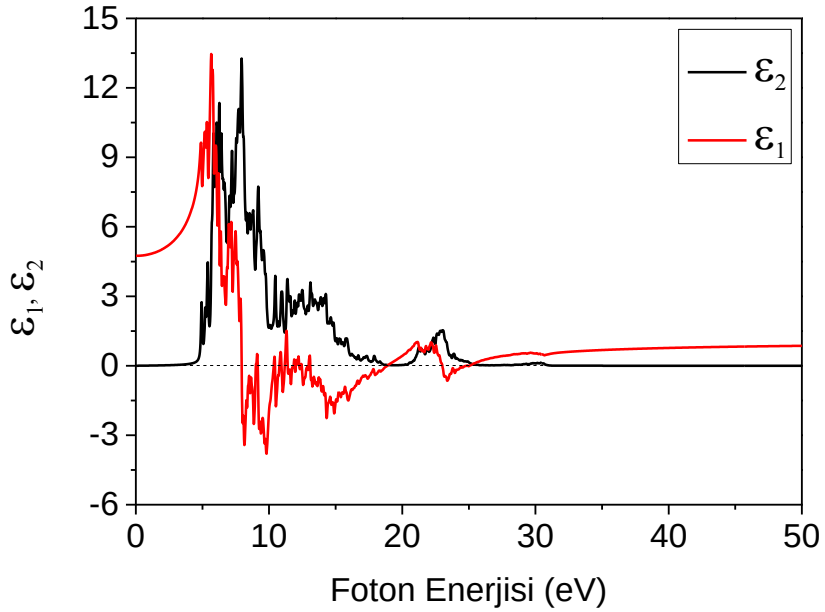
Elastik sertlik katsayıları (GPa)	**Değer**
$C_{11} = C_{22} = C_{33}$	306.07
$C_{44} = C_{55} = C_{66}$	55.27
$C_{12} = C_{21} = C_{13} = C_{31} = C_{23} = C_{32}$	76.19

Elastik özelliklerinin ortaya konulması için ilk olarak elastik sertlik (C_{ij}) ve elastik uyum (S_{ij}) katsayıları hesaplanmıştır. Bu iki katsayı tensörel olarak birbirleri ile ters orantılı ($C_{ij} = 1/S_{ij}$) olduğundan burada sadece elastik sertlik katsayıları verilmiştir. Elastik sertlik katsayıları, 81 tane bileşene sahiptir ancak simetri özelliklerinden dolayı kübik yapılarda bileşen sayısı 12 tanedir. Bunlardan 3 tanesi bağımsız bileşen 9 tanesi ise bağımlı bileşendir. Tablo 2'de elastik sertlik katsayıları verilmiştir.

Tablo 3. $HfPbO_3$ kristalinin birtakım elastik özellikleri

Elastik Özellikler			**Değer**
Voight Yığın Modülü	(B_V)	(GPa)	152.82
Reuss Yığın Modülü	(B_R)	(GPa)	152.82
Hill Yığın Modülü	(B_H)	(GPa)	152.82
Voight Kesme Modülü	(G_V)	(GPa)	79.14
Reuss Kesme Modülü	(G_R)	(GPa)	69.75
Hill Kesme Modülü	(G_H)	(GPa)	74.44
Young Modülü	(E)	(GPa)	192.13
Poisson Oranı	(v)	(-)	0.29
Esneklik Katsayısı	(K)	(-)	2.05
Debye Sıcaklığı	(Θ_D)	(K)	168.33

Elastik sertlik katsayıları kullanılarak Tablo 3'te verilen elastik özellikler hesaplanmıştır. Bu özelliklerden yığın ve kesme modülü, Voight, Reuss ve Hill olmak üzere üç yaklaşım altında hesaplanmıştır. Voight yaklaşımında elastik sertlik katsayısı, Reuss yaklaşımında elastik uyum katsayısı kullanılır. Hill yaklaşımı ise bu iki yaklaşımın ortalamasıdır. Yığın modülü kristalin hidrostatik basınca karşı dayanıklılığının bir ölçüsüdür. Her üç yaklaşımda da aynı sonuç bulunmuştur. Bu elde edilen sonuç $HfPbO_3$ kristalinin sıkıştırılabilirliğe karşı oldukça dayanıklı olduğunu göstermektedir. Kesme modülü hesaplamaları üç yaklaşımda da birbirine yakındır. Kesme modülü, bir malzemenin şekil değiştirme veya kayma gerilmesine karşı direncinin bir ölçüsüdür. Poisson oranı 0.29, esneklik katsayısı ise 2.05 olarak hesaplanmıştır. Poisson oranının kritik değeri 0.26, esneklik katsayısının kritik değeri ise 1.75'tir. Hesaplanan değerler kritik değerlerden yüksek olduğu için $HfPbO_3$ kristalinin esnek yapıda bir kristal olduğu anlaşılır. Debye sıcaklığı ise kristalin termal iletkenliği hakkında bilgi verir. Hesaplanan 168.33 K'lik Debye sıcaklığı $HfPbO_3$ kristalinin yüksek termal iletkenlik özelliğine sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

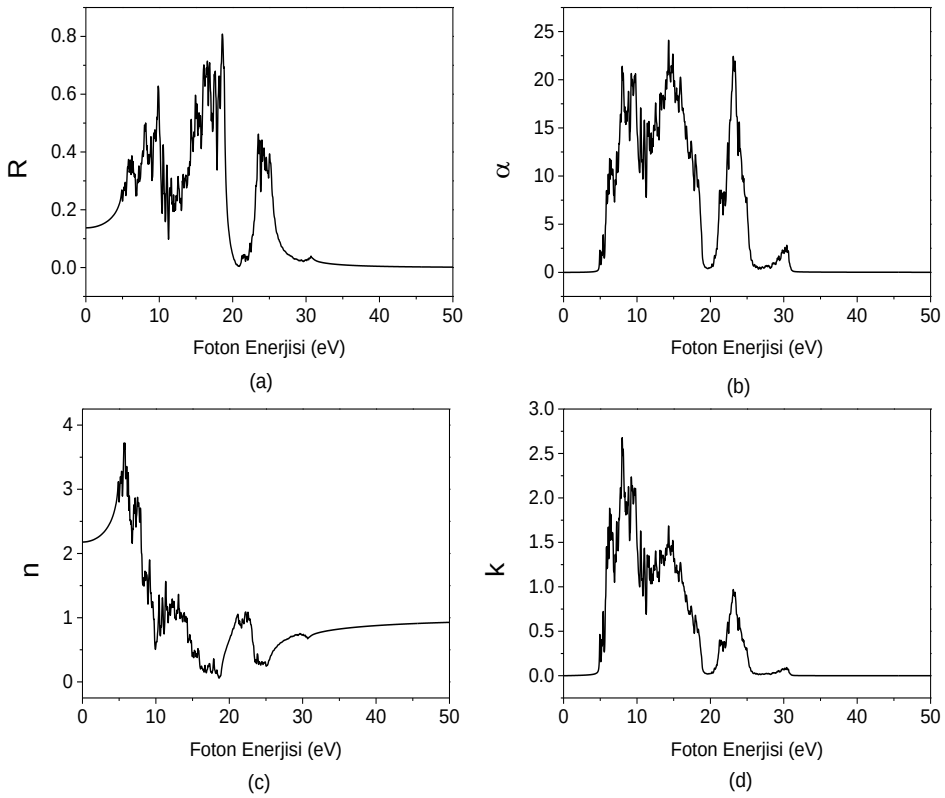


Şekil 5. $HfPbO_3$ kristalinin kompleks dielektrik fonksiyonunun reel (ε_1) ve sanal (ε_2) bileşenleri

Bu çalışmada son olarak $HfPbO_3$ kristalinin optik özellikleri çalışılmıştır. Optik özelliklerden ilk olarak kompleks dielektrik fonksiyonları hesaplanmıştır. Kompleks dielektrik fonksiyonu reel (ε_1) ve sanal (ε_2) kısımlardan oluşmaktadır ve aşağıdaki denklemdeki gibi ifade edilmektedir.

$$\varepsilon(w) = \varepsilon_1(w) + \varepsilon_2(w) \quad (1)$$

Kübik yapıdaki kristaller optik olarak izotropik olduklarından tek bir kristal doğrultusunda optik özellikleri incelemek yeterlidir, çünkü her üç doğrultudaki optik özellik ve davranışlar aynıdır. Bir kristalde kompleks dielektrik fonksiyonun reel bileşeni kristalin dağınım, sanal bileşeni ise absorpsiyon özellikleri ile ilgili bilgiler içerir. Şekil 5'te görüldüğü gibi reel bileşen sıfır ve negatif değerler alabilir. Reel bileşenin sıfır olduğu noktalar plazmon salınımlarının gerçekleştiği noktalara karşılık gelmektedir. Reel kısmın negatif değer aldığı enerji aralığında ise kristal metal gibi davranarak gelen elektromagnetik dalgaların çoğunu yansıtır. Ayrıca reel bileşen yaklaşık olarak 25.33 eV değerinden itibaren sıfır değerine yakınsar, bu da durumlar arasındaki geçişlerin artık gerçekleşmediğini gösterir. Kristalin dielektrik sabiti reel bileşenin 0 eV değerine karşılık gelir. $HfPbO_3$ kristalinin sabit dielektrik katsayısı değeri 4.75'dir. Kompleks dielektrik fonksiyonun sanal bileşenine ait grafikteki pikler optiksel geçişleri gösterir. Sanal bileşen incelendiğinde 6.26 eV ile 7.89 eV değerlerinde pikler görülmektedir, bu da bu değerlerde $HfPbO_3$ kristalinin güçlü optiksel geçişlere sahip olduğunu gösterir.



Şekil 6. $HfPbO_3$ kristalinin (a) yansıtıcılık katsayısı (R), (b) soğurma katsayısı (α), (c) kırılma indisi (n), (d) sönüm katsayısı (k) grafikleri

Kompleks dielektrik bileşenler kullanılarak bir takım optik özellikler hesaplanıp, incelenebilir. Bu çalışmada $HfPbO_3$ kristaline ait yansıtma özelliği, soğurma katsayısı, kırılma indisi ve sönüm katsayısı özellikleri incelenmiştir (Şekil 6). Yansıtma özelliği, bir malzemenin elektromanyetik enerjiyi yansıtma verimliliğidir. Şekil 6(a) da $HfPbO_3$ kristaline ait yansıtma özelliği grafiği görülmektedir. Yansıtıcılık grafiği incelendiğinde kristalin 7.90 ile 18.72 eV ve 22.95 ile 25.33 eV enerji aralığında yansıtıcılıklarının yüksek olduğu görülmektedir. Bu değerler Kompleks dielektrik katsayısının reel bileşeninin negatif olduğu (metal gibi davranarak yüksek yansıtıcılığa sahip olduğu) bölgelerle de oldukça uyumludur. Şekil 6(b) de kristalin soğurma katsayısı görülmektedir. Soğurma katsayısı, bir malzemenin foton enerjisini alarak malzemenin iç enerjisine dönüştürdüğünü gösterir. Şekil 6(c) de kırılma indisi grafiği verilmiştir. Kırılma indisi, ışığın bir malzemede nasıl yayıldığını belirler. Statik kırılma indisi ise kırılma indisinin 0 eV değerine karşılık gelir. $HfPbO_3$ kristalinin statik kırılma indisi $n_{(0)}$ 2.18'dir. Son olarak kristalin sönüm katsayısı hesaplanmış ve Şekil 6(d) de gösterilmiştir. Sönüm katsayısı, bir malzemede birim uzunluk başına emilen gelen ışık yoğunluğunun ölçüsüdür. Bu sebeple sönüm katsayısı grafiği ile soğurma katsayısı grafiklerinin benzer karakterde olması beklenir. Bu çalışmada elde edilen grafiklerden $HfPbO_3$ kristali için de soğurma ve sönüm katsayıları grafiklerinin birbirleri ile uyumlu oldukları görülmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada $HfPbO_3$ kristalinin yapısal, elektronik, elastik ve optik özellikleri Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisi ile Genelleştirilmiş Gradyent Yaklaşımı altında çalışan ABINIT programı kullanılarak hesaplanmıştır. İlk olarak, kristalin kesme enerjisi ve k noktalarının sayıları hesaplanmıştır. Bulunan bu değerler kullanılarak hacim optimizasyonu yapılmış ve $HfPbO_3$ kristalinin örgü parametresi hesaplanmıştır.

Buna ek olarak hacim optimizasyonu sonucu $HfPbO_3$ kristalinin taban durumdaki toplam enerjisi, hacmi ve basınç-hacim ilişkisi ortaya konulmuştur. Yapısal özelliklerin ardından elektronik özelliklerin ortaya konulması için kristalin elektronik band grafiği ile toplam-kısmi durum yoğunluğu grafikleri hesaplanmış ve çizdirilmiştir. Bu hesaplamalar sonucu $HfPbO_3$ kristalinin indirekt geçişli yasak band aralığına sahip bir yarıiletken olduğu anlaşılmıştır. Elastik özelliklere yoğunlaşıldığında ilk olarak elastik sertlik katsayıları hesaplanmıştır. Ardından bu değerler kullanılarak kristalin yığın, kesme ve Young modülleri ile Poisson oranı, Esneklik katsayısı ve Debye sıcaklığı hesaplanmış ve kristalin esnek yapıda olduğu ortaya konulmuştur. Son olarak optik özellikler üzerinde çalışılarak, kristalin kompleks dieletrik fonksiyonu ve yansıtma özelliği, soğurma katsayısı, kırılma indisi ve sönüm katsayısı değerleri hesaplanmıştır. Tüm bu hesaplamalar tablo ve grafiklerle ortaya konulmuş ve detaylı olarak incelenmiştir. Yapılan bu çalışmanın bu kristal üzerinde ileride yapılacak olan çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Arkhipov, N. A., Shulga, P. D., & Burkovsky, R. G. (2025). Gibbs energy approach to the thermodynamical phase diagrams of PbZrO 3 and PbHfO 3. *Physical Review B*, *111*(18), L180102.

Dernier, P. D., & Remeika, J. P. (1975). Synthesis and symmetry transformation in the perovskite compounds PbHfO3 and CdHfO3. *Materials Research Bulletin*, *10*(3), 187-192.

Eglitis, R. I. (2015). Comparative first-principles calculations of SrTiO3, BaTiO3, PbTiO3 and CaTiO3 (001),(011) and (111) surfaces. *Ferroelectrics*, *483*(1), 53-67.

Fujishita, H., Ogawaguchi, A., & Katano, S. (2008). Analysis of structures and order parameters in antiferroelectric PbHfO3 using neutron diffraction. *Journal of the Physical Society of Japan*, *77*(6), 064601-064601.

Gonze, X., Beuken, J. M., Caracas, R., Detraux, F., Fuchs, M., Rignanese, G. M., ... & Allan, D. C. (2002). First-principles computation of material properties: the ABINIT software project. *Computational Materials Science*, *25*(3), 478-492.

Guang-Xin, N., & Yuan-Xu, W. (2009). First-principles study of the (001) surface of cubic PbHfO3 and BaHfO3. *Chinese Physics B*, *18*(3), 1194-1200.

Jain, A., Ong, S. P., Hautier, G., Chen, W., Richards, W. D., Dacek, S., ... & Persson, K. A. (2013). Commentary: The Materials Project: A materials genome approach to accelerating materials innovation. *APL materials*, *1*(1).

Jankowska-Sumara, I., Kugel, G. E., Roleder, K., & Dec, J. (1995). Raman scattering in pure and Ti-doped PbHfO3 antiferroelectric crystals. *Journal of Physics: Condensed Matter*, *7*(20), 3957.

Kohn, W., & Sham, L. J. (1965). Self-consistent equations including exchange and correlation effects. *Physical review*, *140*(4A), A1133.

Luo, B., Wang, X., Zhang, Y., & Xia, Y. (2012). First principles study of structural, electronic and optical properties of Pb doped SrHfO3. *Materials Chemistry and Physics*, *133*(2-3), 857-862.

Momma, K., & Izumi, F. (2011). VESTA 3 for three-dimensional visualization of crystal, volumetric and morphology data. *Applied Crystallography*, *44*(6), 1272-1276.

Monkhorst, H. J., & Pack, J. D. (1976). Special points for Brillouin-zone integrations. *Physical review B*, *13*(12), 5188.

Nye, J. F. (1985). *Physical properties of crystals: their representation by tensors and matrices*. Oxford university press.

Perdew, J. P., Burke, K., & Ernzerhof, M. (1996). Generalized gradient approximation made simple. *Physical review letters*, *77*(18), 3865.

Renthlei, Z., Celestine, L., Kima, L., Zuala, L., Mawia, Z., Chettri, B., ... & Rai, D. P. (2023). Theoretical investigation of lead perovskite PbXO3 (X= Ti, Zr, and Hf) for potential thermoelectric applications: hybrid-DFT approach. *Energy & Fuels*, *37*(24), 19831-19844.

Wei, J., Yang, T., & Wang, H. (2019). Excellent energy storage and charge-discharge performances in PbHfO3 antiferroelectric ceramics. *Journal of the European Ceramic Society*, *39*(2-3), 624-630.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

$ZrPbO_3$ KRİSTALİNİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN YOĞUNLUK FONKSİYONELİ TEORİSİ İLE BELİRLENMESİ

Lect. Emine KALE AYDIN
Van Yuzuncu Yil University, Turkey
ORCID NO: 0000-0002-0710-0173

Prof. Dr. Emel KILIT DOGAN
Van Yuzuncu Yil University, Turkey
ORCID NO: 0000-0001-7609-7206

Prof. Dr. Sinem ERDEN GULEBAGLAN
Van Yuzuncu Yil University, Turkey
ORCID NO: 0000-0001-9446-2211

ÖZET
Bu çalışmada $ZrPbO_3$ kristalinin bir takım fiziksel özellikleri teorik olarak araştırılmıştır. Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisine (YFT) dayalı olarak gerçekleştirilen hesaplamalarda Genelleştirilmiş Gradyent Yaklaşımı (GGY) kullanılmıştır. Perovskite kübik kristal olan $ZrPbO_3$'ün birim hücre görüntüsü VESTA programı yardımı ile çizdirilmiştir. Bu kristalin yapısal, elektronik, elastik ve optik özellikleri ise ABINIT programı kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplamalara ilk olarak kesme enerjisi ve k noktalarının eldesi optimizasyonları ile başlanmıştır. Kesme enerjisi değeri 40 Ha, k noktaları sayısı ise 8x8x8 Monkhorst-Pack bölümlemesi altında 20 olarak bulunmuş ve tüm hesaplamalarda kullanılmıştır. Ardından hacim optimizasyonu yapılmıştır. Böylece $ZrPbO_3$ kristalinin örgü parametresi teorik olarak hesaplanmıştır. Bu aşamada $ZrPbO_3$ kristalinin temel durumdaki toplam enerjisi, hacmi ve basınç hacim ilişkileri de elde edilmiştir. Elektronik özelliklerinin incelenmesi için kristalin elektronik band grafiği ile toplam ve kısmi durum yoğunluğu grafikleri elde edilmiştir. Bu grafikler $ZrPbO_3$ kristalinin 2.15 eV değerinde yasak band aralığına sahip olan dolaylı geçişli bir yarı iletken olduğunu ortaya koymuştur. Kısmi durum yoğunluğu grafikleri ile de bu kristali oluşturan atomların toplam durum yoğunluğuna katkıları belirlenmiştir. Ardından $ZrPbO_3$ kristalinin elastik sertlik katsayıları hesaplanmıştır. Bu katsayılar kullanılarak Yığın, Kesme ve Young modüleri ile Poison oranı, Esneklik katsayısı, Debye sıcaklığı ve Zener anizotropi değeri hesaplanmış ve bu kristalin yüksek termoiletkenliğe sahip bir elastik yapıda olduğu bulunmuştur. Son aşamada kristalin kompleks dielektrik fonksiyonları hesaplanmış ve buradan yansıtıcılık, kırılma indisi, soğurma katsayısı, sönüm katsayısı gibi optik özellikler ortaya konulmuştur.
Anahtar Kelimeler: DFT, Elastik Özellikler, Optik Özellikler, $ZrPbO_3$

DETERMINATION OF PHYSICAL PROPERTIES OF $ZrPbO_3$ CRYSTAL BY DENSITY FUNCTIONAL THEORY

ABSTRACT
In this study, some physical properties of $ZrPbO_3$ crystal have been investigated theoretically. Generalised Gradient Approximation (GGA) was used in the calculations based on Density Functional Theory (DFT). The unit cell image of $ZrPbO_3$, a perovskite cubic crystal, has been drawn with the help of VESTA programme. The structural, electronic, elastic and optical properties of this crystal were calculated using the ABINIT programme. The calculations started with the optimisation of the cut-off energy and k points. The cut-off energy value was found to be 40 Ha and the number of k points was found to be 20 under 8x8x8 Monkhorst-Pack partitioning and used in all calculations. Then volume optimisation was performed. Thus, the lattice parameter of $ZrPbO_3$ crystal was calculated theoretically. At this stage, the total energy, volume and pressure volume relations of the $ZrPbO_3$ crystal in the ground state were also obtained. In order to investigate the electronic properties of the crystal, the electronic band graph and total and partial density of state graphs were obtained.

These graphs revealed that $ZrPbO_3$ crystal is an indirect transition semiconductor with a forbidded band gap of 2.15 eV. Partial density of states plots were also used to determine the contributions of the atoms forming this crystal to the total density o states. Then the elastic stiffness coefficients atoms forming this crystal to the total density of states. Then the elastic stiffness coefficients of $ZrPbO_3$ crystal were calculated. Using these coefficients, Bulk, Shear and Young's moduli, Poisson ratio, Flexibility coefficient, Debye temperature and Zener anisotropy value were calculated and it was found that this crystal has an elastc structure with high thermo-conductivity. In the last step, the complex dielectric functions of the crystal were calculated and optical properties such as reflection, refractive index, absorption coefficient and extinction coeefficient were determined.
Key Words: DFT, Elastic Properties, Optical Properties, $ZrPbO_3$

GİRİŞ

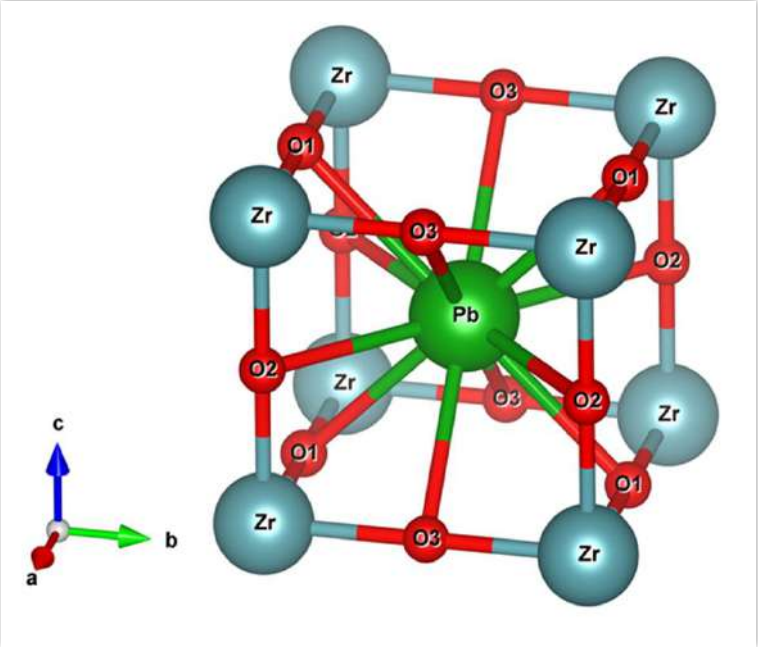
XYO_3 formülü ile ifade edilen perovskite yapılar kristalografik yapıya sahiptirler. Bu yapılarda X ve Y katyonu, O atomu ise anyonu temsil eder. Perovskite ailesinin en bilinenlerine $BaTiO_3$, $CaTiO_3$, $PbTiO_3$, $SrTiO_3$, $BaZrO_3$, $CaZrO_3$, $PbZrO_3$ and $SrZrO_3$ kristalleri örnek olarak verilebilir [1,2]. Perovskite yapılar uygulamalı araştırmalar ve teorik araştırmalarda önemli araştırma malzemelerinden olmuştur. Perovskite kristaller enerji depolama özelliklerine sahiptirler. Yao ve ark. enerji depolama özelliklerinin belirlenmesi için bir çalışma gerçekleştirmişlerdir [3]. Wang ve ark. $PbZrO_3$ tabanlı anti-ferroelektrik ince filmin yüksek enerji depolama özelliğine sahip olduğunu ortaya koymuşlardır [4]. Ghosez ve ark. kübik perovskit yapıdaki $BaTiO_3$, $PbTiO_3$ ve $PbZrO_3$ kristallerinin fonon dispersiyon ilişkileri, ab initio pseudopotansiyeller ile yoğunluk-fonksiyonel bozulma teorisi kullanılarak hesaplamışlardır [5]. Pasto ve Condrate $PbZrO_3$ tek kristalleri için 76 °K ile 520 °K arasındaki çeşitli sıcaklıklarda Raman spekturumlarını gözlemlemiş ve faz değişimleri olduğu sonucuna ulaşmışlardır [6]. Tennery $PbZrO_3$ kristalinin yüksek sıcaklıklardaki faz değişimlerini incelemiştir [7]. Rashid ve ark. $PbZrO_3$ ve $PbHfO_3$ kristallerinin mekanik, elektronik ve optik özelliklerini hesaplamışlardır [8]. Zhang ve ark. $PbZrO_3$ ince filmini üreterek optik ve dielektrik özelliklerini çalışmışlardır [9]. Alsam ve ark. 0 ile 550 GPa basınç aralığında PbZrO3 perovskite kristalinin yapısal, optiksel, elektronik ve mekanik özelliklerini araştırmışlardır [10]. Taib ve ark $Pm\bar{3}m$ kübik SnZrO3 ve PbZrO3 kristallerinin yapısal elektronik ve elastik özelliklerinin CASTED simulasyon programını kullanarak hesaplayarak karşılaştırmışlardır [11]. Bu çalışmada ABINIT simulasyon programı kullanılarak $ZrPbO_3$ perovskite kristalinin yapısal, elektronik, elastik ve optik özellikleri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarının gelecekte gerçekleştirilecek deneysel ya da teorik çalışmalar için faydalı olacağı düşünülmektedir.

HESAPLAMA YÖNTEMİ

Kristallerin fiziksel özelliklerini belirlemek kristalin tanınması ve uygulama alanlarının tespit edilmesi açısından önemli bir çalışmadır. Bu tür çalışmalar deneysel olabileceği gibi teorik olarak da yapılabilir. Teorik çalışmalar yapan araştırmacıların ekseriyetle kullandıkları yöntemler yoğunluk fonksiyoneli teorisine dayalı çeşitli simülasyon programlarıdır. Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisinin temeli 1927'de Thomas ve Fermi'nin bağımsız çalışmaları ile oluşturulmuştur [12,13]. Ancak 1964'te Hohenberg ve Kohn Teoremi ile gelişimi devam etmiş 1965'te Kohn-Sham denklemlerinin çözümleri ile yapılan hesaplamalarla Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisi ortaya konulmuştur [14,15]. Bu teoriye dayalı olarak ABINIT, QUANTUM ESPRESSO, VASP, WIEN2K gibi çeşitli bilgisayar programları kullanılarak teorik hesaplamalar yoluyla kristallerin fiziksel özellikleri incelenebilmektedir. Bu programlar Genelleştirilmiş Gradient Yaklaşımı, Yerel Yoğunluk Yaklaşımı gibi farklı yaklaşımlar kullanarak çalışmaktadır. Bu çalışmada $ZrPbO_3$ kübik kristalinin yapısal, elektronik, elastik ve optik özellikleri incelenirken Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisine dayalı Genelleştirilmiş Gradient Yaklaşımı kullanılmıştır [16]. Teorik hesaplamalar ABINIT paket program kullanılarak gerçekleştirilmiştir [17]. Kristalin birim hücre yapısının gösteriminde VESTA bilgisayar programından yararlanılmıştır [18]. Kübik yapıdaki $ZrPbO_3$ kristalinin birim hücredeki değerlik elektronları Zr için $4d^2\ 5s^2$, Pb için $6s^2\ 6p^2$ ve O için $2s^2\ 2p^4$ olarak alınmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisi'ne dayalı Genelleştirilmiş Gradiyent Yaklaşımı altında $ZrPbO_3$ kübik kristalinin yapısal, elektronik, elastik ve optik özellikleri ABINIT paket programı kullanılarak teorik olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın ilk bölümünde yapısal özellikler incelenmiştir. Kübik yapıdaki $ZrPbO_3$ kristalinin $Pm\bar{3}m$ (No:221) uzay grubunda $m\bar{3}m$ nokta grubunda yer aldığı bilinmektedir. VESTA bilgisayar programı ile kristale ait birim hücre yapısı çizilmiştir (Şekil 1).



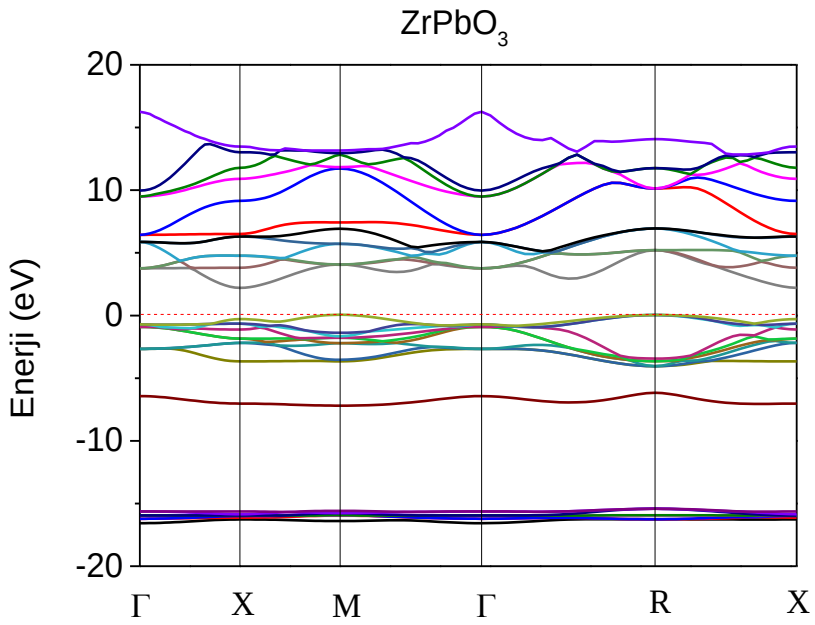
Şekil 1. Kübik $ZrPbO_3$ kristaline ait birim hücre yapısı.

$ZrPbO_3$ kristal yapısını belirleyebilmek için yapısal optimizasyonlarla bazı hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Bu optimizasyonlar sırası ile kesme enerjisi, k noktaları sayısı ve hacim optimizasyonudur. GGA yaklaşımı altında yapılan kesme enerjisi optimizasyonu ile toplam enerjiye karşılık kesme enerjisi değerinin 40 Hartree'den sonra sabit kaldığı görülmüştür. Buna göre Kesme Enerjisi değeri 40 Ha olarak belirlenmiştir ve bundan sonraki hesaplamalarda bu değer kullanılmıştır. Yapılan k noktaları optimizasyonu ile k noktaları sayısının toplam enerjiye göre değişimi incelenmiştir. Burada toplam enerji değerlerinin 8x8x8 Monkhorst-Pack bölümlemesi değerinden sonra sabit kaldığı tespit edilmiştir [19]. Bu değere karşılık k noktaları sayısı 20 olarak belirlenmiştir. GGA yaklaşımı ile hacim optimizasyonu yaptığımızda kristalin kararlı durumdaki hacim değeri ve dolayısıyla örgü parametresi değeri elde edilmiştir. Literatürde $ZrPbO_3$ için örgü parametresi 7.9537 Bohr [20] iken bu çalışmada örgü parametresi değeri 8.0457 Bohr olarak hesaplanmıştır. Literatür değeri ile hesaplanan değerin uyumlu olduğu Tablo 1'de de görülmektedir.

Tablo 1. GGA yaklaşımı altında hesaplanan kübik $ZrPbO_3$ kristaline ait bazı yapısal özellik değerleri ve örgü parametresi değerlerinin karşılaştırılması.

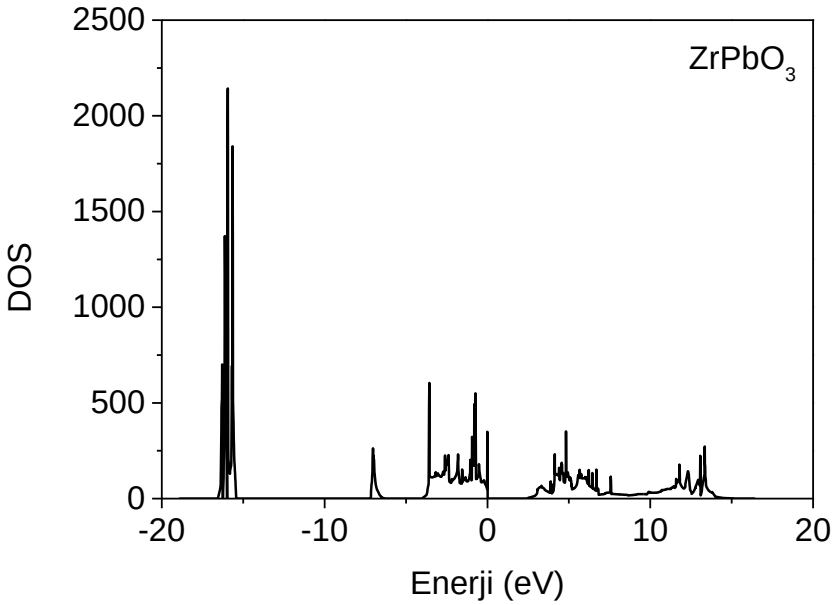
Bileşik	**Minimum Toplam Enerji (Ha)**	**Hacim (Bohr^3)**	**Hesaplanan Örgü Parametresi (Bohr)** (Bu Çalışma)	**Literatürdeki Örgü Parametresi (Bohr)** (Jain ve ark., 2013)
$ZrPbO_3$	-126.37	520.83	8.0457	7.9537

Yapısal özelliklerden sonra GGA yaklaşımı altında kübik $ZrPbO_3$ kristalinin elektronik özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla elektronik band hesaplamaları yapılmış ve $ZrPbO_3$ kristaline ait elektronik band grafiği çizilerek Şekil 2'de sunulmuştur. Hesaplamalar birinci Brillouin Bölgesi'nde yer alan seçilmiş $\Gamma - X - M - \Gamma - R - X$ yüksek simetri noktaları boyunca yapılmıştır.



Şekil 2. GGA yaklaşımına göre $ZrPbO_3$ kristalinin elektronik bant yapısı.

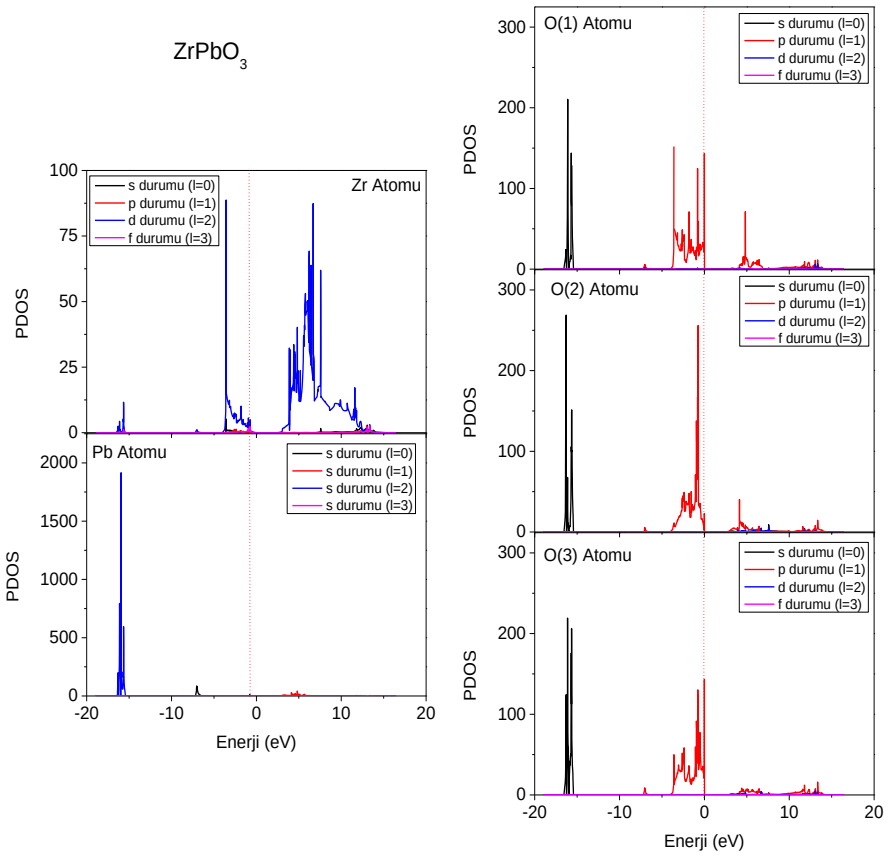
Şekil 2'deki band grafiği incelendiğinde 0 eV üzerinde görülen kırmızı kesikli çizgi Fermi enerji seviyesini ifade eder. Fermi seviyesi kristale ait değerlik elektronlarının işgal edebileceği en yüksek enerji durumunu gösterir. Fermi seviyesinden daha küçük enerji değerlerine sahip tam veya kısmen dolu enerji seviyeleri değerlik bandını oluşturur, daha büyük enerji değerlerine sahip tamamen veya kısmen boş enerji seviyeleri iletkenlik bandını oluşturur. Değerlik bandının tepe değeri ile iletkenlik bandının en düşük değeri arasında yasak enerji aralığı yer alır. Yasak enerji aralığının büyüklüğü, bir kristalin iletkenlik, yarıiletkenlik veya yalıtkanlık karakterini belirleyici bir parametredir. Band grafiğinden de görüldüğü üzere bu kristal için yasak enerji band aralığı değeri 2.15 eV hesaplanmıştır. Buna göre $ZrPbO_3$ kristalinin yarıiletken bir karakter gösterdiği anlaşılmaktadır. Değerlik bandının tepe noktası M simetri noktasında iken, iletkenlik bandının en alt noktası da X simetri noktasındadır. Değerlik bandının maksimumu ile iletkenlik bandının minimumunun M-X şeklinde farklı noktalarda olması, $ZrPbO_3$ kristalinin indirekt (dolaylı) bant aralığına sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 3. GGA yaklaşımına göre $ZrPbO_3$ kristalinin toplam durum yoğunluğu (DOS) grafiği

Kristale ait durum yoğunluğu grafikleri de elektronik özellikler hakkında bazı bilgiler vermektedir. Bir kristalin elektriksel iletkenliği hakkında, malzemenin iletken, yarıiletken veya yalıtkan özellik gösterdiğini belirlemeye yardımcı olmaktadır. Kübik $ZrPbO_3$ kristalinin GGA potansiyeli altında toplam durum yoğunluğu incelenmiş ve hesaplamalar sonucu enerjiye karşılık çizilen grafik Şekil 3'te gösterilmiştir. Ayrıca kristali oluşturan atomların her birinin toplam durum yoğunluğuna sağladığı katkı hesaplanmış ve Şekil 4'te kısmi durum yoğunluğu grafiği verilmiştir. Grafiklerde enerji aralığı $-20\ eV$ ile $+20\ eV$ olarak belirlenerek bu aralıktaki durum yoğunlukları gösterilmektedir. Enerji birimi eV olarak, durum yoğunlukları ise keyfi birimlerle (arbitrary units, a.u.) verilmektedir. Kısmi durum yoğunluğu grafiğindeki farklı renkler s, p, d ve f durumlarında bulunan elektronların durum yoğunluğuna katkılarını göstermektedir.

Şekil 3'te $ZrPbO_3$ kristalinin toplam durum yoğunluğu (DOS) grafiği incelendiğinde -16.34 eV ile -15.45 eV arasında kor (valans) elektronlarının durum yoğunluğuna yaptığı katkı oldukça belirgindir. Bununla birlikte -7.15 eV ile -6.36 eV aralığında ve -3.95 eV ile 0 eV aralığında da değerlik elektronlarının durum yoğunluğuna katkısı bulunmaktadır. 2.15 eV ile 15.14 eV aralığında ise iletim bandındaki elektronların durum yoğunluğuna katkısı görülmektedir. Grafikte 0 eV ile 2.15 eV enerji değerleri arasında durum yoğunluğu sıfır olarak görülmektedir. Bu bölgede elektronların bulunma ihtimalinin olmadığı anlaşılmaktadır. Buna göre yasak bant aralığının değeri 2.15 eV olarak belirlenmiş ve $ZrPbO_3$ kristalinin Eg =2.15 eV yasak enerji aralığına sahip bir yarıiletken olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4. GGA yaklaşımına göre $ZrPbO_3$ kristalinin kısmi durum yoğunluğu (PDOS) grafiği.

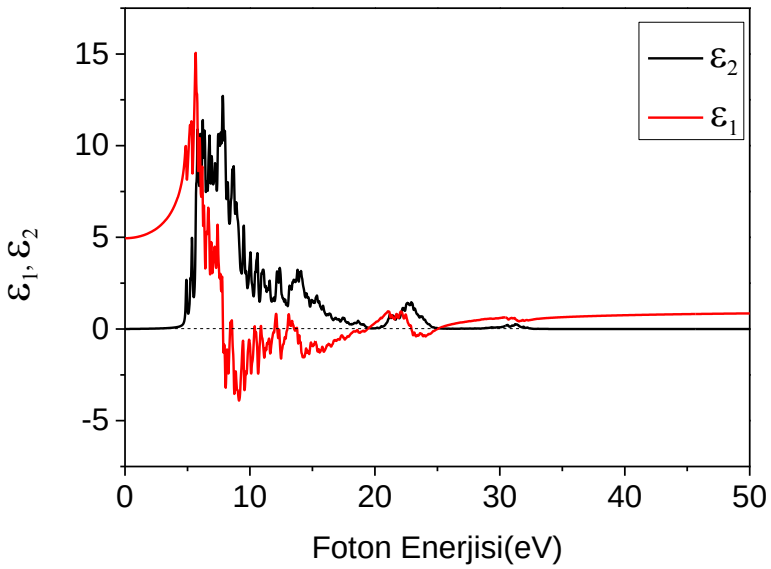
Şekil 4'te verilen $ZrPbO_3$ kristalini oluşturan her bir atomun toplam durum yoğunluğuna yaptığı katkıları ayrı ayrı gösteren kısmi durum yoğunluğu (PDOS) grafikleri incelediğinde Zirkonyum (Zr) atomunun d orbitalindeki elektronların az miktarda kor elektron bölgesine, belirgin şekilde değerlik bandına ve oldukça geniş aralıkta iletim bandına katkısı bulunmaktadır. Kurşun (Pb) atomunun d orbitalinde bulunan elektronların ise en büyük katkıyı kor elektron bölgesine yaptığı görülmektedir. Aynı zamanda s elektronlarının değerlik bandına, p elektronlarının da iletim bandına çok küçük düzeyde katkıları olduğu gözlenmektedir. Kristalde yer alan üç oksijen atomunun kısmi durum yoğunluğu grafikleri benzer yapıdadır. Oksijen (O) atomlarının s orbitalindeki elektronlarının dip valans bölgesine katkıları oldukça yüksek düzeyde olduğu açıkça görülmektedir. Aynı şekilde oksijen atomlarının p orbitali elektronları belirgin derecede değerlik banda katkı yaptığı ve küçük miktarlarda da iletim bandına katkı sağladığı görülmektedir.
Yapısal ve elektronik özellikleri detaylı bir şekilde ortaya konulan $ZrPbO_3$ kristalinin elastik özelliklerinin incelenmesi için ilk adımda elastik sertlik katsayıları hesaplanmıştır.

Tablo 2. $ZrPbO_3$ kristalinin birtakım elastik özellikleri

Elastik Özellikler		**Değer**
Elastik Sertlik Katsayıları (GPa)	$C_{11} = C_{22} = C_{33}$	293.95
	$C_{44} = C_{55} = C_{66}$	50.68
	$C_{12} = C_{21} = C_{13} = C_{31} = C_{23} = C_{32}$	76.59
Voight Yığın Modülü (B_V) (GPa)		149.04
Reuss Yığın Modülü (B_R) (GPa)		149.04

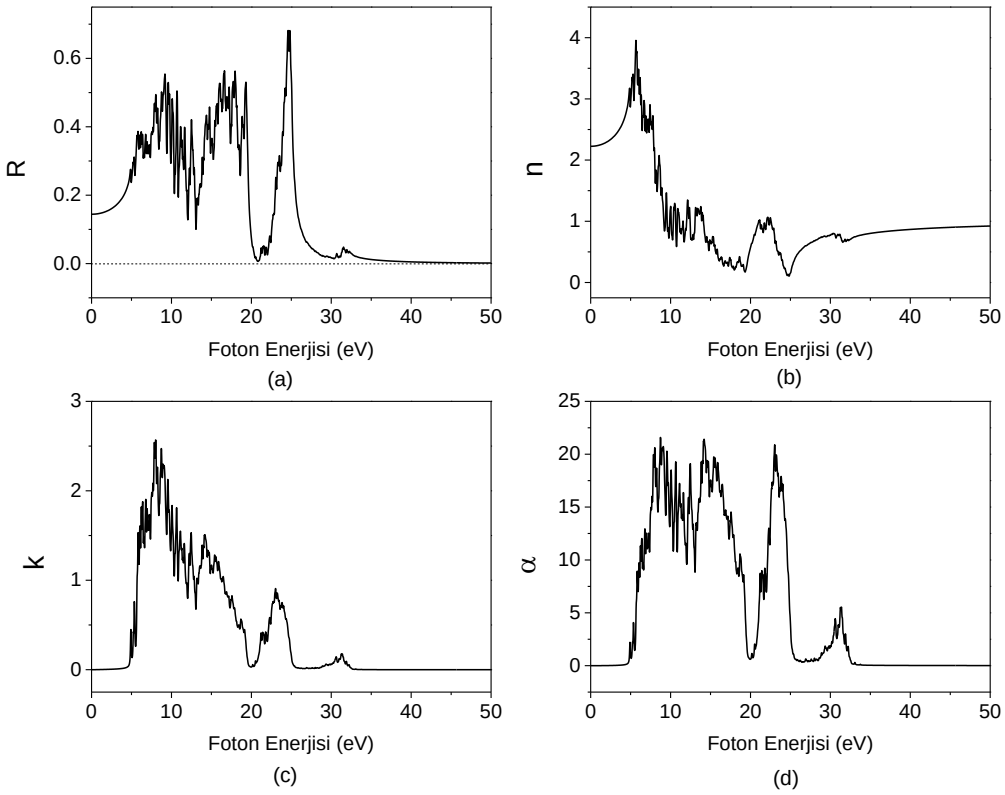
Hill Yığın Modülü (B_H) (GPa)	149.04
Voight Kesme Modülü (G_V) (GPa)	73.88
Reuss Kesme Modülü (G_R) (GPa)	64.43
Hill Kesme Modülü (G_H) (GPa)	69.16
Young Modülü (E) (GPa)	179.68
Poisson Oranı (ν) (-)	0.29
Esneklik Katsayısı (K) (-)	2.16
Debye Sıcaklığı **(Θ_D)** (K)	181.92
Zener Anizotropi Katsayısı (A)(-)	0.47

Bir kristalin elastik özelliklerinin anlaşılabilmesi için bu kristal üzerine uygulanan kuvvetin birim yüzeye etkisi (zor, σ) ile bu zor sebebiyle oluşan şekilce deformasyonun (zorlanma, ε) anlaşılması gerekir. Bir kristal için küçük bir zor ile zorlanma değerleri doğru orantılıdır ($\sigma = C\varepsilon$). Bu orantı katsayısına elastik sertlik katsayısı denilir. Aslında elastik sertlik katsayısı bir tensör olduğundan bileşenlere sahiptir. $ZrPbO_3$ kristali kübik yapıda olduğundan simetri özelliklerinden dolayı 3'ü bağımsız olmak üzere 12 elastik sertlik katsayısı bileşenine sahiptir. Hesaplanan bu değerler Tablo 2'de verilmiştir. Ardından yığın ve kesme modülleri hesaplanmıştır. Bu modüller; Voight, Reuss ve Hill olmak üzere üç farklı yaklaşımla hesaplanmış ve Tablo 2 de verilmiştir. Yığın modülü bir kristalin hidrostatik basınçta olduğu gibi çepeçevre basınç altında iken gösterdiği direncin bir ölçüsüdür ve $ZrPbO_3$ için her üç yaklaşım altında aynı sonuç elde edilmiştir. Kesme modülü ise bir malzemenin şekil değiştirme veya kayma gerilmesine karşı direncini ifade eder. Kesme modülü her üç yaklaşım altında aynı değil ancak yakın sonuçlar vermiştir. Young modülü, kuvvet uzunlamasına uygulandığında çekme veya sıkışma sertliğini ölçer. Poisson oranı ve Esneklik katsayısı değerleri doğrudan kristalin esnek ya da kırılgan olduğuna dair bilgi verir. Hesaplanan Poisson oranı 0.26 kritik değerinden ve hesaplanan esneklik katsayısı değeri 1.75 kritik değerinden yüksekse kristal esnek aksi takdirde kırılgandır. $ZrPbO_3$ kristali için Poisson oranı 0.29, Esneklik katsayısı ise 2.16 bulunduğundan, bu kristalin esnek yapıda olduğu anlaşılmaktadır. Debye sıcaklığı ise kristalin termal iletkenliğe sahip olup olmadığını ifade eder. Hesaplanan Debye sıcaklığı değeri $ZrPbO_3$ kristalinin yüksek bir termal iletkenliğe sahip olduğunu göstermektedir. Son olarak $ZrPbO_3$ kristalinin Zener anizotropi katsayısı elastik yaklaşımla hesaplanmış ve 0.47 bulunmuştur. Bu değer bu kristalin elastik olarak izotropik yapıya sahip olmadığını ortaya koymaktadır.



Şekil 5. GGA yaklaşımına göre $ZrPbO_3$ kristaline ait kompleks dielektrik fonksiyonların foton enerjisine göre davranışı

$ZrPbO_3$ kristalinin optik özelliklerinin ortaya konulması için kristale ait kompleks dielektrik fonksiyonu hesaplanmıştır. Kompleks dielektrik fonksiyonun reel (ε_1) ve sanal (ε_2) bileşenleri vardır. Şekil 5'te, kompleks dielektrik fonksiyonunun reel ve sanal bileşenleri foton enerjisine bağlı olarak verilmektedir. Sanal bileşen bilindiğinde reel bileşen Kramers-Kronig denklemleri ile elde edilebilir [21,22]. Kompleks dielektrik fonksiyonlar, 100, 010 ve 001 kristal eksen yönleri boyunca üç bileşene sahip tensörlerle ifade edilirler ancak kübik yapılar optik olarak izotropiktir ve bu sebeple kübik kristaller için kristal eksen yönlerinden bir tanesi boyunca kompleks dielektrik fonksiyonunun hesaplanması yeterlidir. Kompleks dielektrik fonksiyonun reel bileşeninin negatif olduğu aralıklarda $ZrPbO_3$ kristali metal gibi davranır ve gelen tüm ışığı yansıtır. Bu bileşenin değerinin sıfır olduğu noktalarda ise plazmon uyarımları vardır. Reel bileşenin 0 eV foton enerjisine karşılık sahip olduğu değer statik dielekttrik sabiti değerini verir. $ZrPbO_3$ kristalinin statik dielektrik sabiti 4.95'tir. Sanal bileşeni ise kristaldeki elektronik bandlar arası geçişleri ile ilgili bilgileri verir. Sanal bileşen grafiğindeki pik noktaları valans bandından iletim bandına olan geçişlere karşılık gelir.



Şekil 6. $ZrPbO_3$ kristalinin (a) yansıtıcılık (R), (b) kırılma indisi (n), (c) sönüm katsayısı (k), ve (d) soğurma katsayısı (α) grafikleri

Ardından kompleks dielektrik fonksiyonlarında yardımıyla $ZrPbO_3$ kristalinin yansıtıcılık özelliği, kırılma indisi, sönüm ve soğurma katsayıları hesaplanmıştır (Şekil 6). $ZrPbO_3$ kristalinin yansıtıcılık özelliği Şekil 6(a) da verilmektedir. Bu grafik incelendiğinde ilk belirgin pik değerlerinin 7.90 eV değerinde başlayıp 19.40 eV ye kadar devam ettiği görülmektedir. Hemen ardından yansıtıcılık sıfır değerine ulaşıp yeniden bir pik oluşturduğu gözlenmektedir. İkinci pik ise yaklaşık 22.90 eV ile 24.72 eV arasında yer almaktadır. Bu değerler kompleks dielektrik katsayısının reel bileşeninin negatif değer aralıkları ile çok yakındır. Diğer bir deyişle her iki grafikle de $ZrPbO_3$ kristalinin yansıtıcılık özelliği gösterdiği aralık değerleri örtüşmektedir. Şekil 6(b) de kristale ait kırılma indisi grafiği görülmektedir. Kırılma indisinin 0 eV foton enerjisine karşılık gelen değeri statik kırılma indisidir ve $ZrPbO_3$'ün bu değeri 2.22 olarak hesaplanmıştır.

Şekil 6(c) de, birim uzunluk başına emilen gelen ışık yoğunluğunun miktarını veren sönüm katsayısı grafiği görülmektedir. Soğurma katsayısı grafiği ise Şekil 6(d) gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi sönüm katsayısı ile soğurma katsayısı grafiklerinin birbirleri ile oldukça tutarlı olukları görülmektedir.

SONUÇ

Bu çalışma ile $ZrPbO_3$ kristalinin yapısal, elektronik, elastik ve optik özellikleri ortaya konulmuştur. Çalışmadaki hesaplamalar Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisi altında Genelleştirilmiş Gradyent Yaklaşımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İlk olarak kristalin yapısal optimizasyonları yapılarak, kesme enerjisi, k-noktaları sayısı hesaplanmıştır. Ardından Hacim optimizasyonu ile $ZrPbO_3$ kristalinin örgü parametresi, temel durumdaki hacim değeri, toplam enerjisi ve basınç-hacim ilişkisi bulunmuştur. Birim hücresi de çizdirilen $ZrPbO_3$ kristalinin yapısal özelliklerinin ardından elektronik özellikleri çalışılmıştır. Elektronik band grafiği ile toplam ve kısmi durum yoğunluğu grafiklerinden $ZrPbO_3$ kristalinin indirekt geçişli yasak band aralığına sahip olan bir yarıiletken olduğu bulunmuştur. Elastik özelliklerinin anlaşılması için ise ilk olarak elastik sertlik katsayıları hesaplanmış, bu değerler kullanılarak Yığın, Kesme, Young modülleri, Poisson oranı, Esneklik katsayısı, Debye sıcaklığı gibi değerler hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucu $ZrPbO_3$'ün esnek bir kristal olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada son olarak $ZrPbO_3$ kristalinin optik özelliklerine yoğunlaşılarak, kristalin kompleks dielektrik fonksiyonu ile yansıtıcılık, kırılma indisi, sönüm katsayısı ve soğurma katsayısı hesaplanmıştır. Literatüre kazandırılan bu sonuçların $ZrPbO_3$ kristali üzerinde yapılacak yeni çalışmalarda yol gösterici olacağı umulmaktadır.

REFERANSLAR

Aslam, S., Zeba, I., Shanzy, A., Gillani, S. S. A., & Gulzar, F. (2025). Study of structural, electronic, optical and mechanical properties of PbZrO3 under stress: a DFT approach. *Molecular Physics*, *123*(9), e2390589.

De L. Kronig, R. (1926). On the theory of dispersion of x-rays. *Journal of the Optical Society of America*, *12*(6), 547-557.

Dufour, P., Maroutian, T., Vallet, M., Patel, K., Chanthbouala, A., Jacquemont, C., ... & Garcia, V. (2023). Ferroelectric phase transitions in epitaxial antiferroelectric PbZrO3 thin films. *Applied Physics Reviews*, *10*(2).

Fermi, E. (1927). Statistical method to determine some properties of atoms. *Rend. Accad. Naz. Lincei*, *6*(602-607), 5.

Ghosez, P., Cockayne, E., Waghmare, U. V., & Rabe, K. M. (1999). Lattice dynamics of BaTiO 3, PbTiO 3, and PbZrO 3: A comparative first-principles study. *Physical Review B*, *60*(2), 836.

Gonze, X., Beuken, J. M., Caracas, R., Detraux, F., Fuchs, M., Rignanese, G. M., ... & Allan, D. C. (2002). First-principles computation of material properties: the ABINIT software project. *Computational Materials Science*, *25*(3), 478-492

Hohenberg, P., & Kohn, W. (1964). Inhomogeneous electron gas. *Physical review*, *136*(3B), B864.

Jain, A., Ong, S. P., Hautier, G., Chen, W., Richards, W. D., Dacek, S., ... & Persson, K. A. (2013). Commentary: The Materials Project: A materials genome approach to accelerating materials innovation. *APL materials*, *1*(1).

Kohn, W., & Sham, L. J. (1965). Self-consistent equations including exchange and correlation effects. *Physical review*, *140*(4A), A1133.

Kramers, H. A. (1928). *La diffusion de la lumiere par les atomes*.

Momma, K., & Izumi, F. (2011). VESTA 3 for three-dimensional visualization of crystal, volumetric and morphology data. *Applied Crystallography*, *44*(6), 1272-1276.

Monkhorst, H. J., & Pack, J. D. (1976). Special points for Brillouin-zone integrations. *Physical review B*, *13*(12), 5188.

Pasto, A. E., & Condrate Sr, R. A. (1973). Raman spectrum of PbZrO3. *Journal of the American Ceramic Society*, *56*(8), 436-438.

Perdew, J. P., Burke, K., & Ernzerhof, M. (1996). Generalized gradient approximation made simple. *Physical review letters*, *77*(18), 3865.

Rashid, M., Mahmood, Q., Babar, F., Ramay, S. M., & Mahmood, A. (2019). Study of mechanical, electronic and optical properties of PbZrO3 and PbHfO3; DFT approach. *Materials Research Express*, *6*(6), 066311.

Taib, M. F. M., Yaakob, M. K., Rasiman, M. A., Badrudin, F. W., Hassan, O. H., & Yahya, M. Z. A. (2012, December). Comparative study of cubic Pm3m between SnZrO 3 and PbZrO 3 by first principles calculation. In *2012 IEEE Colloquium on Humanities, Science and Engineering (CHUSER)* (pp. 713-718). IEEE.

Tennery, V. J. (1966). High-temperature phase transitions in PbZrO3. *Journal of the American Ceramic Society*, *49*(9), 483-486.

Thomas, L. H. (1927, January). The calculation of atomic fields. In *Mathematical proceedings of the Cambridge philosophical society* (Vol. 23, No. 5, pp. 542-548). Cambridge University Press.

Wang, X., Yang, F., Yu, K., Zhang, B., Chen, J., Shi, Y., ... & Yin, S. (2023). PbZrO3-Based anti-ferroelectric thin films for high-performance energy storage: a review. *Advanced Materials Technologies*, *8*(10), 2202044.

Yao, Z., Song, Z., Hao, H., Yu, Z., Cao, M., Zhang, S., ... & Liu, H. (2017). Homogeneous/inhomogeneous-structured dielectrics and their energy-storage performances. *Advanced Materials*, *29*(20), 1601727.

Zhang, T. F., Tang, X. G., Liu, Q. X., Jiang, Y. P., Jiang, L. L., & Luo, L. (2016). Optical and dielectric properties of PbZrO3 thin films prepared by a sol–gel process for energy-storage application. *Materials & Design*, *90*, 410-415.

Zhong, W., Vanderbilt, D., & Rabe, K. M. (1995). First-principles theory of ferroelectric phase transitions for perovskites: The case of BaTiO 3. *Physical Review B*, *52*(9), 6301.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE EFFECT OF THE CZOCHRALSKI METHOD ON THE ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF 1350-H19 ALUMINUM ALLOY CABLE

Ahmet AYDIN
Atatürk University, Institue of Science, Department of Nanoscience and Nanoengineering, Erzurum, Turkey
ORCİD: ID/0009-0008-9439-8916

Assoc. Prof. Emin Argun ORAL
Atatürk University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering, Erzurum, Turkey
ORCİD: ID/0000-0002-8120-9679

Prof. Dr. Tevhit KARACALI
Atatürk University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering, Erzurum, Turkey
ORCİD: ID/0000-0003-1618-3844

ABSTRACT
1350-H19 aluminum alloy is widely used in ACSR-type overhead conductors due to its high electrical conductivity and complies with the TS EN 50182 standard. This study aims to investigate the electrical conductivity of conductors reproduced from Hawk-type high-voltage overhead line cables using the Czochralski crystal growth method.
Samples cut from the original Hawk conductor were first subjected to chemical cleaning, then melted in an industrial crucible furnace at 950 °C under a nitrogen gas atmosphere. The crystal growth process was carried out using a PLC-controlled linear rail system at temperatures between 800–850 °C and pulling speeds ranging from 2–10 mm/min, utilizing a 1350-H19 aluminum alloy seed crystal. Approximately 1-meter-long and 2 mm diameter samples were grown. Both the reproduced and reference Hawk conductors were reduced to 1 mm diameter through rolling to prepare them for analysis. Structural characterization of the samples was performed using SEM, XRD, and EDX techniques, alongside electrical resistance measurements. The results showed that the conductor produced via the Czochralski method exhibited at least 1.24 times lower electrical resistance compared to the reference Hawk conductor. These findings demonstrate the potential of the Czochralski method to significantly enhance conductor performance for high-voltage transmission applications.
Keywords: 1350-H19 aluminum, ACSR, Hawk-type cable, Czochralski method, electrical conductivity, crystal growth, SEM, XRD, EDX, TS EN 50182

CZOCHRALSKİ YÖNTEMİNİN 1350-H19 ALÜMİNYUM ALAŞIMLI KABLONUN ELEKTRİKSEL İLETKENLİĞİNE ETKİSİ

ÖZET
1350-H19 alüminyum alaşımı, yüksek elektriksel iletkenliği sayesinde ACSR tipi havai iletkenlerde yaygın olarak kullanılmakta olup TS EN 50182 standardına uygunluk göstermektedir. Bu çalışmada, Hawk tipi havai yüksek gerilim hattı kablosundan elde edilen 1350-H19 alüminyum alaşımı kullanılarak Czochralski yöntemi ile yeni iletken örnekleri üretilmiş ve bu örneklerin elektriksel iletkenliği değerlendirilmiştir.
İlk olarak, Hawk tipi kablodan kesilen örnekler kimyasal temizleme işlemine tabi tutulmuş ve ardından 950 °C sıcaklıkta azot gazı atmosferinde pota fırınında eritilmiştir. Kristal büyütme işlemi, 800–850 °C sıcaklık aralığında ve 2–10 mm/dk çekme hızlarında, PLC kontrollü lineer kızak sistemi üzerinde gerçekleştirilmiş ve 1 metre uzunluğunda, 2 mm çapında numuneler elde edilmiştir. Bu numuneler ve orijinal Hawk kablosu, haddeleme yöntemiyle 1 mm çapa düşürülerek karşılaştırmalı analizlere hazırlanmıştır.

Üretilen örnekler üzerinde SEM, XRD ve EDX yapısal analizleri ile birlikte elektriksel direnç ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, Czochralski yöntemi ile yeniden üretilen iletkenin elektriksel direnci, referans Hawk kablosuna kıyasla en az 1,24 kat daha düşük bulunmuştur. Bu sonuç, söz konusu üretim yönteminin iletken performansı üzerinde önemli bir iyileştirme potansiyeli sunduğunu göstermektedir.kelime olmalıdır. Alana ve içeriğe göre bu sınır azalabilir veya artabilir. Ancak bir A4 sayfasını geçmemesi beklenir. Poster çalışmalar ayrı şekil koşullarına tabidir.
Anahtar kelimeler: 1350-H19 alüminyum, ACSR, Hawk tipi kablo, Czochralski yöntemi, elektriksel iletkenlik, kristal büyütme, SEM, XRD, EDX, TS EN 50182

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE PREDICTIVE POWER OF INTOLERANCE OF UNCERTAINTY, PSYCHOLOGICAL WELL-BEING, AND ATTACHMENT STYLES ON EMOTION REGULATION DIFFICULTIES

Assoc. Prof. Evren ERZEN
Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Education, Department of Guidance and Psychological Counseling, Kırşehir, Turkey,
ORCİD: ID/0000-0001-9726-2688

Sena Nur İMALI
Graduate Student, Guidance and Psychological Counseling, Institute of Social Sciences, Kırşehir Ahi Evran University, Kırşehir, Turkey
ORCİD: ID/ 0009-0000-3865-4809

ABSTRACT
This study aims to determine the predictive power of intolerance of uncertainty, psychological well-being, and attachment styles as independent variables on the dependent variable of emotion regulation difficulty. Designed in accordance with the relational model, the research group of this study consists of 345 participants, 265 of whom are female (76.8%) and 80 of whom are male (23.2%), who are continuing their education at the Faculty of Education at Kırşehir Ahi Evran University. During the data collection process, the Intolerance of Uncertainty Scale, Psychological Well-Being Scale, Emotion Regulation Difficulty Scale-8, and Three-Dimensional Attachment Styles Scale were used, along with a Personal Information Form prepared by the researchers. Normality and outlier checks were performed in the data analysis. After all prerequisites were checked, the multiple linear regression analysis technique was used. As a result of the correlation analysis, it was determined that the three different attachment styles, intolerance of uncertainty, and psychological well-being levels of Education Faculty students were significantly related to their levels of emotional regulation difficulties. As a result of the multiple linear regression analysis, it was determined that the developed model was statistically significant, but the contribution of the anxious-avoidant attachment style to the model was not significant ($F(5,339) = 44.08$, $p < .001$). The findings indicate that the independent variables in the constructed model explain 40% of the total variance in emotion regulation difficulties, in other words, the identified independent variables are predictors of the dependent variable. However, it was found that the contribution of anxious-avoidant attachment style to predicting emotional regulation difficulties within the model was not significant ($\beta = .05$, $p > .05$). The findings are discussed in line with the literature. It is believed that the findings can serve as a basis for future quantitative and qualitative research and guide the structuring of intervention programs.
Keywords: Emotion Regulation Difficulty, Intolerance of Uncertainty, Psychological Well-Being, Attachment Styles

BELİRSİZLİĞE TAHAMMÜLSÜZLÜK, PSİKOLOJİK İYİ OLUŞ VE BAĞLANMA STİLLERİ DUYGU DÜZENLEME GÜÇLÜĞÜ ÜZERİNDEKİ YORDAYICI GÜCÜ

ÖZET
Bu çalışmada belirsizliğe tahammülsüzlük, psikolojik iyi oluş ve bağlanma stilleri bağımsız değişkenlerinin, duygu düzenleme güçlüğü bağımlı değişkeni üzerindeki yordayıcı gücünün belirlenmesi hedeflenmektedir. İlişkisel modele uygun olarak tasarlanan bu çalışmanın araştırma grubu Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesinde eğitimine devam eden 265'i kadın (%76,8), 80'i erkek (%23,2) olmak üzere 345 katılımcıdan oluşmaktadır. Veri toplama sürecinde Belirsizliğe Tahammülsüzlük Ölçeği, Psikolojik İyi Oluş Ölçeği, Duygu Düzenleme Güçlüğü Ölçeği-8 ve Üç Boyutlu Bağlanma Stilleri Ölçeği ile araştırmacılar tarafından hazırlanan Kişisel Bilgi Formu kullanılmıştır. Veri analizinde normallik ve uç değer kontrolleri yapılmıştır. Tüm ön şartlar kontrol edildikten sonra Çoklu Doğrusal Regresyon analizi tekniği kullanılmıştır.

Korelasyon analizi sonucunda, Eğitim Fakültesi öğrencilerindeki üç farklı bağlanma stili, belirsizliğe tahammülsüzlük ve psikolojik iyi oluş düzeylerinin duygu düzenleme güçlüğü yaşama düzeyleri ile anlamlı olarak ilişki içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Çoklu doğrusal regresyon analizi sonucunda, geliştirilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu fakat kaygılı-kararsız bağlanma stilinin modele katkısının anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($F_{(5,339)}$=44,08, p<.001). Bulgular kurgulanan modeldeki bağımsız değişkenlerin duygu düzenleme güçlüğü toplam varyansını %39 düzeyinde açıkladığını, diğer bir ifadeyle belirlenen bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenin yordayıcıları olduğunu göstermektedir. Buna karşın, kaygılı-kararsız bağlanma stilinin model içerisinde duygu düzenleme güçlüğünü yordamaya olan katkısının anlamlı düzeyde yordamadığı bulgusuna ulaşılmıştır (β=.05, p>.05). Bulgular alanyazın doğrultusunda tartışılmıştır. Elde edilen bulguların, ileride yapılacak nicel ve nitel araştırmalara kaynaklık edebileceği ve müdahale programlarının yapılandırılmasında yol gösterici olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Duygu Düzenleme Güçlüğü, Belirsizliğe Tahammülsüzlük, Psikolojik İyi Oluş, Bağlanma Stilleri

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE EFFECT OF SOLUTION-FOCUSED PSYCHOEDUCATION ON SELF-EFFICACY, FUNCTIONING AND INTERNALIZED STIGMA IN BIPOLAR DISORDER: A QUASI-EXPERIMENTAL STUDY

Assist. Prof. Esma Özmaya
Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Health Sciences, Karaman, Türkiye
ORCID: 0000-0003-0932-4012

Assist. Prof. Sakine Fırıncık
Karabük University, Faculty of Health Sciences, Karabük, Türkiye
ORCID: 0000-0002-4983-8002

Assoc. Prof. Sevda Uzun
Gümüşhane University, Faculty of Health Sciences, Gümüşhane, Türkiye
ORCID: 0000-0002-5954-717X

ABSTRACT
This study was conducted to examine the effect of solution-focused psychoeducation on self-efficacy, functioning and internalized stigma in bipolar disorder. The study, designed in a quasi-experimental, control-group, pretest-posttest design, was conducted between April 2024 and October 2024 with 70 patients with bipolar disorder (35 treatment, 35 control). Sociodemographic Information Form (SIF), Internalized Stigma Scale in Mental Illness (ISIS), Brief Functioning Assessment Scale, General Self-Efficacy Scale were used to collect the data. A semi-structured, 6-session psychoeducation program was applied to the individuals. Descriptive statistics, normality test, correlation analysis, and paired sample test were used to analyze the data The total score of internalized stigma in mental illness showed more change in the experimental group (23.20 ± 10.39) than in the control group (3.34 ± 2.81) (F=212.707 $p<0.001$). The mean total score of internalized stigma in mental illness in the post-test in the experimental group was statistically lower than the pre- test ($p<0.05$). The mean total score of the functionality assessment in the post-test in the experimental group was statistically lower than the pre-test ($p<0.05$). Self-efficacy scale total score scores changed more in the experimental group (9.31 ± 4.53) than in the control group (0.89 ± 2.22) (F=143.116 $p<0.001$). In the experimental group, the mean total score of the self- efficacy scale in the posttest was statistically higher than in the pretest ($p<0.05$). This study demonstrated that solution-focused psychoeducation in bipolar disorder showed high and significant improvements in self-efficacy and internalized stigma.
Keywords: Bipolar disorder, psychoeducation, self-efficacy, functioning, internalized stigma

BİPOLAR BOZUKLUKTA ÇÖZÜM ODAKLI PSİKOEĞİTİMİN ÖZ YETERLİK, İŞLEVSELLİK VE İÇSELLEŞTİRİLMİŞ DAMGALANMA ÜZERİNE ETKİSİ: YARI DENEYSEL BİR ÇALIŞMA

ÖZET
Bu çalışma bipolar bozuklukta çözüm odaklı psikoeğitimin öz yeterlik, işlevsellik ve içselleştirilmiş damgalanma üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Yarı deneysel, kontrol gruplu ön test-son test düzende tasarlanan çalışma, Nisan 2024-Ekim 2024 tarihleri arasında, bipolar bozukluk tanılı hastalar 70 kişi (35 uygulama, 35 kontrol) ile yapılmıştır. Verilerin toplanmasında, Sosyodemografik Bilgi Formu (SBF), Ruhsal Hastalıklarda İçselleştirilmiş Damgalanma Ölçeği (RHİDÖ), Kısa İşlevsellik Değerlendirme Ölçeği, Genel Öz Yeterlik Ölçeği kullanılmıştır. Bireylere yarı yapılandırılmış, 6 oturumluk bir psikoeğitim programı uygulanmıştır. Verilerin analizinde, tanımlayıcı istatistikler, normallik testi, korelasyon analizi, ve paired sample test kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre ruhsal hastalıklarda içselleştirilmiş damgalanma toplam skor puanları deney grubunda (23,20 ± 10,39) kontrol grubundan (3,34 ± 2,81) daha fazla değişim göstermiştir (F=212,707 $p<0,001$).

Deney grubunda son testte alınan ruhsal hastalıklarda içselleştirilmiş damgalanma toplam skor ortalaması ön teste göre istatistiksel olarak düşüktü ($p<0,05$).İşlevsellik değerlendirme toplam skor puanları deney grubunda (12,71 ± 7,23) kontrol grubundan (2,49 ± 2,52) daha fazla değişim göstermiştir ($F=137,752$ $p<0,001$). Fakat deney grubunda son testte alınan işlevsellik değerlendirme toplam skor ortalaması ön teste göre istatistiksel olarak düşüktü ($p<0,05$). Öz yeterlik ölçeği toplam skor puanları deney grubunda (9,31 ± 4,53) kontrol grubundan (0,89 ± 2,22) daha fazla değişim göstermiştir ($F=143,116$ $p<0,001$). Deney grubunda son testte alınan öz yeterlik ölçeği toplam skor ortalaması ön teste göre istatistiksel olarak yüksekti ($p<0,05$). Bu çalışmada, bipolar bozuklukta çözüm odaklı psikoeğitimin öz yeterlik ve içselleştirilmiş damgalanma açısından yüksek ve anlamlı iyileşmeler gösterdiği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bipolar bozukluk, psikoeğitim, öz yeterlik, işlevsellik, içselleştirilmiş damgalanma

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

METHODOLOGICAL CONTRIBUTIONS OF NEUROSCIENCE TO MANAGEMENT AND ORGANIZATIONAL THEORIES WITHIN THE FRAMEWORK OF MIND-BODY PHILOSOPHY

Research Assistant Ph.D. Sinan KIZILTOPRAK
Duzce University, Faculty of Business Administration, Business Administration Department, Duzce, Turkey,
ORCİD: 0000-0002-8017-4881

ABSTRACT
In this study, brain-based experimental and theoretical studies that question the methodologies of the basic theories that come to the fore in management and organizational studies are systematically discussed. In this context, 66 articles and book chapters included in WOS and Scopus screening indexes were subjected to content analysis. According to the results of the content analysis, when considered based on the structural and functional aspects of the brain, managerial and organizational theories are thought to be quite strong and realistic. According to the results of the study, the first important contribution of brain-based approaches to the literature is to support theories developed at the cognitive and behavioral levels. In this context, the main purpose of brain-based studies is to test existing hypotheses and thus to shed the stigma of pseudo-science expressed for these disciplines. In experimental studies, with overcoming problems such as developing appropriate laboratories, designing experiments, developing stimuli, selecting appropriate subjects, etc., revealing the invisible and supporting conceptualizations are prominent contributions in this framework. In addition, it is anticipated that this new approach will eliminate significant problems such as prejudices, pressure, and misleading responses of respondents, which prevent studies from yielding reliable results. Moreover, it also comes to the fore in these studies that data considered to be unimportant can shed light on important information when considered in brain-based studies. All these contributions are of great importance in terms of both the internal consistency and generalizability of the results obtained from brain-based studies.
Furthermore, conceptual dimensions that are difficult to observe with traditional approaches are believed to be more easily observed based on the brain's differential response to events/objects. In addition, this new approach is said to reveal more powerful models or concepts (neuroleadership, neurofeedback). In this context, the fact that the sub-dimensions of conceptual and behavioral phenomena such as organizational justice, empathy, leadership styles, etc. differ significantly in the brain has emerged. While these results provide significant depth to organizational and managerial studies, they also show that concepts that are intertwined in traditional approaches are significantly differentiated from each other. Another conclusion that emerges when the literature is examined is that, instead of being an alternative to traditional approaches, combining brain-based approaches/methods with existing approaches, in other words, developing designs based on the strengths of both approaches, is an important factor in building strong theories.
Keywords: Management, Organization, Brain, Experimentation

ZİHİN-BEDEN FELSEFESİ ÇERÇEVESİNDE SİNİR BİLİMİN YÖNETİM VE ÖRGÜTSEL TEORİLERE YÖNTEMSEL KATKILARI

ÖZET
Bu çalışma da yönetim ve örgütsel çalışmalarda ön plana çıkan temel teorilerin metodolojilerini sorgulayan beyin temelli deneysel ve teorik çalışmalar sistematik bir şekilde ele alınmıştır. Bu kapsam da WOS, Scopus tarama indekslerinde yer alan 66 adet makale ve kitap bölümü içerik analizlerine tabi tutulmuştur. İçerik analizinin sonuçlarına göre beynin yapısallığı ve fonksiyonelliğine dayandırılarak ele alındığında yönetimsel ve örgütsel teorilerin oldukça güçlü ve gerçekçi nitelik kazandığı düşünülmektedir.

Çalışmanın sonuçlarına göre beyin temelli yaklaşımların alan yazına birinci önemli katkısı bilişsel ve davranışsal seviyede geliştirilen teorilere destek olmaktır. Bu bağlamda beyin temelli çalışmaların asıl amacı mevcut hipotezleri test etmek ve böylece bu disiplinler için ifade edilen sözde-bilim damgasından kurtulmasını sağlamaktır. Deneysel çalışmalarda uygun laboratuvarlar geliştirme, deney tasarlama, uyarıcılar geliştirme, uygun denek seçme vb. problemlerin üstesinden gelinmesi ile görünmez olanların ortaya konulması ve kavramsallaştırmalara destek olunması bu çerçevede ön plana çıkan katkılar olarak tezahür etmektedir. Ayrıca bu yeni yaklaşımla cevap vericilerin ön yargıları, baskı, yanıltıcı cevap vermesi gibi çalışmaların sıhhatli sonuçlar vermesini engelleyen önemli problemlerin ortadan kalkacağı öngörülmektedir. Bununla birlikte önemsiz olduğu düşünülen verilerin beyin temelli çalışmalarda ele alındığında önemli bilgilere ışık tutacağı da yine bu çalışmalarda ön plana çıkmaktadır. Tüm bu katkılar, beyin temelli yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçların hem kendi içinde tutarlılığı hem de sonuçların genellenebilmesi açısından büyük önem arz etmektedir. Ayrıca geleneksel yaklaşımlarla gözlemlenmesi zor olan kavramsal boyutların beynin olaylara/nesnelere verdiği tepkimelerin farklılığına dayalı olarak kolay gözlemlendiği düşünülmektedir. Bununla birlikte bu yeni yaklaşımla daha güçlü modeller veya kavramların (nöroliderlik, nöro geribildirim) tezahür ettiği ifade edilmektedir. Bu bağlamda örgütsel adalet, empati, liderlik tarzları vb. kavramsal ve davranışsal olguların alt boyutlarının beyinde önemli ölçüde farklılaştığı gerçeği ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar bir yandan örgütsel ve yönetimsel çalışmalara önemli ölçüde derinlik kazandırırken diğer yandan ise geleneksel yaklaşımlarda birbirine girift olan kavramların birbirinden önemli ölçüde ayrıştığını göstermektedir. Literatür ele alındığında ortaya çıkan bir diğer sonuç ise geleneksel yaklaşımlara alternatif olmanın yerine beyin temelli yaklaşımların/yöntemlerin mevcut yaklaşımlarla kombine edilerek düzenlemenin bir başka ifade ile her iki yaklaşımın güçlü yönlerine dayalı olarak tasarımlar geliştirmelerin güçlü teoriler inşa etme de önemli bir etken olduğudur.

Anahtar Kelimeler: Yönetim, Örgüt, Beyin, Deneysellik

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

CRITIQUE OF THE SUPERHUMAN IN THE RELATIONSHIP BETWEEN LEADERSHIP AND NEUROSCIENCE

Research Assistant Ph.D. Sinan KIZILTOPRAK
Duzce University, Faculty of Business Administration, Business Administration Department, Duzce, Turkey,
ORCİD: 0000-0002-8017-4881

ABSTRACT
In recent years, with the increase in the number of studies that address the brain, called the "black box," with experimental and theoretical approaches, it has been assumed that experiential approaches can be used in management and organizational studies, thus making significant contributions to both the academic community and the business world. The basic assumption here is that the brain will provide very different perspectives in explaining human behavior and discovering the basis of incomprehensible attitudes. In this framework, many research topics have emerged in the last 20 years that can be summarized as theoretical, experimental, philosophical and ethical. In this study 53 articles and book chapters about the use of neuroscience in management and organization studies were examined and the concept that can be defined as "super human" or "achieving the perfect human" was addressed among these studies. As a result of the study, it was observed that the discussion was carried out on leadership studies in the literature. It is seen that concepts such as "inspirational leadership", "transformational leadership", and "resonant leadership", which can be defined as modern or contemporary approaches, come to the fore in the superhuman discussion. The fundamental problem here consists of the following questions: What is the perfect person?, What is the possibility of the criteria of perfection changing or transforming? And in such cases, do the criteria need to be reshaped to achieve more perfection? According to the results of the study, it is seen that these questions have not been fully resolved because the field is newly defined in the literature and the techniques to be used have not been developed in a design manner. In addition, these questions continue to exist as important problems due to the problems that will arise from the manipulation of human nature and the unresolved issues in terms of ethical philosophy.
Keywords: Leadership, Superhuman, Brain

LİDERLİK VE SİNİR BİLİM İLİŞKİSİNDE SÜPER İNSAN ELEŞTİRİSİ

ÖZET
Son yıllarda "kara kutu" olarak adlandırılan beyni deneysel ve teorik yaklaşımlarla ele alan çalışmaların sayısındaki artış ile yönetim ve örgütsel çalışmalarda deneyimsel yaklaşımların kullanılabileceği ve böylece hem akademik camiaya hem de iş dünyasına önemli katkılar sunulacağı varsayılmıştır. Buradaki temel varsayım insan davranışını açıklamak ve anlamlandırılamayan tutumların temellerini keşfetme de beynin çok farklı bakış açıları kazandıracağına yöneliktir. Bu çerçeve de son 20 yıl içerisinde teorik, deneysel, felsefik ve etik olarak özetlenebilecek birçok araştırma konusu ortaya çıkmıştır. Bu çalışma da ise sinirbilimin yönetim ve organizayon çalışmalarda kullanılmasına yönelik oluşturulan 53 adet makale ve kitap bölümü incelemeye tabi tutulmuş ve bu araştırmalarda "süper insan" ya da "mükemmel insana ulaşma" şeklinde tanımlanabilecek kavram üzerinde durulmuştur. Çalışmanın sonucunda söz konusu tartışmanın alan yazında liderlik çalışmaları üzerinde yürütüldüğü gözlemlenmiştir. Özellikle modern ya da çağdaş yaklaşımlar olarak tanımlanabilecek "ilham verici liderlik", "dönüşümcü liderlik", rezonans liderlik" gibi kavramların süper insan tartışmasında ön plana çıktığı görülmektedir. Burada temel sorunsal ise şu sorulardan oluşmaktadır: Mükemel insan nedir?, Mükemmellik kriterlerinin değişme ya da dönüşme ihtimali nedir? ve bu gibi durumlarda daha mükemmele ulaşmak için kriterlerin yeniden şekillendirilmesi mi gerekmektedir. Çalışmanın sonuçlarına göre bu sorular literatürde alanın yeni tanımlanan bir alan olması ve kullanılacak tekniklerin tasarımsal olarak geliştirilmemesi nedeniyle tam anlamıyla çözüme kavuşturulmadığı görülmektedir.

Ayrıca bu sorular insan doğasının manipülasyona uğratılmasının açacağı sorunlar ve etik felsefesi açısından birtakım sorunların çözülmemesi önemli problemler olarak varlığını korumaktadır.
Anahtar Kelimeler: Liderlik, Süper İnsan, Beyin

ÇALIŞMA YAŞAMINDA KALABALIK YALNIZLIK VE DİJİTAL YORGUNLUK: KAMU VE ÖZEL SEKTÖR ÇALIŞANLARI ÜZERİNE NİTEL BİR ARAŞTIRMA

Dr. Öğr. Üyesi Sevda DEMİR
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Osmaniye, Türkiye,
ORCİD: ID/0000-0003-1172-973X

ÖZET
Bu çalışma, dijitalleşmenin hız kazandığı günümüz iş yaşamında ortaya çıkan "dijital yorgunluk" ve "kalabalık yalnızlık" olgularını toplumsal cinsiyet rolleri ve kurum türü (kamu/özel sektör) bağlamında incelemeyi amaçlamaktadır. Literatürde dijital araçların iş süreçlerini kolaylaştırmakla birlikte tükenmişlik, yalnızlık ve aidiyet kaybı gibi psikososyal riskleri de beraberinde getirdiği vurgulanmaktadır. Bu bağlamda çalışma, bireysel deneyimlerin toplumsal ve kurumsal bağlamlarla etkileşimini anlamaya katkı sağlamaktadır. Nitel bir çalışma olarak tasarlanan araştırmanın çalışma grubu, amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilen ve Türkiye'de kamu veya özel sektörde en az beş yıl deneyime sahip 14 çalışandan oluşmaktadır. Katılımcılar, dijital araçları yoğun biçimde kullanan meslek gruplarından seçilmiş ve maksimum çeşitlilik örneklemesi yoluyla farklı yaş, cinsiyet, sektör ve unvanlardan bireyler dâhil edilmiştir. Veriler, Haziran–Temmuz 2025 tarihinde yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla toplanmış; her görüşme ortalama 35–45 dakika sürmüştür. Elde edilen veriler, MAXQDA 2024 yazılımı kullanılarak Braun ve Clarke'ın (2006) yansımalı tematik analiz yaklaşımıyla çözümlenmiştir. Bulgular, dijital araçların iş süreçlerini hızlandırıcı ve kolaylaştırıcı yönleri bulunmakla birlikte, çalışanlarda fiziksel yorgunluk, zihinsel dağınıklık, duygusal tükenmişlik ve iş–özel yaşam sınırlarının silikleşmesi gibi çok katmanlı sonuçlar doğurduğunu göstermektedir. Kamu sektöründe dijitalleşme, bürokratik yavaşlık ve uyum sorunlarıyla, özel sektörde ise performans baskısı ve sürekli erişilebilirlik beklentisiyle karakterize olmuştur. Kadın katılımcılar görünmez ev içi yükler nedeniyle daha yoğun dijital yorgunluk yaşarken; erkek katılımcılar performans ve erişilebilirlik baskısını ön plana çıkarmış, ancak yorgunluk ve yalnızlık duygularını ifade etmede daha çekingen davranmıştır. Sonuç olarak, araştırma dijitalleşmenin çalışan deneyimlerini yalnızca teknik değil, aynı zamanda toplumsal ve psikososyal boyutlarıyla dönüştürdüğünü ortaya koymaktadır. Bulgular, bireysel başa çıkma stratejilerinin sınırlı kaldığını; dijital yorgunluk ve kalabalık yalnızlıkla mücadelede kurumsal düzeyde yapısal destek mekanizmalarının geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.
Anahtar kelimeler: Dijital yorgunluk, Kalabalık yalnızlık, Toplumsal cinsiyet rolleri, Kamu ve özel sektör, Nitel araştırma

CROWDED LONELINESS AND DIGITAL FATIGUE IN WORKING LIFE: A QUALITATIVE STUDY ON PUBLIC AND PRIVATE SECTOR EMPLOYEES

ABSTRACT
This study aims to examine the phenomena of "digital fatigue" and "crowded loneliness" in today's rapidly digitalizing work life, with a particular focus on gender roles and institutional contexts (public/private sector). The literature highlights that while digital tools facilitate work processes, they also generate psychosocial risks such as exhaustion, loneliness, and weakened sense of belonging. In this regard, the study contributes to understanding how individual experiences are shaped by social and institutional contexts. The study group for this qualitative research comprises 14 employees selected through purposive sampling, each with at least five years of experience in the public or private sector in Turkey. Participants were drawn from occupational groups heavily exposed to digital tools, and maximum variation sampling was applied to ensure diversity in age, gender, sector, and professional positions. Data were collected between June and July 2025 through semi-structured interviews, each lasting 35–45 minutes on average. The data were analyzed using MAXQDA 2024 software, following Braun and Clarke's (2006) reflexive thematic analysis.

Findings indicate that although digital tools are perceived as accelerating and facilitating work processes, they also produce multilayered outcomes, including physical fatigue, cognitive overload, emotional exhaustion, and blurred boundaries between work and private life. In the public sector, digitalization was characterized by bureaucratic slowness and adaptation problems, whereas in the private sector it was associated with performance pressure and expectations of constant availability. Female participants reported experiencing digital fatigue more intensely due to the burden of invisible domestic responsibilities, while male participants emphasized performance and accessibility pressures but tended to be more reluctant to articulate feelings of fatigue and loneliness. In conclusion, the study reveals that digitalization transforms employee experiences not only at a technical level but also in social and psychosocial dimensions. The findings suggest that individual coping strategies remain limited, and that institutional-level structural support mechanisms are necessary to address digital fatigue and crowded loneliness effectively.
Keywords: Digital fatigue, Crowded loneliness, Gender roles, Public and private sector, Qualitative research

Giriş

Dijital teknolojilerin iş yaşamına entegrasyonu, bireylerin mekân ve zaman sınırlamalarından bağımsız olarak iletişim kurabilmelerini mümkün kılmakta (Castells, 2010); ancak bu dönüşüm, beraberinde yeni türden psikososyal sorunlar da getirmektedir. Özellikle COVID-19 pandemisi sonrasında yaygınlaşan uzaktan ve hibrit çalışma modelleri, dijital iletişimin hem niceliksel hem de niteliksel olarak artmasına yol açmıştır (Kniffin vd., 2021). Bu gelişmeler, çalışanların dijital araçlara olan bağımlılığını pekiştirmiş; "dijital yorgunluk" (digital fatigue) (Wiederhold, 2020) ve "kalabalık yalnızlık" (crowded loneliness) (Turkle, 2011; Nowland vd., 2018) gibi çok katmanlı deneyimlerin görünür hale gelmesine zemin hazırlamıştır.

Dijital yorgunluk, bireyin sürekli ekran karşısında bulunması, çoklu görev yükü ve kesintisiz dijital etkileşim sonucu yaşadığı zihinsel ve duygusal tükenmişlik hâli olarak tanımlanmaktadır (Wiederhold, 2020; Bennett vd., 2021). Bu tükenmişlik, sınırsız erişilebilirlik beklentisi ve iş-özel yaşam sınırlarının belirsizleşmesiyle daha da derinleşmektedir. Niteliksel olarak artan dijital etkileşimler, bireylerin gün boyu yoğun temas hâlinde olmalarına rağmen duygusal olarak yalnızlık yaşamalarına yol açabilmektedir. Bu çelişkili deneyim, literatürde "kalabalık yalnızlık" kavramı ile açıklanmaktadır. Kalabalık yalnızlık, bireyin fiziksel olarak sosyal bir çevrede bulunmasına rağmen anlamlı sosyal bağlardan yoksun hissetmesiyle karakterize edilmekte ve dijital çağda daha da görünür hale gelmektedir (Turkle, 2011; Hertz, 2021).

Toplumsal cinsiyet rolleri, dijital yorgunluk ve yalnızlık deneyimlerinin şekillenmesinde belirleyici faktörlerden biridir. Kadın çalışanlar, dijital ortamda ev içi sorumluluklarla profesyonel rollerin iç içe geçmesi nedeniyle daha yoğun bir zihinsel yük taşımaktadır (Craig & Churchill, 2021). Buna karşın erkek çalışanlar, dijital erişilebilirlik beklentisi ve kurumsal performans baskısı nedeniyle farklı türde stres faktörleriyle karşılaşmaktadır. Araştırmalar, erkek çalışanların dijital araçlara yönelik daha işlevsel ve görev odaklı bir yaklaşım sergilediklerini, bu sayede duygusal mesafeyi daha fazla koruma eğiliminde olduklarını göstermektedir (Derks vd., 2014).

Kurum türü de dijital deneyimlerin niteliğini ve yoğunluğunu etkileyen önemli bir değişkendir. Kamu sektöründe dijital dönüşümün Weberyen bürokrasi temelli, hiyerarşik ve daha yavaş ilerleyen süreçlerle gerçekleştiği; özel sektörde ise daha esnek, çevik ve rekabetçi dinamiklere dayandığı bilinmektedir (Ciancarini vd., 2023). Bu yapısal farklılıkların çalışanların dijital yüklenme ve yalnızlık deneyimlerini farklı biçimlerde şekillendirdiği düşünülmektedir.

Mevcut Çalışma

Bu araştırma, dijitalleşmenin hız kazandığı günümüz çalışma yaşamında ortaya çıkan "dijital yorgunluk" ve "kalabalık yalnızlık" olgularını, toplumsal cinsiyet rolleri ve kurum türü (kamu/özel sektör) bağlamında incelemeyi amaçlamaktadır. Sosyal yapılandırmacı yaklaşımı temel alan çalışma, bireysel deneyimlerin toplumsal, kültürel ve kurumsal bağlam içinde anlam kazandığını savunmaktadır (Berger & Luckmann, 1966).

Ayrıca teknoloji-toplum etkileşimi kuramları doğrultusunda, dijital teknolojiler yalnızca teknik araçlar değil; aynı zamanda bireylerin yaşam pratiklerini ve sosyal yapıları dönüştüren toplumsal aktörler olarak ele alınmaktadır (Castells, 2010).

Günümüzde bireyler dijital ağlar aracılığıyla yüzlerce kişiyle etkileşim hâlinde olsa da bu kalabalık ortamlar çoğu zaman anlamlı sosyal bağlar sunmamakta, aksine yalnızlık hissini derinleştirmektedir. Kalabalık yalnızlık, bireyin fiziksel olarak sosyal bir çevrede bulunmasına rağmen duygusal izolasyon yaşamasıyla karakterizedir (Hertz, 2021). Türk Dil Kurumu'nun (2024) tanımında da vurgulandığı üzere, dijital ortamlar aracılığıyla inşa edilen kalabalıklar geçici ve yüzeysel etkileşimler sunmakta; bu durum bireyin yalnızlık deneyimini güçlendirmektedir. Cacioppo ve arkadaşları (2009), yalnızlığın sosyal ağlar içinde yayılma eğiliminin, yalnız olmamanın yayılmasından daha güçlü olduğunu ortaya koyarak, yalnızlığın sosyal bulaşıcılık özelliğine dikkat çekmektedir. COVID-19 pandemisi süresince uygulanan sosyal kısıtlamalar, yalnızlık düzeylerinde küresel bir artışa neden olmuştur. Surkalim ve arkadaşlarının (2022) 113 ülkede gerçekleştirdiği meta-analiz, "sorunlu düzeyde yalnızlığın dünya çapında yaygın bir deneyim" olduğunu ortaya koymuştur.

Toplumsal cinsiyet odaklı araştırmalar, dijital yorgunluk ve yalnızlık deneyimlerinin kadınlar ve erkekler arasında farklılık gösterdiğini vurgulamaktadır. Pandemi öncesinde kadınlarda duygusal yalnızlık, erkeklerde ise sosyal yalnızlık daha yaygınken (Bonsaksen vd., 2021), pandemi döneminde özellikle kadınların yalnızlık düzeylerinde belirgin bir artış gözlenmiştir (Entringer & Gosling, 2022; Lepinteur vd., 2022; Arpino vd., 2022; Wickens vd., 2021). Ayrıca istihdam durumunun da yalnızlık üzerinde etkili olduğu, işsiz bireylerin daha yüksek düzeyde yalnızlık yaşadığı farklı çalışmalarda ortaya konmuştur (Bu vd., 2020; Hoffart vd., 2020; Lim vd., 2022).

Dijital yorgunluk, teknolojik araçlara sürekli maruz kalmanın sonucu olarak ortaya çıkan zihinsel, fiziksel ve duygusal tükenmişlik durumudur. Dijital işyeri teknolojilerinin getirdiği talepler—hiper-bağlılık, çevrimiçi olma zorunluluğu ve teknolojik aşırı yük—çalışanların tükenmişlik düzeylerini artırmaktadır (Marsh vd., 2024). Craig ve Churchill (2021)), dijitalleşmenin kadınlar açısından ev içi ve profesyonel rollerin iç içe geçmesine neden olduğunu ve bu durumun tükenmişliği artırdığını belirtmektedir. Öte yandan Derks ve arkadaşları (2014), erkek çalışanların dijital performans baskısını daha yoğun hissettiklerine dikkat çekmektedir.

Kurum türüne göre dijitalleşme biçimleri de farklı deneyimler doğurmaktadır. Özel sektör, daha hızlı ve esnek dijital çözümlerle çalışanlarda yoğun dijital maruziyet yaratırken; kamu sektörü daha geleneksel ve bürokratik dijitalleşme pratiklerine sahiptir. Bu bağlamda çalışanların tükenmişlik ve yalnızlık deneyimleri kurum türüne göre farklılaşabilmektedir (Xu vd., 2025). Bu çerçevede çalışma, aşağıdaki sorulara yanıt aramaktadır:

1. Dijitalleşme, çalışanların iş süreçleri, iş-özel yaşam dengesi ve genel çalışma deneyimlerini nasıl etkilemektedir?
2. Çalışanlar, dijitalleşen iş yaşamında "kalabalık yalnızlık" olgusunu nasıl tanımlamakta ve deneyimlemektedir?
3. Çalışanlar dijital yorgunluğu nasıl algılamakta ve bununla başa çıkmak için hangi stratejileri uygulamaktadır?
4. Kadın ve erkek çalışanların toplumsal cinsiyet rollerinden kaynaklanan farklılıkları ile sektörel farklılıklar, dijital yorgunluk ve kalabalık yalnızlık deneyimlerini nasıl şekillendirmektedir?
5. Kurumlar dijital yorgunluk ve yalnızlık sorunlarına karşı nasıl stratejiler geliştirmektedir? Çalışanlar her iki olgu için de bireysel düzeyde hangi başa çıkma yöntemlerini kullanmaktadır?

Yöntem

Araştırma Deseni

Bu çalışma, kamu ve özel sektör çalışanlarının dijital yorgunluk ve kalabalık yalnızlık deneyimlerini toplumsal cinsiyet perspektifiyle anlamayı amaçlayan nitel bir araştırmadır.

Örneklem

Araştırmanın çalışma grubunu, amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilen ve Türkiye'de kamu veya özel sektörde en az beş yıllık deneyime sahip 14 çalışan oluşturmaktadır.

Katılımcılar, dijital araçları (e-posta, kurumsal iletişim platformları, sosyal medya, çevrim içi toplantı uygulamaları vb.) yoğun biçimde kullanan ve dijital etkileşimlere maruz kalan kişiler arasından seçilmiştir. Çeşitli yaş, cinsiyet, sektör ve unvan düzeylerinden bireylerin dahil edilmesine özen gösterilmiş ve bu doğrultuda maksimum çeşitlilik örneklemesi (Patton, 2002) tercih edilmiştir. Katılımcıların cinsiyet dağılımı, toplumsal cinsiyetin deneyim üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı biçimde inceleyebilmek amacıyla dengelenmiştir. Bu örneklem yapısı, toplumsal cinsiyet ve kurumsal bağlamların dijital yorgunluk ve yalnızlık deneyimlerine etkisini nitel olarak karşılaştırmalı biçimde analiz etme imkânı sağlamaktadır.

Örneklem büyüklüğü, Malterud ve arkadaşlarının (2016) geliştirdiği "information power" yaklaşımı doğrultusunda belirlenmiştir. Araştırmanın odaklı yapısı, katılımcıların konuya özgü bilgi üretme kapasiteleri, kuramsal çerçevenin sağlamlığı ve görüşmelerin kalitesi gibi faktörler, az sayıda katılımcı ile derinlemesine analiz yapılabilmesine olanak tanımıştır. Görüşmelerden elde edilen verilerde tekrarlayan temaların ortaya çıkması ve veri doygunluğuna ulaşılmasıyla birlikte örnekleme süreci sonlandırılmıştır.

Katılımcılar; öğretmen, akademisyen, bankacı, müşteri temsilcisi, insan kaynakları uzmanı, kurumsal iletişim personeli, içerik üreticisi ve ofis çalışanı gibi dijital araçlara yoğun biçimde maruz kalan meslek gruplarından seçilmiştir. Bu sayede, hem dijital yorgunluk hem de kalabalık yalnızlık olgularını deneyimleme potansiyeli yüksek bireylere ulaşılmıştır.

Veri Toplama

Veriler, araştırma soruları ve kuramsal arka plan doğrultusunda oluşturulan yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla Haziran- Temmuz 2025 aralığında toplanmıştır. Görüşmeler yüz yüze ve çevrim içi yöntemlerle birebir gerçekleştirilmiş olup, her biri ortalama 35–45 dakika sürmüştür. Katılımcıların izniyle ses kaydı alınmış ve görüşmeler ayrıntılı biçimde çözümlenmiştir. Görüşme formu; dijital iş yükü, sosyal izolasyon, toplumsal roller, kurum kültürü ve başa çıkma stratejileri gibi tematik alanları kapsamaktadır.

Veri Analizi

Toplanan veriler, MAXQDA 2024 nitel veri analiz yazılımı kullanılarak çözümlenmiştir. Kodlama süreci, Braun ve Clarke'ın (2006) geliştirdiği yansımalı tematik analiz (Reflexive Thematic Analysis) yaklaşımına dayandırılmıştır. İlk aşamada açık kodlama yapılmış, ardından kodlar içerik benzerliklerine göre temalar altında gruplanmıştır. Analiz süreci, hem tümevarımcı (inductive) hem de kuramsal duyarlılık içeren (theory-informed) bir yaklaşımla yürütülmüştür. Bulgular, katılımcı alıntılarıyla desteklenerek betimsel zenginlik sağlanmıştır.

Etik

Araştırma, ilgili üniversitenin etik kurulundan onay alınarak yürütülmüştür (Etik Kurul Onayı No: 14.04.2025/E.229167). Veri toplama sürecinde etik ilkelere titizlikle uyulmuştur. Katılımcılara araştırmanın amacı ve süreçleri hakkında bilgilendirme yapılmış, yazılı onam alınmış ve tüm veriler anonimleştirilmiştir (ör. K1, K2).

Bulgular

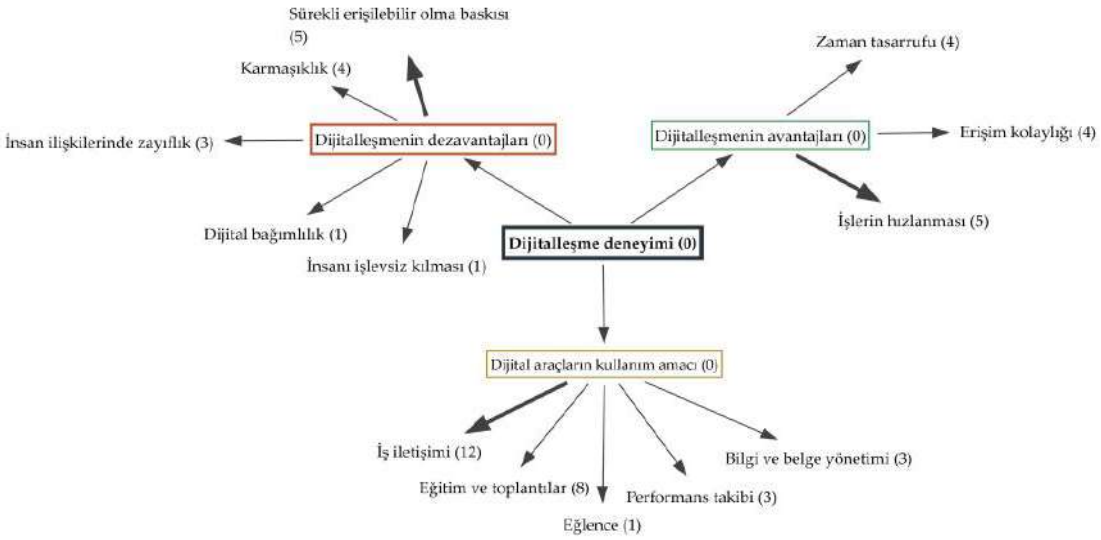
Araştırma bulguları, katılımcıların dijitalleşen iş yaşamına ilişkin algı ve deneyimlerini çok boyutlu olarak ortaya koymaktadır. MAXQDA programı ile gerçekleştirilen kodlama süreci sonucunda, çalışan görüşleri içerik benzerlikleri doğrultusunda belirli temalar altında sistematik bir şekilde sınıflandırılmıştır.

Tablo 1. Katılımcıların demografik özellikleri ve kullandıkları dijital araçlar

	Cinsiyet/ Yaş	**Medeni Durum/ Çocuk Sayısı**	**Sektör/ Tecrübe (Yıl)**	**Günlük Ortalama Dijital Araç Kullanım Süresi**	**Kullanılan Dijital Araçlar**
K1	E/45	E/3	Özel/19	8 saat+	zoom/teams/Google meet, whatsApp/slack, sosyal medya(instagram, Linkedln)
K2	E/44	E/2	Kamu/23	5 saat	zoom/teams/Google meet, whatsApp/slack, sosyal medya(instagram, Linkedln
K3	E/33	E/2	Kamu/10	5 saat +	whatsApp/slack, e_posta, sosyal medya(instagram, Linkedln)
K4	K/45	E/3	Kamu/27	5 saat+	zoom/teams/Google meet, whatsApp/slack, e posta, sosyal medya(instagram, Linkedln)
K5	K/25	E/1	Özel/7	9 saat	zoom/teams/Google meet, whatsApp/slack,e posta, sosyal medya(instagram, Linkedln)
K6	E/34	B/0	Özel/15	5 saat	zoom/teams/Google meet, whatsApp/slack, e posta, Kurumsal portal/yazılımlar, sosyal medya(instagram, Linkedln)
K7	K/29	B/0	Kamu/6	8 saat+	zoom/teams/Google meet, whatsApp/slack, e posta, Kurumsal portal/yazılımlar, sosyal medya(instagram, Linkedln)
K8	E/54	E/3	Kamu/30	6 saat	zoom/teams/Google meet, whatsApp/slack, e posta, Kurumsal portal/yazılımlar, sosyal medya(instagram, Linkedln)
K9	K/35	E/1	Özel/9	8 saat+	zoom/teams/Google meet, whatsApp/slack, e posta, Kurumsal portal/yazılımlar, sosyal medya(instagram, Linkedln)
K10	K/33	B/0	Özel/9	8 saat+	zoom/teams/Google meet, whatsApp/slack, e posta, Kurumsal portal/yazılımlar, sosyal medya(instagram, Linkedln)
K11	K/38	E/2	Özel/13	8 saat+	zoom/teams/Google meet, whatsApp/slack, e posta, Kurumsal portal/yazılımlar, sosyal medya(instagram, Linkedln)
K12	E/45	E/3	Kamu/18	8 saat+	zoom/teams/Google meet, whatsApp/slack, e posta, Kurumsal portal/yazılımlar, sosyal medya(instagram, Linkedln)
K13	K/42	B/1	Özel/20	8 saat+	zoom/teams/Google meet, whatsApp/slack, e posta, Kurumsal portal/yazılımlar, sosyal medya(instagram, Linkedln)
K14	E/31	E/1	Kamu/8	8 saat+	zoom/teams/Google meet, whatsApp/slack, e posta, Kurumsal portal/yazılımlar, sosyal medya(instagram, Linkedln)

Tablo 1, katılımcıların demografik özelliklerini ve yoğun olarak kullandıkları dijital araçları göstermektedir. Çalışmaya katılan 14 kişi, 24-54 yaş aralığında olup, 7'si kamu, 7'si ise özel sektörde çalışmaktadır. Medeni durum açısından katılımcıların çoğunluğu evlidir ve büyük bir kısmının çocuk sahibi olduğu belirlenmiştir. Çalışma süreleri 6 ila 30 yıl arasında değişen katılımcıların dijital ortamlarda geçirdikleri süre ise günlük ortalama 5 ile 9 saat arasında yoğunlaşmaktadır.
Katılımcıların neredeyse tamamı çevrim içi toplantı uygulamalarını (Zoom, Microsoft Teams, Google Meet) aktif biçimde kullanmakta; iş ve sosyal iletişim için ise WhatsApp ve Slack gibi mesajlaşma platformlarına yoğun şekilde başvurmaktadırlar. Ayrıca e-posta, kurumsal portal/yazılım sistemleri ve sosyal medya araçları (Instagram, LinkedIn) günlük iş akışlarının vazgeçilmez parçaları haline geldiği görülmektedir. Bu çeşitlilik, dijitalleşmenin hem profesyonel hem de kişisel yaşam pratiklerine nüfuz ettiğini göstermektedir. Dolayısıyla katılımcıların deneyimlerinin, dijital yorgunluk ve kalabalık yalnızlık olgularının toplumsal cinsiyet, sektör ve kurum türü açısından karşılaştırmalı olarak incelenmesine olanak tanıdığı söylenebilir.

Tema 1: Dijitalleşmenin çalışan deneyimine yansımaları
Şekil 1 de, katılımcıların dijitalleşme deneyimlerine ilişkin kod ağı sunulmakta ve araştırma sorusu (*Dijitalleşme, çalışanların iş süreçleri, iş-özel yaşam dengesi ve genel çalışma deneyimlerini nasıl etkilemektedir?)* doğrultusunda elde edilen bulguların bütüncül bir çerçevede değerlendirilmesine imkân tanımaktadır.



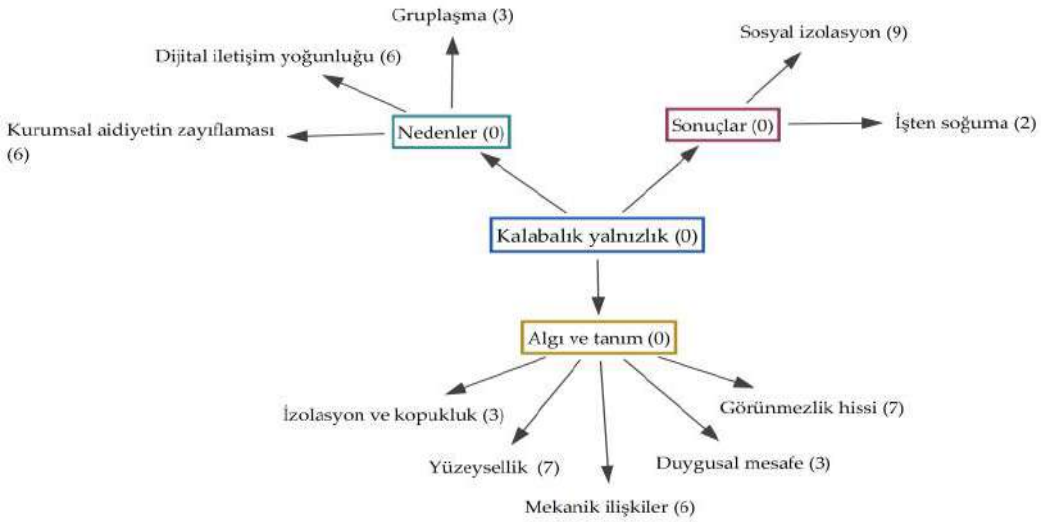
Şekil 1: Dijitalleşme deneyiminin çok boyutlu görünümü

Katılımcılar, dijital araçları yalnızca iletişim için değil, aynı zamanda iş takibi, belge yönetimi ve kurumsal koordinasyon amacıyla da yoğun biçimde kullanmaktadır. Özellikle EBYS gibi elektronik belge yönetim sistemleri, WhatsApp ve e-posta gibi araçlar, hem resmi süreçlerin yürütülmesinde hem de günlük iş akışının hızlandırılmasında işlevsel bulunmuştur. Bu durum dijital araçların çalışanlar için yalnızca teknik birer iletişim aracı değil, aynı zamanda kurumsal işleyişin vazgeçilmez bileşenleri haline geldiğini göstermektedir. Öte yandan Şekil 1'de sunulduğu üzere katılımcıların deneyimleri, dijitalleşmenin hem avantajlarını hem de dezavantajlarını içeren çok boyutlu bir yapı arz etmektedir. Katılımcıların ifadeleri, dijital araçların iş süreçlerini hızlandırıcı ve kolaylaştırıcı yönleriyle öne çıktığını göstermektedir. Özellikle zaman tasarrufu, belgelere erişimdeki hız ve iletişimdeki etkinlik, dijitalleşmenin en sık vurgulanan avantajları arasında yer almaktadır. Örneğin, K1 dijital araçların işini ziyadesiyle kolaylaştırdığını belirtirken; K3 ve K12 gibi kamu çalışanları, belgelerin elektronik ortama aktarılmasıyla birlikte işlerin daha etkin yürütüldüğünü ifade etmiştir. Bu tür görüşler, dijital araçların çalışanlar nezdinde verimlilik sağlayan temel unsurlar olarak algılandığını ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte, katılımcılar dijital araçların olumlu yanlarına rağmen tükenmişlik yaratan boyutlarına da dikkat çekmiştir. K13'ün "*mesai bitti diye bir şey kalmadı*" sözleri, dijitalleşmenin iş-özel yaşam sınırını belirsizleştirerek çalışanların kişisel alanlarını ihlal ettiğini göstermektedir. Benzer şekilde K12'nin "*ruhum yoruldu, her şey daha hızlı ama daha çok stresli*" ifadesi, dijital hızın beraberinde getirdiği zihinsel ve duygusal yükü açık biçimde yansıtmaktadır. Bu görüşler, dijitalleşmenin yalnızca verimlilik değil aynı zamanda yorgunluk ve stres üretici bir süreç olarak deneyimlendiğine işaret etmektedir.

Tema 2: Kalabalık yalnızlık deneyimi

Şekil 2 de, katılımcıların kalabalık yalnızlık deneyimlerine ilişkin kod ağı sunulmaktadır. Araştırma sorusu (*Çalışanlar, dijitalleşen iş yaşamında "kalabalık yalnızlık" olgusunu nasıl tanımlamakta ve deneyimlemektedir?)* doğrultusunda elde edilen bulgular bütüncül bir çerçevede değerlendirilmiştir.



Şekil 2: Katılımcıların kalabalık yalnızlık deneyimlerine ilişkin algı- tanım, nedenler ve sonuçlar kod ağı

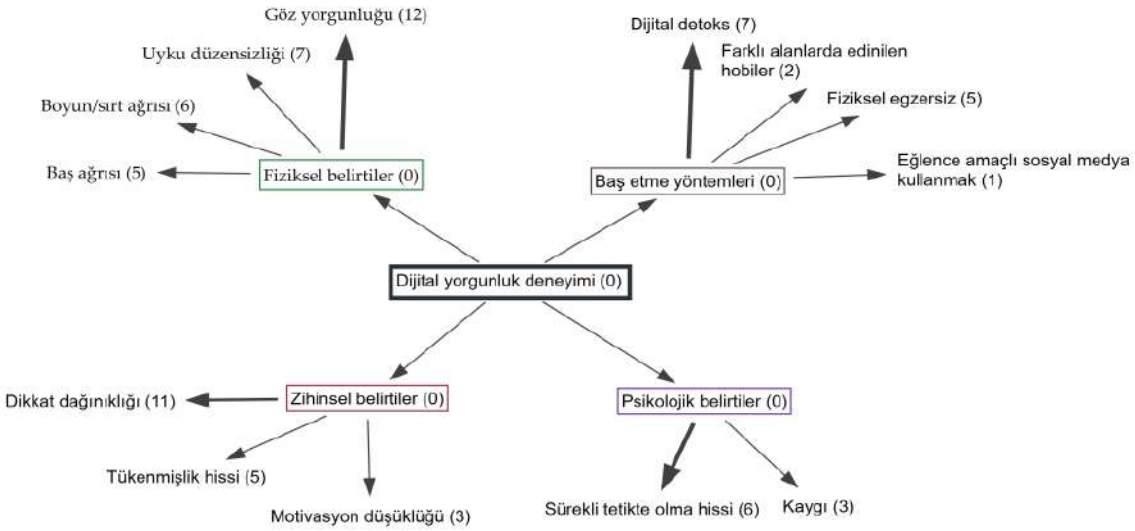
Katılımcılar kalabalık yalnızlığı çoğunlukla yüzeysellik, görünmezlik hissi ve mekanik ilişkiler üzerinden tanımlamışlardır. K14, "*Artık sistemsiz bir işlem yapmak mümkün değil, her şey izleniyor. İnsan kendini yalnız değil, aynı zamanda kontrol altında hissediyor*" sözleriyle dijitalleşmenin bir denetim mekanizmasına dönüştüğünü, bunu da duygusal kopukluğu artırdığını belirtmiştir. K9 ise dijital etkileşimleri "*mekanik işler*" olarak nitelendirmiş, bu ortamda gerçek bağların yerini formal ve yüzeysel ilişkilerin aldığını vurgulamıştır.

Katılımcılar, özellikle dijital iletişim yoğunluğu ve kurumsal aidiyet duygusunun zayıflaması üzerinden kalabalık yalnızlık hissettiklerini belirtmiştir. Örneğin K7, "*Gün boyu toplantılardayız ama bir süre sonra kimseyi tanımıyor gibi hissediyorum*" diyerek dijital etkileşimlerin yüzeysel ve doyumsuz niteliğini vurgulamıştır. Benzer biçimde K4, dijital süreçlerin kurumsal aidiyet bağlarını zayıflattığını dile getirmiştir.

Kalabalık yalnızlığın en görünür sonucu sosyal izolasyon olarak öne çıkmaktadır. K10'un "*Durduğum an bir şey kaçırıyormuşum gibi hissediyorum"* ifadesi, sürekli çevrim içi olmanın paradoksal biçimde yalnızlık ve yetersizlik duygusunu pekiştirdiğini göstermektedir. Bazı katılımcılar bu durumun işten soğuma ve motivasyon kaybına yol açtığını da ifade etmiştir.

Tema 3: Dijital yorgunluk deneyimi

Şekil 3'te katılımcıların dijital yorgunluk deneyimlerine ilişkin kod ağı sunulmaktadır. Araştırma sorusu "*Çalışanlar dijital yorgunluğu nasıl algılamakta ve bununla başa çıkmak için hangi stratejileri uygulamaktadır?*" doğrultusunda elde edilen bulgular, fiziksel belirtiler, zihinsel belirtiler, psikolojik belirtiler ve bireysel başa çıkma stratejileri olmak üzere dört ana boyutta değerlendirilmiştir.

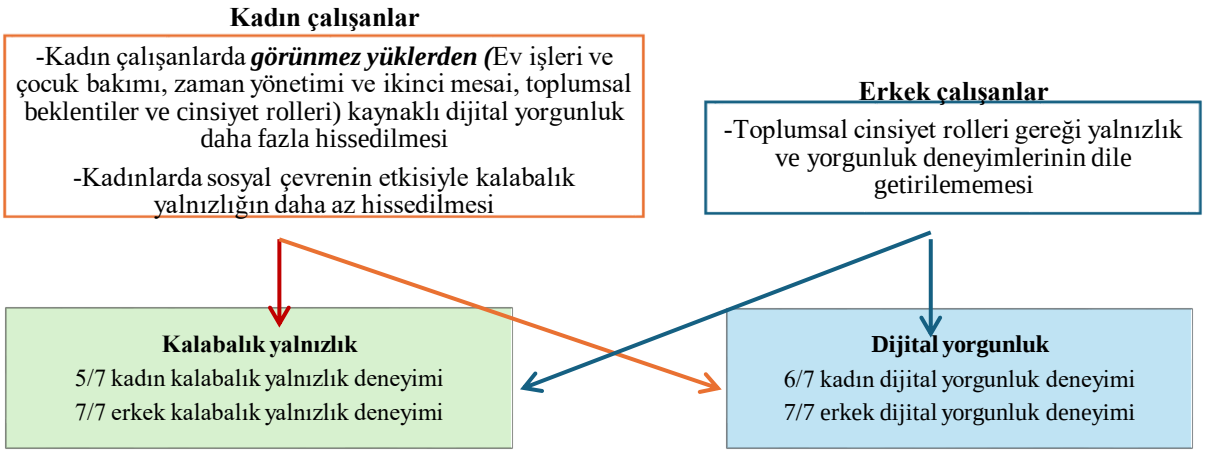


Şekil 3. Katılımcıların dijital yorgunluk deneyimlerine ilişkin belirtiler ve bireysel başa çıkma stratejileri kod ağı

Katılımcıların büyük bölümü, dijitalleşmenin yarattığı yoğun ekran kullanımının bedensel yorgunluklara neden olduğunu vurgulamıştır. K7, "*Saatlerce bilgisayar başında kalmaktan gözlerim yanıyor, başım ağrıyor, boynum tutuluyor. Artık günün sonunda resmen tükenmiş gibi hissediyorum*" sözleriyle dijital yorgunluğun fiziksel yükünü açıkça dile getirmiştir. Benzer biçimde K9, uzun süreli çevrim içi kalmanın uyku düzenini bozduğunu belirterek "*Geceleri kafamı toparlayamıyorum, ekrana bakmaktan uykuya dalamıyorum*" ifadesini kullanmıştır. Katılımcıların aktarımlarında zihinsel yorgunluk, dikkat dağınıklığı ve unutkanlık sıkça öne çıkmıştır. K13, "*Bir toplantıdan çıkıp diğerine giriyorum, sürekli bir şeylere yetişmeye çalışmaktan artık odaklanamaz hale geldim*" sözleriyle bu durumu betimlerken; K10, bitmek bilmeyen bildirimleri kastederek "*Telefon susmuyor, bir yerden bir şey kaçıracakmışım gibi hissediyorum. Bu yüzden zihnim hiç dinlenmiyor*" şeklinde konuşmuştur. Bu tür ifadeler, dijital ortamın zihinsel kapasite üzerinde yarattığı sürekli baskıyı gözler önüne sermektedir. Dijital yorgunluğun en çarpıcı boyutlarından biri, katılımcıların duygusal durumlarındaki olumsuz değişimlerdir. K12'nin "*Ruhum yoruldu, her şey daha hızlı ama daha çok stresli*" ifadesi, dijital hızın yarattığı tükenmişliği güçlü bir şekilde yansıtmaktadır. K11 ise "*Artık işime eskisi kadar bağlı hissetmiyorum, motivasyonum düştü ve kendimi yabancılaşmış gibi hissediyorum*" diyerek psikolojik düzeydeki kopuşu ortaya koymuştur. Bu görüşler, dijital yorgunluğun bireylerde yalnızca fiziksel değil, aynı zamanda derin bir duygusal tükenmişlik yarattığını göstermektedir. Katılımcılar, yaşadıkları dijital yorgunluğu azaltmak için çeşitli kişisel yöntemler geliştirmiştir. K5, "*Belirli saatlerde telefonumu sessize alıyorum, çevrim dışı kalmaya çalışıyorum. Yoksa kafam hiç durmuyor*" sözleriyle kendi sınırlarını çizmeye çalıştığını belirtmiştir. K8, "*Spor yapmak, yürüyüşe çıkmak ve ailemle vakit geçirmek bana iyi geliyor, yoksa sürekli ekran başında kafayı yiyorum*" diyerek sosyal ve fiziksel aktivitelerin önemini vurgulamıştır. K4 ise zaman yönetimine dikkat çekerek "*İşin bittiği saat belli olmalı, ben kendime program yapıp buna uymaya çalışıyorum*" ifadesini kullanmıştır.
Bulgular, dijital yorgunluğun çalışanlar açısından çok katmanlı bir deneyim olduğunu göstermektedir. Katılımcılar hem fiziksel, hem zihinsel hem de psikolojik düzeyde tükenmişlik yaşamakta; buna karşın kendi bireysel stratejileriyle bu süreci yönetmeye çalışmaktadır. Ancak ifadelerden açıkça görülmektedir ki bu stratejiler, yorgunluğu tamamen ortadan kaldırmaktan çok, geçici olarak hafifletmeye yöneliktir.

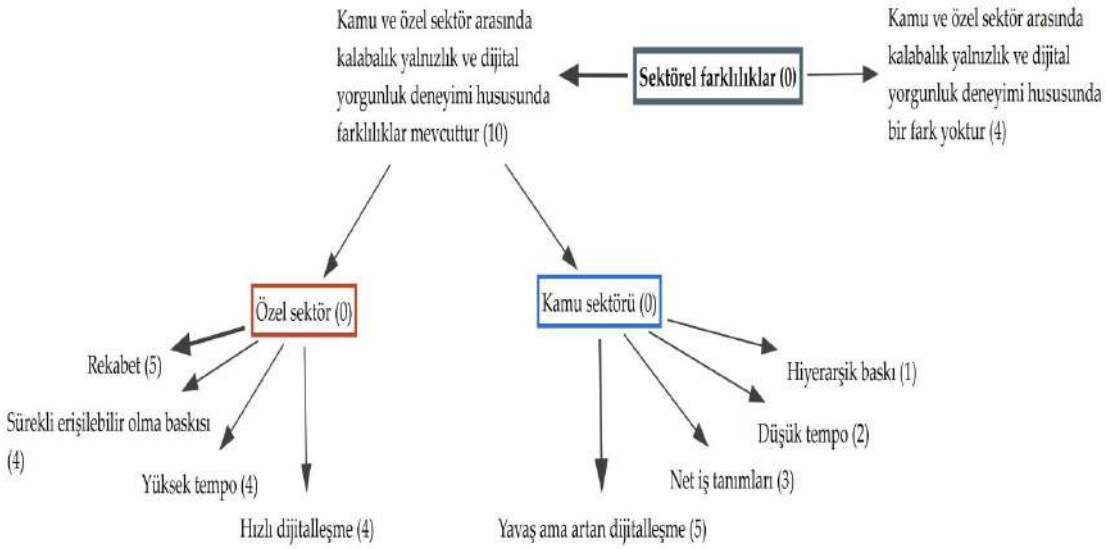
Tema 4: Deneyim farklılıkları-Toplumsal cinsiyet rolleri
Şekil 4'te, katılımcıların kalabalık yalnızlık ve dijital yorgunluk deneyimlerine dair toplumsal cinsiyet rolleri temelinde ortaya çıkan farklılıklar sunulmaktadır.

Araştırma sorusu *(Kadın ve erkek çalışanların toplumsal cinsiyet rollerinden kaynaklanan farklılıkları ile sektörel farklılıklar, dijital yorgunluk ve kalabalık yalnızlık deneyimlerini nasıl şekillendirmektedir?)* doğrultusunda elde edilen bulgular, görünmez yükler, beklentiler ve kurumsal bağlam farklılıkları çerçevesinde değerlendirilmiştir.



Şekil 4. Toplumsal cinsiyet rolleri- Deneyim farklılıkları

Kadın katılımcılar, ev içi sorumluluklarla iş yaşamının iç içe geçmesinden kaynaklı yoğun bir dijital tükenmişlik yaşadıklarını belirtmiştir. K5, "*Bir kadın girişimci olarak evime çocuğuma ve eşime yetişemiyorum, yetemiyorum. Sürekli ertelediğim ya da ertelemek zorunda olduğum işlerin birikmesi beni fiziksel ve mental olarak çok yoruyor nedenle erkek çalışanların kadın çalışanlara göre daha az sorumluluğu olduğunu düşünüyorum. Dijital araçlar işimizin bir parçası olsa da aşırı kullanımdan gerçekten çok huzursuzum. Sanırım yalnızlık duygusu yaşamak istiyorum. Ama kalabalıklar içinde yalnız kalmaktan bahsetmiyorum. Zihnen çok yorgun hissettiğim için insan görmek istemiyorum.*" Sözleriyle bu baskıyı dile getirmiştir. K11 ise "*İş bitse de telefon susmuyor, annelik ve ev işleri zaten bekliyor. Kendime ayıracak vakit kalmıyor*" diyerek görünmez yüklerin dijital yorgunluğu katladığını vurgulamıştır. Bu ifadeler, kadın çalışanların tükenmişlik deneyimlerinin yalnızca iş kaynaklı değil, aynı zamanda toplumsal rollerle pekiştirildiğini göstermektedir. Erkek katılımcılar ise daha çok performans, rekabet ve dijital erişilebilirlik baskısına dikkat çekmiştir. K13, "*Mesai bittiğinde de mesaj geliyor, açmazsam iş aksıyor. Hep online olmak zorundayım*" diyerek kesintisiz erişim beklentisini öne çıkarmıştır. K8, "*Hızlı cevap vermek zorundasın, sürekli göz önündesin, hata yaparsan hemen fark ediliyor*" ifadesiyle performans baskısının dijital ortamda daha da yoğun hissedildiğini aktarmıştır.
Bulgular, toplumsal cinsiyet rollerinin katılımcıların deneyimlerini yalnızca şekillendirmekle kalmadığını, aynı zamanda bu deneyimlerin ifade edilme biçimini de belirlediğini göstermektedir. Erkek katılımcılar, toplumsal roller gereği dijital yorgunluk ve yalnızlık duygularını açıkça dile getirmekte daha mesafeli kalmışlardır. Bu durum, erkeklerin yaşadıkları tükenmişlik ve izolasyonu görünür kılmakta zorlandıklarını, çoğunlukla performans ve erişilebilirlik baskısı üzerinden konuşmayı tercih ettiklerini ortaya koymaktadır. Kadın katılımcılar ise görünmez ev içi yükler nedeniyle dijital yorgunluğu daha yoğun yaşamaktadır; ancak sosyal çevre desteği, bu grubun kalabalık yalnızlığı erkeklere kıyasla daha az hissetmesine imkân tanıyabilmektedir.

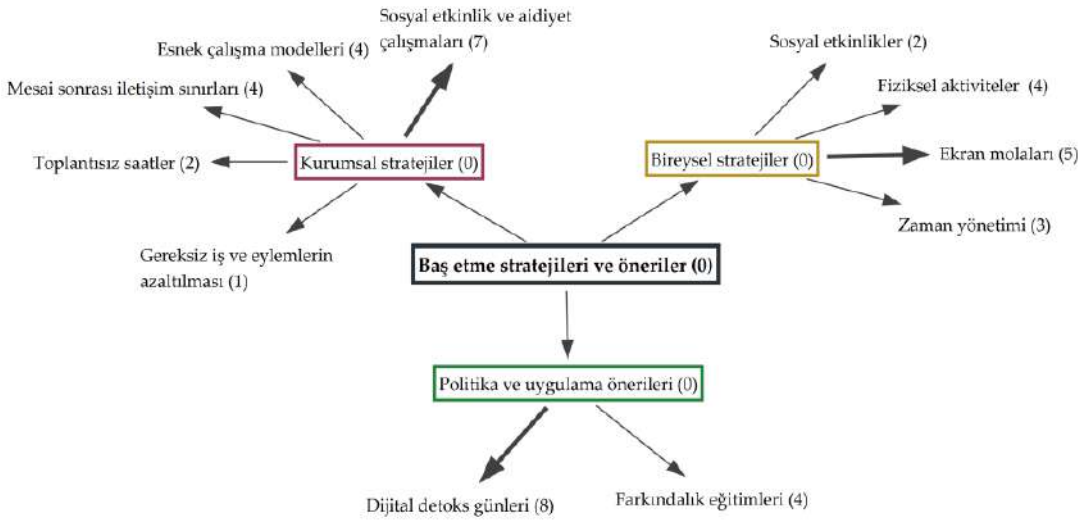


Şekil 5. Sektörel farklılıklar- Deneyim farklılıkları

Bulgular, katılımcıların büyük çoğunluğunun (n=10) kamu ve özel sektör arasında dijital yorgunluk ve kalabalık yalnızlık deneyimlerinde farklılıklar olduğunu düşündüklerini, ancak bazı katılımcıların (n=4) bu tür bir ayrımın belirgin olmadığını ifade ettiklerini göstermektedir. Sektörel farka dikkat çeken katılımcılar, özel sektördeki rekabet, yüksek tempo ve sürekli erişilebilir olma baskısına dikkat çekerek, bu durumun yoğun bir dijital yorgunluk yarattığını belirtmişlerdir. Örneğin K11, "Özel sektörde hep daha fazla, daha hızlı, her an ulaşılabilir olmak zorundasınız" ifadesiyle bu baskıyı vurgulamıştır. Benzer şekilde K10, pazarlama alanındaki görünürlük baskısını dile getirerek "*Her an ulaşılabilir olmak, her gelişmeye ilk tepkiyi vermek zorundaymışız gibi hissediyorum*" sözleriyle özel sektördeki tükenmişlik hissini ortaya koymuştur. Buna karşılık kamu sektöründe çalışanlar, net iş tanımları ve görece düşük temponun koruyucu bir rol oynadığını, ancak yavaş dijitalleşme ve hiyerarşik baskının farklı türde bir yorgunluk yarattığını ifade etmişlerdir. Nitekim K14, "*Özel sektörde esneklik daha çok ama bizde katılık daha fazla; bu da yorgunluğun biçimini değiştiriyor*" sözleriyle bu farklılığı dile getirmiştir. Benzer şekilde K8 "…*insanlar iş arkadaşlarını ekran isimleriyle hatırlamakta…*" ifadesiyle, kamu sektöründe pandemi sonrası dijitalleşmenin hız kazanmasıyla birlikte ilişkilerin yüzeyselleştiğini, bir bağsızlık ortamının oluştuğunu belirtmiştir. Bu sonuçlar, sektör farklılıklarının dijital yorgunluğun niteliğini ve yoğunluğunu biçimlendirdiğini ortaya koymaktadır.

Tema 5: Kurumsal stratejiler ve bireysel başa çıkma mekanizmaları

Şekil 6'da katılımcıların kalabalık yalnızlık ve dijital yorgunluk deneyimlerine ilişkin başa çıkma stratejileri ile kurum ve politikalara yönelik önerileri sunulmaktadır. Araştırma sorusu (*Kurumlar dijital yorgunluk ve yalnızlık sorunlarına karşı nasıl stratejiler geliştirmektedir? Çalışanlar her iki olgu için de bireysel düzeyde hangi başa çıkma yöntemlerini kullanmaktadır?)* doğrultusunda elde edilen bulgular bütüncül bir çerçevede değerlendirilmiştir.



Şekil 6. Baş etme stratejileri ve öneriler

Katılımcılar, kurumların dijital yorgunluk ve yalnızlıkla mücadelede çoğunlukla yetersiz kaldığını belirtmekle birlikte, bu alanda uygulanabilecek çeşitli stratejilere dikkat çekmiştir. Mevcut durumda bazı kurumlarda hiçbir girişim olmadığı ifade edilirken (K3, K9), bazı kurumlarda ise sınırlı da olsa destekleyici uygulamaların yer aldığı görülmektedir (K8, K12). Katılımcıların önerileri arasında ise özellikle sosyal etkinlikler ve aidiyet çalışmalarının artırılması, esnek çalışma modellerinin geliştirilmesi, mesai sonrası iletişim sınırlarının netleştirilmesi, toplantısız saatlerin belirlenmesi ve gereksiz iş yükünün azaltılması öne çıkmaktadır. Örneğin K11, "*Sürekli toplantı yerine haftada bir net toplantı olsa, geri kalan zamanda işimize odaklansak çok daha verimli oluruz*" diyerek bu ihtiyaca dikkat çekmiştir.

Katılımcılar bireysel olarak, dijital yorgunlukla başa çıkabilmek için kendi sınırlarını çizme ve farkındalık geliştirme yönünde adımlar attıklarını belirtmiştir. K5, "*Belli saatlerden sonra telefonumu kapatıyorum, küçük de olsa dijital detoks yapıyorum"* derken; K14, "*Çevrim içi ortamın dışına çıkıp yüz yüze buluşmalar ayarladığımda yalnızlık duygum azalıyor*" sözleriyle yalnızlığa karşı geliştirdiği kişisel çözümü paylaşmıştır. Fiziksel egzersizler, ekran kullanımını sınırlama ve çevrim dışı sosyalleşme en çok öne çıkan bireysel stratejilerdir.

Katılımcılar, dijital yorgunluk ve kalabalık yalnızlığın yalnızca bireysel çabalarla aşılabilecek sorunlar olmadığını, kurumsal ve toplumsal düzeyde politika geliştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Bu doğrultuda özellikle dijital detoks günlerinin uygulanması, çalışanlara yönelik farkındalık eğitimlerinin düzenlenmesi ve mesai saatleri dışında iletişimin sınırlandırılmasına ilişkin yasal çerçevelerin oluşturulması önerilmiştir. K12'nin "*Mesai sonrası iletişimin sınırlandırılması yasal zorunluluk haline gelmeli*" ifadesi, bu beklentiyi açık biçimde ortaya koymaktadır.

Bulgular, çalışanların hem mevcut sorunları dile getirdiklerini hem de çözüm önerileri geliştirdiklerini göstermektedir. Ancak bu önerilerin büyük ölçüde henüz hayata geçirilmediği, uygulamaların çoğunlukla bireysel çabalara veya sınırlı kurumsal girişimlere dayandığı anlaşılmaktadır.

Tartışma ve Sonuç

Günümüzde dijitalleşmenin hızla yaygınlaşması, bireylerin iş ve sosyal yaşamlarında önemli kolaylıklar sağlamakla birlikte yeni zorlukları da beraberinde getirmektedir. Literatürde sosyal medya bağımlılığı ve dijital ortamların kompulsif kullanımının günlük işlevselliği olumsuz etkilediği, dikkat süresini kısalttığı ve kişilerarası ilişkilerde kopukluk yarattığı geniş biçimde ortaya konmuştur (Andreassen, 2015). Bu tür dijital bağımlılıklar, kişilerarası ilişkilerde kopukluk, bilişsel aşırı yüklenme ve "kalabalık yalnızlık" olarak tanımlanan paradoksal bir izolasyon haline yol açabilmektedir (Turkle, 2011).

Çalışmamızda elde edilen bulgular, katılımcıların dijital iletişim araçlarının aşırı kullanımına bağlı olarak zihinsel yorgunluk, duygusal kopukluk ve iş-özel yaşam sınırlarının silikleşmesi gibi deneyimler yaşadıklarını ortaya koymaktadır.

Özellikle bazı katılımcılar (K11 ve K14) mesai saatleri sonrasında daha çevrimiçi olma zorunluluğunun kişisel alanlarını ihlal ettiğini vurgulamış; bu durum, dijitalleşmenin verimliliğin yanı sıra tükenmişliği de besleyen bir süreç olduğunu göstermiştir. Katılımcıların "mesai bitti" kavramının anlamını yitirdiğine veya "ruhsal yorgunluk" hissettiklerine yönelik ifadeleri, dijitalleşmenin bireysel sınırları aşındırıcı niteliğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, dijitalleşmenin verimliliği arttırırken beraberinde getirdiği psikososyal riskleri desteklemekte ve Şeker ve Çınar'ın (2025) vurguladığı ikili doğayı pekiştirmektedir. Ayrıca, uzun süreli yalnızlığın anksiyete, stres ve değersizlik duygularını artırarak fiziksel ve psikolojik sağlığı olumsuz etkilediği literatürde yaygın biçimde belirtilmektedir (Kanat & Ünnü, 2022). Türkiye'de pandemi sonrası yalnızlık algısının özellikle gençler arasında arttığı ve kadınların bu duyguyu daha yoğun deneyimlediği, Üsküdar Üniversitesi'nin 2022 yılı araştırmasında ortaya konmuştur (Süleymanlı vd., 2022). Bu çalışmada da kadın katılımcılar, görünmez yükler nedeniyle dijital yorgunluğu daha yoğun yaşadıklarını dile getirmiş; ancak sosyal çevre desteği sayesinde kalabalık yalnızlık duygusunu nispeten daha az hissettiklerini ifade etmişlerdir. Erkek katılımcılar ise toplumsal rollerin etkisiyle yorgunluk ve yalnızlık deneyimlerini dile getirmekte daha çekingen davranmışlardır. Bulgular, toplumsal cinsiyet rollerinin dijitalleşme sürecinde yalnızlık ve yorgunluk deneyimlerini biçimlendiren önemli bir etken olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızda da katılımcılar, fiziksel olarak kalabalık ortamlarda bulunmalarına rağmen gerçek sosyal bağların zayıfladığını, yüz yüze iletişimin azalmasıyla birlikte dijitalleşmenin izolasyonu artırdığını belirtmişlerdir. Nitekim, "durduğum an bir şey kaçırıyormuşum gibi hissediyorum" şeklindeki ifadeler, dijital ortamların bireylerde yetersizlik ve sürekli çevrim içi olma baskısı yarattığını ortaya koymaktadır. Bu durum, kültürel bağların güçlü olduğu Türkiye özelinde de bireylerin gerçek sosyal ilişkilerden uzaklaşarak sanal dünyada anlam arayışına yönelmelerini açıklamaktadır (Alayoğlu & Eldeniz, 2024; Ağırbaş Sarıkaya, 2025).

Öte yandan, dijital ortamda kurulan yüzeysel bağların derin sosyal ihtiyaçları karşılamadığı çalışma bulguları ile açık biçimde ortaya konmuştur. Katılımcıların özellikle K14'ün "Artık sistemsiz bir işlem yapmak mümkün değil… izleniyoruz" ve K10'un "Durduğum an bir şey kaçırıyormuşum gibi hissediyorum" şeklindeki ifadeleri, dijitalleşmenin bireylerde hem sürekli gözetim altında olma algısı hem de eksiklik duygusu yarattığını ortaya koymaktadır. Bu tür aktarımlar, yüzeysel çevrim içi bağlantıların gerçek anlamda sosyal destek sağlamadığını göstermektedir. Nitekim bazı katılımcılar, çok sayıda çevrimiçi etkileşim ve iletişim kanalına sahip olmalarına rağmen, "bağlantılarım var ama bağ kuramıyorum" diyerek ilişkilerin sahici bir aidiyet yaratmadığını dile getirmiştir. Bu bulgu, McVeigh'in (2011) aktardığı trajik örnekle örtüşmektedir. Örnekte, 42 yaşındaki bir kadın, Facebook'ta intihar edeceğini paylaşmasına rağmen çevrimiçi arkadaşlarından yardım görmemiş, aksine alaycı ve olumsuz tepkilerle karşılaşmıştır. Bu durum, dijital ilişkilerin yüzeyselliğini ve sosyal medyada yoğun bağlantı sayısının duygusal destekle örtüşmeyebileceğini dramatik biçimde ortaya koymaktadır.

Kurumsal uygulamalara ilişkin değerlendirmelerde, katılımcıların büyük bölümü kurumlarında dijital yorgunluk ve yalnızlıkla mücadeleye yönelik sistematik politikaların bulunmadığını, mevcut uygulamaların ise çoğunlukla sembolik sosyal etkinliklerle sınırlı kaldığını belirtmiştir. Özellikle aidiyet duygusunu güçlendirmeye yönelik piknik, ağaç dikme gibi etkinlikler öne çıkmakla birlikte, katılımcılar bunların dijital yorgunluğu azaltmada kalıcı bir etki yaratmadığını vurgulamıştır. Bununla birlikte, olması gereken kurumsal stratejiler de açık biçimde dile getirilmiştir: esnek çalışma modelleri, mesai sonrası iletişimin sınırlandırılması, toplantısız saatler ve gereksiz işlerin azaltılması gibi uygulamalar, katılımcılar tarafından çalışanların dijital yükünü hafifletecek önlemler olarak önerilmiştir. Ayrıca, kurumsal düzeyin ötesinde, dijital detoks günleri ve farkındalık eğitimleri gibi politika ve uygulama önerileri de geliştirilmiştir. Bu bulgular, çalışanların yalnızca bireysel başa çıkma stratejilerine değil, aynı zamanda kurumsal düzeyde yapısal destek mekanizmalarına ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma dijital yorgunluk ve kalabalık yalnızlık kavramlarının, toplumsal cinsiyet rolleri, kurum kültürü ve dijitalleşmenin yapısal özellikleri ile etkileşim halinde olduğunu ortaya koymaktadır. Bulgular, dijitalleşmenin verimliliği artırmakla birlikte bireysel ve toplumsal düzeyde önemli psikososyal riskler yarattığını göstermektedir. Dijital çağda sürdürülebilir çözümler üretilebilmesi için bireysel deneyimlerin, kurumsal sorumlulukların ve toplumsal normların bütüncül bir bakış açısıyla ele alınması gerektiği bu çalışmanın temel katkılarındandır.

Araştırmanın Kısıtları

Bu çalışmanın bazı kısıtları bulunmaktadır. Öncelikle, araştırma nitel bir yöntemle ve sınırlı sayıda katılımcıyla yürütülmüştür; bu nedenle elde edilen bulgular genellenebilirlik açısından sınırlıdır. Katılımcıların dijital yorgunluk ve kalabalık yalnızlık deneyimlerini kendi perspektiflerinden aktarmaları, sonuçların sübjektif algılar üzerine kurulu olmasına neden olmuştur. Ayrıca, çalışmada sadece belirli sektörlerde (kamu ve özel) çalışan bireyler yer almakta olup, farklı sektör ve coğrafi bölgelerden katılımcıların deneyimleri araştırmaya dâhil edilmemiştir. Bunun yanı sıra, dijitalleşmenin hızla değişen yapısı nedeniyle elde edilen veriler zaman içinde farklılaşabilir. Son olarak, çalışma toplumsal cinsiyet rollerine odaklansa da, diğer demografik değişkenlerin (yaş, eğitim düzeyi, sosyoekonomik statü vb.) dijital yorgunluk ve yalnızlık deneyimlerine etkisi derinlemesine incelenmemiştir.

Gelecek araştırmalarda, dijital yorgunluk ve kalabalık yalnızlık deneyimlerinin daha geniş ve çeşitli örneklemlerle incelenmesi önerilmektedir. Farklı sektörler, yaş grupları ve kültürel bağlamlar dikkate alınarak yapılacak çalışmalar, konunun daha kapsamlı anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. Ayrıca, nicel yöntemlerle desteklenen karma yöntemli araştırmalar, dijital yorgunluğun ölçülebilir etkilerini ortaya koyarak bulguların genellenebilirliğini artırabilir. Toplumsal cinsiyet rollerinin yanı sıra, etnik köken, yaş, eğitim gibi demografik faktörlerin dijital yorgunluk ve yalnızlık üzerindeki etkilerinin araştırılması da alana önemli katkılar sunacaktır. Son olarak, dijital yorgunlukla başa çıkma stratejileri ve kurumların uygulayabileceği etkili müdahaleler konusunda deneysel ve uygulamalı çalışmalar yapılması, hem akademik literatür hem de pratik uygulamalar için değerli bilgiler sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Ağırbaş Sarıkaya, N. (2025). Her (aşk) filmi ve CHATBOT'lar: Anlam arayışı ve iletişim ihtiyacı üzerine bir göstergebilimsel inceleme. Journal of Communication Science Researches, 5(2), 110–124. https://doi.org/10.5281/ZENODO.15185531

Alayoğlu, E., & Eldeniz, L. (2024). Yaygınlaşan Yalnızlık: Ortak Bir Deneyim. AJIT-e: Academic Journal of Information Technology, 15(2), 174–194. https://doi.org/10.5824/ajite.2024.02.003.x

Andreassen, C. S. (2015). Online social network site addiction: A comprehensive review. Current Addiction Reports, 2(2), 175–184. https://doi.org/10.1007/s40429-015-0056-9

Arpino, B., Mair, C. A., Quashie, N. T., & Antczak, R. (2022). Loneliness before and during the COVID-19 pandemic—Are unpartnered and childless older adults at higher risk? European Journal of Ageing, 19(4), 1327–1338. https://doi.org/10.1007/s10433-022-00718-x

Bennett, A. A., Campion, E. D., Keeler, K. R., & Keener, S. K. (2021). Videoconference fatigue? Exploring changes in fatigue after videoconference meetings during COVID-19. Journal of Applied Psychology, 106(3), 330–344. https://doi.org/10.1037/apl0000906

Berger, P. L., & Luckmann, T. (1966). The social construction of reality. Penguin Books.

Bonsaksen, T., Schoultz, M., Thygesen, H., Ruffolo, M., Price, D., Leung, J., & Geirdal, A. Ø. (2021). Loneliness and its associated factors nine months after the COVID-19 outbreak: A cross-national study. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(6), 2841. https://doi.org/10.3390/ijerph18062841

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. Qualitative Research in Psychology, 3(2), 77–101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Bu, F., Steptoe, A., & Fancourt, D. (2020). Who is lonely in lockdown? Cross-cohort analyses of predictors of loneliness before and during the COVID-19 pandemic. Public Health, 186, 31–34. https://doi.org/10.1016/j.puhe.2020.06.036

Cacioppo, J. T., Fowler, J. H., & Christakis, N. A. (2009). Alone in the crowd: The structure and spread of loneliness in a large social network. Journal of Personality and Social Psychology, 97(6), 977–991. https://doi.org/10.1037/a0016076

Castells, M. (2010). The rise of the network society: The information age: Economy, society, and culture. Wiley.

Ciancarini, P., Giancarlo, R., & Grimaudo, G. (2023). Digital transformation in the public administrations: A guided tour for computer scientists (No. arXiv:2305.05551). arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.05551

Craig, L., & Churchill, B. (2021). Dual-earner parent couples' work and care during COVID-19. Gender, Work & Organization, 28(S1), 66–79. https://doi.org/10.1111/gwao.12497

Derks, D., van Mierlo, H., & Schmitz, E. B. (2014). A diary study on work-related smartphone use, psychological detachment and exhaustion: Examining the role of the perceived segmentation norm. Journal of Occupational Health Psychology, 19(1), 74–84. https://doi.org/10.1037/a0035076

Entringer, T. M., & Gosling, S. D. (2022). Loneliness During a Nationwide Lockdown and the Moderating Effect of Extroversion. Social Psychological and Personality Science, 13(3), 769–780. https://doi.org/10.1177/19485506211037871

Hertz, N. (2021). The Lonely Century: How to Restore Human Connection in a World That's Pulling Apart. Crown Currency.

Hoffart, A., Johnson, S. U., & Ebrahimi, O. V. (2020). Loneliness and Social Distancing During the COVID-19 Pandemic: Risk Factors and Associations With Psychopathology. Frontiers in Psychiatry, 11, 589127. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2020.589127

Kanat, B., & Ünnü, N. A. A. (2022). COVID-19 küresel salgını ve dijital dönüşümün insan kaynakları uygulamaları üzerine yansımalarını açığa çıkarmaya yönelik bir araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 27(2), 185–215.

Kniffin, K. M., Narayanan, J., Anseel, F., Antonakis, J., Ashford, S. P., Bakker, A. B., Bamberger, P., Bapuji, H., Bhave, D. P., Choi, V. K., Creary, S. J., Demerouti, E., Flynn, F. J., Gelfand, M. J., Greer, L. L., Johns, G., Kesebir, S., Klein, P. G., Lee, S. Y., … Vugt, M. van. (2021). COVID-19 and the workplace: Implications, issues, and insights for future research and action. The American Psychologist, 76(1), 63–77. https://doi.org/10.1037/amp0000716

Lepinteur, A., Clark, A. E., Ferrer-i-Carbonell, A., Piper, A., Schröder, C., & D'Ambrosio, C. (2022). Gender, loneliness and happiness during COVID-19. Journal of Behavioral and Experimental Economics, 101, 101952. https://doi.org/10.1016/j.socec.2022.101952

Lim, M. H., Qualter, P., Thurston, L., Eres, R., Hennessey, A., Holt-Lunstad, J., & Lambert, G. W. (2022). A global longitudinal study examining social restrictions severity on loneliness, social anxiety, and depression. Frontiers in Psychiatry, 13, 818030. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2022.818030

Malterud, K., Siersma, V. D., & Guassora, A. D. (2016). Sample size in qualitative interview studies: Guided by information power. Qualitative Health Research, 26(13), 1753–1760. https://doi.org/10.1177/1049732315617444

Marsh, E., Perez Vallejos, E., & Spence, A. (2024). Digital workplace technology intensity: Qualitative insights on employee wellbeing impacts of digital workplace job demands. Frontiers in Organizational Psychology, 2. https://doi.org/10.3389/forgp.2024.1392997

McVeigh, K. (2011, January 6). Facebook "friends" did not act on suicide note. The Guardian. https://www.theguardian.com/technology/2011/jan/05/facebook-suicide-simone-back

Nowland, R., Necka, E., & Cacioppo, J. (2018). Loneliness and social internet use: Pathways to reconnection in a digital world? Perspect Psychol Sci, 13(1), 70–87. https://doi.org/10.1177/1745691617713052

Patton, M. Q. (2002). Qualitative research evaluation methods (3rd edition). SAGE Publications, Inc. https://aulasvirtuales.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/02/qualitative-research-evaluation-methods-by-michael-patton.pdf

Şeker, C., & Çinar, D. (2025). Leadership in the age of digital transformation: Addressing crowded loneliness and digital dependency in tourism organizations. Bartın University Journal of Faculty of Letters, 10(1), 271–284. https://doi.org/10.70916%2Fbuefd.1698047

Süleymanlı, E., Kılıç, H. A., & Gören, H. (2022). Türkiye'de aile, yalnızlık ve mutluluk. Aile ve Yalnızlık-4. Uluslararası Yalnızlık Sempozyumu, 35–46.

Surkalim, D. L., Luo, M., Eres, R., Gebel, K., van Buskirk, J., Bauman, A., & Ding, D. (2022). The prevalence of loneliness across 113 countries: Systematic review and meta-analysis. The BMJ, 376, e067068. https://doi.org/10.1136/bmj-2021-067068

TDK. (2024, December 23). 2024 Yılının Kelimesi/Kavramı: "Kalabalık Yalnızlık" – Türk Dil Kurumu. https://tdk.gov.tr/icerik/basindan/2024-yilinin-kelimesi-kavrami-kalabalik-yalnizlik/

Turkle, S. (2011). Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other. Basic Books.

Wickens, C. M., McDonald, A. J., Elton-Marshall, T., Wells, S., Nigatu, Y. T., Jankowicz, D., & Hamilton, H. A. (2021). Loneliness in the COVID-19 pandemic: Associations with age, gender and their interaction. Journal of Psychiatric Research, 136, 103–108. https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2021.01.047

Wiederhold, B. K. (2020). Connecting Through Technology During the Coronavirus Disease 2019 Pandemic: Avoiding "Zoom Fatigue." Cyberpsychology, Behavior and Social Networking, 23(7), 437–438. https://doi.org/10.1089/cyber.2020.29188.bkw

Xu, G., Zheng, Z., Zhang, J., Sun, T., & Liu, G. (2025). Does digitalization benefit employees? A systematic meta-analysis of the digital technology–employee nexus in the workplace. Systems, 13(6), Article 6. https://doi.org/10.3390/systems13060409

SAĞLIK ÇALIŞANLARINDA STRES YÖNETİMİ: SİSTEMATİK BİR LİTERATÜR DEĞERLENDİRMESİ

Dr. Erhan ATICI
Elazığ İl Sağlık Müdürlüğü, 2 Nolu Acil Sağlık Hizmetleri İstasyonu, Elazığ, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-9186-2754

ÖZET
Bu çalışma, sağlık çalışanlarının maruz kaldığı stres faktörlerini kapsamlı şekilde incelemek, bu stresin etkilerini ortaya koymak ve stresle başa çıkma yöntemlerine ilişkin çözüm önerileri sunmak amacıyla gerçekleştirilmiştir.
Bu çalışma, literatür taraması yöntemine dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. İncelemeye alınan çalışmalar 2020–01.05.2025 tarihleri arasında yayımlanmış ulusal ve uluslararası araştırmaları kapsamaktadır. Bu tarih aralığı, COVID-19 pandemisinin başlamasıyla birlikte sağlık çalışanlarının stres düzeylerinde meydana gelen artışa odaklanmak amacıyla tercih edilmiştir. Veri kaynakları olarak PubMed, Scopus, Web of Science, TR Dizin ve Google Akademik veri tabanları kullanılmıştır. Tarama sırasında "sağlık çalışanları", "iş stresi", "stres yönetimi", "tükenmişlik" ve "pandemi sonrası stres" gibi Türkçe ve İngilizce anahtar kelimelerden yararlanılmıştır. Çalışmaların seçiminde, sağlık çalışanlarında stresin nedenleri, etkileri ve baş etme yöntemlerine odaklanan nitel, nicel ve derleme türündeki yayınlar dikkate alınmıştır. Elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle tematik başlıklar altında sınıflandırılarak değerlendirilmiştir.
Sağlık çalışanlarının stres düzeyini artıran başlıca unsurlar arasında uzun çalışma saatleri, iş yükünün fazlalığı, vardiyalı sistem, enfeksiyon riski, düşük ücret, rol çatışmaları ve hasta/hasta yakını ile yaşanan iletişim problemleri yer almaktadır. Bu durum; tükenmişlik, iş doyumsuzluğu, fiziksel ve ruhsal sağlık sorunları gibi sonuçlar doğurmakta; çalışan verimliliği ve hizmet kalitesini olumsuz etkilemektedir.
Sonuç olarak**,** sağlık çalışanları yoğun iş temposu, iletişim sorunları, enfeksiyon riski ve örgütsel yetersizlikler nedeniyle yüksek düzeyde strese maruz kalmaktadır. Bu stres, tükenmişlik, iş doyumsuzluğu ve sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Bireysel düzeyde nefes egzersizleri, sosyal destek, zaman yönetimi ve sağlıklı yaşam alışkanlıkları önerilmektedir. Kurumsal düzeyde ise görev tanımlarının netleştirilmesi, adil yönetim, uygun çalışma koşulları ve çalışanların sürece katılımı önemlidir. Bu önlemler, stresin etkilerini azaltarak hem çalışan sağlığını hem de hizmet kalitesini artıracaktır.
Anahtar Kelimeler: Stres Yönetimi, Sağlık Çalışanları, İş Stresi, Sağlık Sorunları

STRESS MANAGEMENT AMONG HEALTHCARE WORKERS: A SYSTEMATIC REVIEW OF THE LITERATURE

ABSTRACT
This study aims to comprehensively examine the stress factors affecting healthcare workers, reveal the impacts of such stress, and propose practical solutions for coping with it.
The research was conducted using a literature review methodology. The reviewed studies were published between 2020 and May 1, 2025, a period selected to focus on the increased stress levels experienced by healthcare professionals during and after the COVID-19 pandemic. Data were collected from academic databases including PubMed, Scopus, Web of Science, TR Dizin, and Google Scholar. Keywords such as "healthcare workers," "occupational stress," "stress management," "burnout," and "post-pandemic stress" were used in both Turkish and English. The inclusion criteria encompassed qualitative, quantitative, and review studies that addressed the causes, effects, and coping strategies related to stress among healthcare workers. The collected data were evaluated through content analysis and categorized under thematic headings.
The primary factors contributing to increased stress among healthcare workers include extended working hours, excessive workload, shift-based schedules, risk of infection, inadequate compensation, role conflicts, and communication problems with patients and their families.

These factors lead to burnout, job dissatisfaction, and various physical and psychological health issues, negatively affecting employee performance and the quality of healthcare services.
In conclusion, healthcare professionals are exposed to high levels of stress due to intense work demands, interpersonal conflicts, infection risk, and organizational shortcomings. To mitigate these effects, individual strategies such as breathing exercises, social support, time management, and healthy lifestyle habits are recommended. At the institutional level, clear job definitions, fair leadership, improved working conditions, and participatory decision-making processes are essential. Implementing such measures can help reduce stress, improve healthcare workers' well-being, and enhance the overall quality of care.
Keywords: Stress Management, Healthcare Workers, Occupational Stress, Health Issues,

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

8TH GRADE STUDENTS' VIEWS ON QUIZIZZ AND WORDWALL APPLICATIONS

Assoc. Prof. Hüseyin ÖZÇAKMAK
Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Education, Department of Turkish and Social Sciences Education, Hatay, Türkiye
ORCID: 0000-0001-8579-5567

Hilal ZİNİ
Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Education, Department of Turkish and Social Sciences Education, Hatay, Türkiye,
ORCID: 0000-0001-8857-4989

ABSTRACT
Listening is defined as the process by which an individual consciously interprets sounds, they hear. In schools, the teaching of listening comprehension within Turkish language lessons is carried out through various texts and activities in line with the curriculum. These listening comprehension activities are subject to assessment and evaluation. The system updated by the Ministry of National Education in 2023 supports this process. In the new system, listening comprehension, which has become 25% effective, has been subjected to a separate assessment and evaluation process. The evaluation of listening as a distinct skill has necessitated new assessment and evaluation tools. In this context, utilizing Web 2.0 tools, a product of the technology age, in assessment and evaluation processes, beyond traditional paper-and-pencil evaluations, plays a significant role in advancing digital education and making the process more comprehensive and efficient for both students and teachers. At this juncture, Quizizz and Wordwall Web 2.0 tools, with their multitude of test types, are effective instruments for measuring students' listening comprehension success. A key feature distinguishing these two tools from other Web 2.0 tools is their applicability without students possessing any technological device, requiring only a teacher's phone and an interactive whiteboard in the classroom. The aim of this research was to determine the opinions of students regarding the impact of Quizizz and Wordwall applications on their listening comprehension success. The study was conducted with 60 eighth-grade students at a public school. The research employed a case study method, one of the qualitative research designs. Data collected within the scope of the research were gathered through semi-structured interviews with students and analyzed using content analysis technique. When examining 8th-grade middle school students' opinions on Quizizz and Wordwall applications, 36% of the students identified Quizizz's most prominent advantage as its "socializing effect," while 33% described Wordwall as "fun and beneficial." In line with the qualitative data obtained, it was concluded that student opinions regarding Web 2.0 tools used in the study were generally positive.
Keywords: Listening, Listening Comprehension Success, Web 2.0 Tools, Quizizz, Wordwall

8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN QUİZİZZ VE WORDWALL UYGULAMALARINA YÖNELİK GÖRÜŞLERİ

ÖZET
Dinleme, bireyin bilinçli bir şekilde işittiği sesleri anlamlandırma sürecine verilen isimdir. Okullarda Türkçe dersi içerisinde yer alan dinleme becerisinin öğretimi müfredat doğrultusunda çeşitli metinler ve etkinlikler ile gerçekleştirilmektedir. Dinleme becerisine yönelik yapılan bu etkinlikler ölçme ve değerlendirme sürecine tabi tutulmaktadır. 2023 yılında Millî Eğitim Bakanlığının yenilemiş olduğu sistem de bu süreci destekler niteliktedir. Yeni sistemde %25 etkili hale gelen dinleme becerisi, ayrı bir ölçme ve değerlendirme sürecine tabi olmuştur. Dinlemenin ayrı bir beceri olarak değerlendirilmesi yeni ölçme ve değerlendirme araçlarına ihtiyacı gerekli kılmıştır.

Bu bağlamda kâğıt kalem ile yapılan geleneksel değerlendirmelerinin ötesinde teknoloji çağının bir getirisi olan Web 2.0 araçlarını ölçme ve değerlendirme süreçlerinde kullanmak gelişen ve gelişmekte olan dijital eğitimde yol almada ve öğrenci ile öğretmen açısındaki süreci daha kapsamlı ve verimli geçirebilmede önemli rol oynamaktadır. Bu noktada Quizizz ve Wordwall Web 2.0 araçları, içerisinde yer alan birçok test türü ile öğrencilerin dinlediğini anlama başarılarını ölçmede kullanılabilecek araçlardır. Bu araçları diğer Web 2.0 araçlarından ayıran önemli bir özellik öğrencilerde herhangi bir teknolojik alet bulunmadan yalnızca öğretmende bulunan bir telefon ve sınıfta yer alan akıllı tahta ile uygulanabilecek olmalarıdır. Bu bağlamda araştırmanın amacı, Quizizz ve Wordwall uygulamalarının dinlediğini anlama başarılarına katkısına dair öğrenci görüşlerinin belirlenmesidir. Çalışma bir devlet okulundaki 60 sekizinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma nitel araştırma desenlerinden durum araştırması yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen veriler, öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla toplanmış ve içerik analizi tekniğiyle çözümlenmiştir. Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin Quizizz ve Wordwall uygulamalarına ilişkin görüşleri incelendiğinde; öğrencilerin %36'sı Quizizz'in en belirgin avantajı olarak "sosyalleşmeyi teşvik edici" yönünü belirtmiş, %33'ü ise Wordwall'ı "eğlenceli ve faydalı" şeklinde tanımlamıştır. Elde edilen nitel veriler doğrultusunda, çalışmada kullanılan Web 2.0 araçlarına yönelik öğrenci görüşlerinin genel olarak olumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dinleme, Dinlediğini Anlama Başarısı, Web 2.0 Araçları, Quizizz, Wordwall

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

DOES PROVIDING OUTDOOR PLAY OPPORTUNITIES AFFECT CHILDREN'S DEVELOPMENT AND CREATIVITY?: PERSPECTIVES OF PARENTS WITH CHILDREN AGED 36–72 MONTHS

Gülümser UYSAL
Child Development Specialist, Muğla, Türkiye
ORCİD: ID/0009-0001-0214-8880

Res. Assist. Lügen Ceren GÜNEŞ
Ankara University, Faculty of Health Sciences, Department of Child Development, & PhD Student, Ankara, Türkiye
ORCİD: ID/0000-0003-1923-4491

ABSTRACT
This study was conducted using a qualitative research design, specifically the phenomenological approach, to examine parents' views on the impact of providing outdoor play opportunities for children aged 36 to 72 months on their development and creativity. The study group consisted of 17 parents who voluntarily agreed to participate and had children within the specified age range. Data collection was concluded when saturation was reached. Participants were selected through purposive sampling and included using the snowball sampling method. Written consent was obtained from all parents prior to their participation. Data were collected using a General Information Form and a semi-structured Parent Interview Form, finalized based on feedback from five experts. Following ethical approval, face-to-face interviews were conducted between April 21 and May 8, 2025. The required written informed consent was obtained through a standardized consent form. The collected data were analyzed using descriptive and content analysis methods. In the analysis of qualitative data, steps of description, categorization, and association were followed. The data were coded, themes were identified, and both codes and themes were systematically organized. The identified themes included: types of outdoor games played by children according to parents; parental observations of outdoor play; perceived developmental effects of outdoor play (self-care, physical, cognitive, language, social, emotional, fine motor, gross motor); contributions to creativity; differences between indoor and outdoor play experiences; anticipated long-term impacts of outdoor play; children's responses to risky situations encountered during outdoor activities; the extent to which outdoor play is supported by parents; and any additional thoughts parents wished to share regarding outdoor play opportunities. The main and sub-themes were illustrated through direct quotations from participants. Ultimately, the study revealed parents' perceptions regarding the influence of outdoor play opportunities on their children's development and creativity. Based on the findings, recommendations were offered for professionals, educators, parents, and researchers.
Keywords: Parents of children aged 36–72 months, Child development, Outdoor play opportunities, Qualitative research, Creativity.

This research was supported within the scope of the 2024 first-term cycle of the TÜBİTAK 2209-A Research Project Support Program for Undergraduate Students, having been accepted as one of the funded projects.

ÇOCUKLARA DIŞ MEKÂN OYUN FIRSATLARI SUNULMASI GELİŞİM VE YARATICILIKLARINI ETKİLER Mİ?: 36-72 AYLIK ÇOCUĞU OLAN EBEVEYNLERİN GÖRÜŞLERİ

ÖZET

Araştırmanın amacı, 36-72 ay arası çocuklara dış mekân oyun fırsatlarının sunulmasının, gelişimlerine ve yaratıcılıklarına etkisinin ebeveyn görüşlerine göre incelenmesi amacıyla nitel araştırma yöntemlerinden olgubilim (fenomenoloji) desende gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubuna, çalışmaya katılmayı gönüllü kabul eden ve 36-72 ay arasında çocuğu olan 17 ebeveyn dâhil edilmiştir. Veriler doygunluk noktasına ulaştığında veri toplama süreci sonlandırılmıştır. Ebeveynler amaçlı örnekleme yoluyla seçilmiş ve kartopu örnekleme yöntemiyle araştırmaya dâhil edilmiştir. Araştırmaya alınan ebeveynlerin çalışmaya katılabilmesi için yazılı onamları alınmıştır. Araştırmanın verileri beş uzmanın görüşleri doğrultusunda son halini alan Genel Bilgi Formu ve yarı yapılandırılmış Ebeveyn Görüşme Formu ile toplanmıştır. Araştırmada etik kurul onayı alındıktan sonra, veriler 21 Nisan-8 Mayıs 2025 tarihleri arasında yüz yüze görüşmeler yapılarak toplanmıştır. Ebeveynlerin araştırmaya katılabilmeleri için gerekli yazılı onay Aydınlatılmış Onam Formu ile alınmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler, betimsel ve içerik analizi yöntemleri ile incelenmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen nitel verilerin analizinde, betimleme, sınıflandırma ve ilişkilendirme basamaklarına uygun olarak içerik analizi yapılmıştır. Veriler kodlanmış, temalar belirlenmiş, kod ve temalar organize edilmiştir. Bu kapsamda temalar; ebeveynlerin görüşlerine göre çocuğun dış mekânlarda oynadığı oyun türleri, çocuğun oynadığı dış mekân oyunlarına yönelik gözlemleri, çocuğun dış mekânlarda oyun oynamasının gelişimine (özbakım, fiziksel, bilişsel, dil, sosyal, duygusal, ince motor, kaba motor) etkisi, çocuğun dış mekânlarda oyun oynamasının yaratıcılığına etkileri, çocuğun iç mekânda oynarken edindiği deneyimlerin dış mekânda oyun oynarken edindiği deneyimlerden farkı, çocuğun dış mekânlarda oynadığı oyunların gelecek yaşantısına etkileri, çocuğun dış mekânlardaki oyunları sırasında karşılaşılan tehlikeli durumlar ve tepkisi, çocuğun dış mekânlarda oyun oynamasının desteklenme durumu, çocuğuna dış mekân oyun fırsatları sunmasıyla ilgili varsa başka söylemek istedikleri olarak belirlenmiştir. Temalar kapsamında oluşturulan ana temalar ve alt temalarda, ebeveynlerin verdikleri yanıtlar alıntılanarak açıklanmıştır. Araştırmada ebeveynlerin 36-72 ay arasındaki çocuklarına dış mekân oyun fırsatlarını sunmasının, çocuklarının gelişimlerine ve yaratıcılıklarına etkisi konusundaki algıları ortaya koyulmuştur. Bulgular ışığında uzmanlara, eğitimcilere, ebeveynlere ve araştırmacılara öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: 36-72 ay arası çocuğu olan ebeveynler, Çocuk gelişimi, Dış mekân oyun fırsatları, Nitel araştırma, Yaratıcılık.

Bu araştırma TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programının 2024 yılı 1. döneminde kabul alan projeler arasında yer alarak desteklenmeye hak kazanmıştır.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

PERCEPTIONS OF HEALTH AND ILLNESS AMONG 60–72-MONTH-OLD CHILDREN: A QUALITATIVE STUDY

Res. Asst. Lügen Ceren GÜNEŞ
Ankara University, Faculty of Health Sciences, Department of Child Development & PhD Student, Ankara, Türkiye
ORCİD: ID/0000-0003-1923-4491

Prof. Dr. Ender DURUALP
Ankara University, Faculty of Health Sciences, Department of Child Development, Ankara, Türkiye
ORCİD: ID/0000-0002-6645-6815

ABSTRACT
The aim of this study is to examine the views of 60–72-month-old children regarding health and illness. This research is qualitative in nature and designed using the phenomenological pattern. The study group consists of 16 children, aged between 60 and 72 months, residing in Ankara, who voluntarily agreed to participate in the research and were selected through purposive sampling. The mean age of the participating children is 64.88±3.52 months; six of them are girls and ten are boys. Data collection tools include the “Child Interview Form,” developed by the researchers and validated for content through expert opinions, and children’s drawings on the theme of "health." Ethical approval and institutional permission from the preschool were obtained prior to conducting the study. The aim of the study was explained to the school administrators and teachers to ensure collaboration, and informed consent was obtained in writing from parents and verbally from the children. Children's perceptions of illness were collected through face-to-face interviews. To assess their perceptions of health, children were asked to draw a picture related to health and explain what they drew. Descriptive and content analysis techniques were employed in the analysis of the data. The findings indicate that children associate illness with germs, symptoms, and causes of disease. They expressed that unhealthy eating habits and not taking medicine can cause illness, and emphasized the need for rest to recover. In their drawings, children depicted sick individuals and symptoms, healthcare professionals, hospitals, medications, treatments, and surgeries.
Keywords: Child, illness, drawing, health.

60-72 AYLIK ÇOCUKLARIN SAĞLIK VE HASTALIK ALGILARI: NİTEL BİR ÇALIŞMA

ÖZET
Araştırmanın amacı 60-72 aylık çocukların sağlık ve hastalık ile ilgili görüşlerinin incelenmesidir. Araştırma nitel boyutta olup, olgubilim (fenomenoloji) desenindedir. Araştırmanın çalışma grubunu, Ankara’da ikamet eden, araştırmaya katılmayı kabul eden, uygun örnekleme yöntemiyle belirlenen 60-72 aylık 16 çocuk oluşturmuştur. Araştırmaya katılan çocukların yaş ortalaması 64,88±3,52 aydır. Çocuklardan altısı kız, 10’u erkektir. Veri toplama araçları; araştırmacılar tarafından geliştirilen ve uzman görüşleri alınarak kapsam geçerliği sağlanan “Çocuk Görüşme Formu” ile çocukların ‘sağlık’ temalı çizdikleri resimlerdir. Araştırmanın yürütülmesi için etik onay ile anaokulundan kurum izni alınmıştır. Anaokulunun yöneticisi ve öğretmenleri ile görüşülerek araştırmanın amacı anlatılarak işbirliği sağlanmış, çocukların ebeveynlerinden yazılı, çocuklardan ise sözlü onamları alınmıştır. Çocukların hastalık algıları yüz yüze yapılan görüşmelerle toplanmıştır. Sağlık algıları için çocuklardan sağlıkla ilgili bir resim çizmesi ve çizdiği resmi anlatması istenmiştir. Verilerin analizinde betimsel ve içerik analizinden yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda çocukların hastalığı mikroplarla, hastalık belirti ve semptomları ile hastalık nedenlerine ilişkin kavramlarla ilişkilendirdikleri, sağlıksız beslenmenin ve ilaç kullanmamanın hastalığa neden olduğunu, iyileşmek için dinlenmenin gerektiğini ifade ettikleri belirlenmiştir. Çocukların çizimlerinde hasta çocukları ve hastalık belirtilerini, sağlık çalışanlarını, hastaneyi, ilaçları, tedavi ve ameliyatı resmettikleri görülmüştür.
Anahtar Kelimeler: Çocuk, hastalık, resim, sağlık.

1. GİRİŞ

Erken çocukluk dönemi, bireyin dünyayı anlamlandırmaya başladığı, temel kavramların zihinsel temellerinin atıldığı kritik bir gelişimsel evredir. Bu yaş grubundaki çocuklar, sağlık ve hastalık gibi karmaşık olguları kendi bilişsel seviyelerine göre somutlaştırarak anlamaya çalışırlar (Er, 2006). Özellikle 60–72 ay aralığındaki çocuklar, ben-merkezli düşünme biçiminden yavaş yavaş sıyrılarak, çevresel faktörler ile bedensel işleyiş arasındaki ilişkileri kurma eğilimindedir. Bu süreçte çocukların sağlıkla ilgili bilgi, tutum ve becerileri, yalnızca aileden değil; sağlık profesyonellerinden, okul ortamından ve sosyal bağlamdan da etkilenerek şekillenir (Çınar vd., 2018). Nitekim Mouratidi vd. (2016) erken yaş grubundaki çocukların sağlık ve hastalığı ayırt etmekte zorlandığını, ancak yaş ilerledikçe sağlık temsillerinin daha bütüncül ve sosyal boyutları da kapsar hale geldiğini ortaya koymuştur. Myant ve Williams'ın (2005) çalışmasında da küçük yaş çocuklarının hastalıkları daha çok dışsal etkenlerle açıklarken yaş ilerledikçe biyomedikal açıklamalar geliştirdiği görülmüştür.

Çocukların erken yaşta sağlık kavramlarına ilişkin farkındalık geliştirmeleri, hem kişisel hijyen, dengeli beslenme ve hastalıklardan korunma gibi sağlıkla ilişkili davranışlara temel oluşturmakta hem de uzun vadede sağlık okuryazarlığının gelişimine katkı sağlamaktadır. Sağlık okuryazarlığı becerilerinin gelişimsel olarak temellendirilmesi gerektiği, erken çocukluk döneminin bu becerilerin kazanımı açısından önleyici ve koruyucu sağlık hizmetleriyle entegrasyon açısından fırsat sunduğu vurgulanmaktadır (Çınar vd., 2018). Nitekim çocukların erken yaşta sağlıkla ilgili kavramları tanımaları, onların tedavi süreçlerinde daha az kaygı yaşamalarını, hastane ortamında daha olumlu bir deneyim edinmelerini ve sağlık personeliyle daha işbirlikçi bir iletişim kurmalarını da kolaylaştırmaktadır (Gültekin ve Baran, 2005). Bu noktada, çocukların sağlıkla ilgili kavramları nasıl yapılandırdıkları kadar, bu kavramların hangi sosyal ve duygusal bağlamlarda geliştiği de önemlidir. Hem ailelerin hem de sağlık çalışanlarının çocukla kurduğu ilişkinin niteliği, çocuğun sağlığı algılayışını doğrudan etkilemektedir. Çetinkaya ve Başbakkal'ın (2005) çalışmasında, çocuk sağlığı kliniklerinde görev yapan hemşirelerin benlik saygısı düzeyleri ile çocuk yetiştirme tutumları arasında anlamlı bir ilişki saptanmış; özellikle demokratik ve destekleyici tutum sergileyen hemşirelerin çocuklarla daha sağlıklı ilişkiler kurabildikleri görülmüştür. Bu bulgular, sağlık personelinin tutumlarının, çocuğun sağlıkla ilgili duygusal güvenini ve kavramsal öğrenme sürecini etkileyebileceğini ortaya koymaktadır. Güneş vd. (2022) tarafından yürütülen nitel bir araştırmada çocukların mikropları, sağlık çalışanlarını ve tedavi süreçlerini kendi yaşantılarından örneklerle açıkladıkları; sağlık profesyonellerini yalnızca tedavi edici değil, aynı zamanda destekleyici ve koruyucu bir rol ile algıladıkları görülmüştür. Sonuç olarak, 60–72 aylık çocukların sağlık algılarının incelenmesi, yalnızca bireysel gelişimi anlamak açısından değil; aynı zamanda sağlık eğitimi, ebeveyn rehberliği ve profesyonel sağlık hizmetleri açısından da kritik önemdedir. Williams ve Binnie (2010) müdahale temelli çalışması, bu yaş grubunda verilen kısa süreli sağlık eğitiminin bile hastalık ve korunma bilgilerini geliştirdiğini göstermektedir. Bu bulgu, erken yaşta yapılacak benzer uygulamaların sağlık eğitimi politikalarına entegrasyonu için önemli bir kanıt niteliğindedir.

Erken çocukluk döneminde sağlık ve hastalık kavramları, çocukların bilişsel ve duygusal gelişim düzeyine paralel olarak kendine özgü anlam dünyaları içerisinde şekillenir. Bu yaş grubundaki çocuklar, genellikle sağlıkla ilişkili durumları bedensel belirtilerle ve dışsal etkenlerle açıklamaya eğilimlidir. Örneğin, çocuklar hastalığı çoğunlukla mikropların vücuda girmesiyle veya "yaramazlık yapmanın" sonucu olarak görme eğilimindedir (Er, 2006). Bu dönemde çocukların "Neden hasta olunur?", "Nasıl iyileşilir?" ve "Ne yapılırsa hasta olunmaz?" gibi sorulara verdikleri yanıtlar, onların sağlıkla ilgili nedensellik kurma becerilerini ve çevresel faktörlerle içsel deneyimleri nasıl bağdaştırdıklarını göstermektedir. Gültekin ve Baran'ın (2005) bulgularına göre, çocukların hastalık algıları çoğunlukla kısa vadeli bedensel rahatsızlıklar etrafında şekillenmekte, tıbbi müdahaleler ise sihirli çözümler olarak algılanmaktadır. Aynı çalışmada, çocukların sağlık çalışanlarını "iyileştiren kişiler" olarak gördüğü; hastane ve doktor temsillerinde ise hem korku hem güven duygularının eşzamanlı yer aldığı belirtilmiştir. Bu durum, sağlık hizmeti sağlayıcılarının çocukların bilişsel düzeyine uygun iletişim kurmalarını gerektiren özel bir hassasiyetin varlığına işaret etmektedir.

Alay'ın (2023) çalışması da çocukların özellikle kronik hastalıklarla karşılaştıklarında iyileşme sürecini daha karmaşık bir biçimde değerlendirmeye başladıklarını; bu noktada aile bireylerinin, özellikle de annelerin verdikleri duygusal tepkilerin çocukların hastalık kavramını anlamlandırmalarında belirleyici rol oynadığını ortaya koymaktadır. Benzer biçimde, İnal-Emiroğlu ve Akay'ın (2008) çalışmasında, çocukların hastaneye yatış sürecine dair geliştirdikleri açıklamaların, yaşadıkları korku, özlem ve çaresizlik gibi duygularla iç içe geçtiği ve bu durumun psikososyal destek ihtiyacını artırdığı vurgulanmaktadır.

Çocukların mikroorganizmalara dair kavramsal gelişimi de bu sürecin önemli bir boyutunu oluşturur. Byrne ve Sharp'ın (2006) çalışmalarında, küçük yaştaki çocukların mikroorganizmaları "gözle görülmeyen, kötü yaratıklar" olarak antropomorfik imgelerle betimledikleri gösterilmiştir. Bu tür temsiller, çocukların mikroplar, temizlik, hijyen ve koruyucu sağlık davranışları arasında ilişki kurma biçimlerini şekillendirmektedir. Çınar vd. (2018) değerlendirmesi ise, çocukların e-sağlık, sağlık eğitimi ve erken dönemde edinilen bilgiler aracılığıyla bu tür kavramları daha anlamlı hale getirdiklerini ve sağlık okuryazarlığının ilk yapı taşlarını oluşturduklarını vurgulamaktadır. Bu bağlamda, erken çocukluk döneminde çocukların sağlık ve hastalık algılarının yalnızca bireysel gelişimle değil; aynı zamanda sosyal çevre, aile etkileşimi ve sağlık hizmetlerinin niteliğiyle de şekillendiği söylenebilir. Çocukların zihinsel haritalarında oluşan sağlık temsillerinin incelenmesi, onların sağlıkla ilişkili davranışları nasıl benimsediğini ve bu davranışların ne tür temsillere dayandığını ortaya koymak açısından önem taşımaktadır.

Bu araştırmanın temel amacı, 60–72 aylık çocukların sağlık ve hastalık kavramlarına ilişkin algılarını ortaya koymaktır. Çalışma, çocuklarla yapılan bireysel yarı yapılandırılmış görüşmeler ve sağlık temalı resim çizimleri yoluyla veriye ulaşmayı hedeflemiştir. Bu yöntemsel yaklaşım sayesinde çocukların yalnızca sözel ifadeleri değil, aynı zamanda sembolik anlatımları da değerlendirilerek sağlık ve hastalıkla ilgili bilişsel, duygusal ve sosyal temsilleri bütüncül bir bakış açısıyla incelenmiştir. Böylece, çocukların hastalığı tanımlama biçimleri, sağlığa dair koruyucu yaklaşımları, sağlık çalışanları ve tedavi süreçlerine ilişkin algıları çok yönlü olarak değerlendirilmiştir.

Literatürde çocukların sağlıkla ilgili algılarını inceleyen çalışmalar bulunmakla birlikte, erken çocukluk dönemine özgü bu tür nitel araştırmaların sayıca sınırlı olduğu ve özellikle Türkiye bağlamında mikro düzeydeki temsillere odaklanan araştırmalara ihtiyaç duyulduğu görülmektedir (Çınar vd., 2018; Er, 2006; Gültekin ve Baran, 2005). Ayrıca sağlık eğitimi politikalarının erken çocukluk dönemine entegrasyonu açısından çocukların bu kavramları nasıl anlamlandırdıklarını ortaya koyan veriler, uygulayıcılar ve eğitim programları için önemli bir yol gösterici niteliğindedir. Bu bağlamda araştırma, hem okul öncesi dönemde sağlık okuryazarlığının temellerini anlama yönünde literatüre katkı sağlamakta hem de sağlık ve eğitim disiplinleri arasındaki iş birliğine dayalı müdahalelerin geliştirilmesine zemin oluşturmaktadır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, veri toplama yöntemi, sınırlılıkları, etik boyutu ve verilerin değerlendirilmesi ve analizi kısımları yer almaktadır.

2.1. Araştırmanın Modeli

60-72 aylık çocukların sağlık ve hastalık ile ilgili görüşlerinin incelendiği araştırma nitel boyutta olup, olgubilim (fenomenoloji) desenindedir. Olgubilim (fenomenoloji) yöntemi, bireylerin deneyimledikleri ve algılayabildikleri olgulara odaklanmakla birlikte, hakkında derinlemesine bilgi sahibi olunmayan durum, olay ya da varlıkların incelenmesine imkân tanır (Yıldırım ve Şimşek, 2016).

2.2. Araştırmanın Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, Ankara'da ikamet eden, araştırmaya katılmayı kabul eden, uygun örnekleme yöntemiyle belirlenen 60-72 aylık 16 çocuk oluşturmuştur. Çocuklardan16'sı ile nitel görüşme yapılmış olup, 10'u 'sağlık' temalı resim çizmiştir. Araştırmaya katılan çocukların yaş ortalaması 64,88±3,52 aydır. Çocuklardan altısı kız, 10'u erkektir. Çocukların hiçbirinin çekirdek ailesinde sağlık çalışanı yoktur.

2.3. Veri Toplama Araçları
Araştırmanın verileri "Çocuk Görüşme Formu" ve çocukların çizdikleri 'sağlık/hastalık' temalı resimler aracılığı ile toplanmıştır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen ve biri çocuk doktoru, ikisi çocuk gelişimi uzmanı olmak üzere toplam üç akademisyenin uzman görüşleri alınarak Çocuk Görüşme Formu'nun kapsam geçerliği sağlanmıştır. Bu formda hastalığın ne olduğu, nasıl hastalığa yakalanıldığı, hasta olmamak ve iyileşmek için yapılması gerekenlerle ilgili sorular yer almaktadır. Çocuklardan çizdikleri sağlık/hastalık temalı resimleri anlatmaları istenmiştir.

2.4. Veri Toplama Yöntemi
Çocukların sağlık ve hastalık algıları yüz yüze yapılan görüşmelerle toplanmıştır. Araştırmaya dâhil edilen tüm ebeveynlere ve çocuklara çalışmanın amacı ve yöntemi açıklanarak hem sözlü hem yazılı onamları alınmıştır. Görüşmeler, 10-15 dakika arasında sürmüştür. Görüşmeler bittikten sonra "*Bu kâğıda sağlık/hastalık ile ilgili bir resim çizmeni istiyorum. Sağlık hakkında her şey bu resimde olsun, sağlık denince aklına gelen her şeyi çiz.*" yönergesi ile çocuklara birer A4 kâğıt yanında 12 renkli kuru boya kalem seti verilmiş, resim çizebileceği söylenmiştir. Resim çizen çocuklardan resmini anlatması istenmiştir.

2.5. Araştırmanın Sınırlılıkları
Araştırma; Ankara'da ikamet eden, 60-72 aylık olan, kurum izni alınan okulda öğrenim gören, araştırmaya katılmayı kendisi ve ebeveyni kabul eden çocuklarla, çocukların Çocuk Görüşme Formu'na verdikleri yanıtlarla ve çizdikleri resimlerle sınırlıdır.

2.6. Etik Boyutu
Araştırma, Ankara Üniversitesi Rektörlüğü Etik Kurulu Başkanlığı'ndan etik onay (10.10.2022 tarihli ve 15/151 sayılı karar) alınarak yürütülmüştür. Araştırma boyunca, 1964 Helsinki Bildirgesi'nin etik yönergelerine uyulmuş ve katılımcıların anonimliği sağlanmıştır. Araştırmanın yürütülmesi için etik onay alındıktan sonra Milli Eğitim Bakanlığından kurum izni alınmıştır. Anaokulunun yöneticisi ve öğretmenleri ile görüşülerek araştırmanın amacı ve yöntemi açıklanarak işbirliği sağlanmış, çocukların ebeveynlerinden yazılı, çocuklardan ise sözlü onamları alınmıştır.

2.8. Verilerin Değerlendirilmesi ve Analizi
Verilerin analizinde içerik analizi ve betimsel analiz yönteminden yararlanılmıştır. Bu doğrultuda, çocuklarla yapılan görüşmelerin tamamlanmasından sonra, görüşmeler yapılış sırasına göre numaralandırılmış ve kodlar verilerek yazıya aktarılmıştır. Yapılan tüm görüşmelerin analiz edilmesiyle temalar tespit edilmiş, belirlenen temalara uygun alt temalar oluşturulmuştur. Her bir alt temada yer alan katılımcı kodları ile belirlenen her bir temaya ait görüş bildiren katılımcıların frekansları belirlenmiş, bulgular alıntılanarak açıklanmıştır. Görüşme süreci tamamlandıktan sonra, her katılımcı çocuğa "Ç1, Ç2, Ç3... Ç16" şeklinde kodlar verilmiş ve tüm veriler bu kodlar doğrultusunda analiz edilmiştir. Çocukların çizdikleri resimlerin açıklamalarına ise ifadeler doğrudan alıntılanarak verilmiştir.

3. BULGULAR
Bu bölümde, araştırmadan elde edilen bulgular ve açıklamalara yer verilmiştir. Bu doğrultuda, "Çocuk Görüşme Formu"ndan elde edilen verilerin analizi sonucu ortaya çıkan dört tema şu şekildedir: "Çocukların hastalık tanımları, hastalığa neden olan faktörler, hastalıktan iyileşme yöntemleri, hasta olmamak için yapılması gerekenler"dir. Bu temalara yönelik alt temalar, alt kategoriler, frekanslar ve nitel sonuçlar aşağıda açıklanmıştır. Ek olarak çocukların çizdiği resimler ve açıklamalarına da yer verilmiştir. Araştırmanın bulguları çocukların sorulara verdiği yanıtlar ve çizdiği resimler olmak üzere iki başlık altında bulgularda sunulmuştur.

3.1. Çocukların Görüşlerine İlişkin Bulgular
Veriler hem önceden belirlenmiş temalar çerçevesinde hem de çocuklarla yapılan görüşmeler sırasında ortaya çıkan yeni kavramsal boyutlar dikkate alınarak analiz edilerek bulgular hazırlanmıştır.

Bu yaklaşımla, çocukların sağlık ve hastalık algılarını daha derinlemesine anlamak ve kategorik biçimde ortaya koymak hedeflenmiştir.
Çocuklara "*Sence hastalık ne demektir? 'Hastalık' deyince aklına neler geliyor?*" soruları yöneltilmiştir. Çocukların hastalığın tanımına dair verdikleri yanıtların dağılımı Tablo 3.1'de sunulmuştur.

Tablo 3.1. Çocukların hastalığın tanımına dair verdikleri yanıtların dağılımı

Tema	Alt Tema	Kategori	f	Katılımcı Kodları
Hastalığın Tanımı	Kavramlar	Mikrop	3	Ç2, Ç3, Ç10
		Hastalık	3	Ç5, Ç6, Ç9
		Vücuda Zarar	2	Ç11, Ç16
	Belirti ve Semptomlar	Öksürme, Kusma, Burun Akması	2	Ç4, Ç7
		Kötü Hissetme	2	Ç14, Ç15
	Hastalığın Nedenleri	Abur cubur, zayıf olmak, mikroplar	3	Ç1, Ç8, Ç13
	Fiziksel Durumlar	Düşme, yaralanma	1	Ç12
	Genel İfade	Sağlıkla ilişkili genel ifade	1	Ç1

Tablo 3.1'e incelendiğinde, büyük çoğunluğun hastalığı mikrop, hasta olmak ve vücuda zarar gibi tanımlayıcı kavramlarla ilişkilendirdiği görülmektedir. Örneğin, Ç2 ve Ç3 "*mikrop geliyor*" ifadesiyle hastalığı neden-sonuç ilişkisiyle açıklarken, Ç5 ve Ç6 gibi bazı çocuklar "hasta olmak" şeklinde doğrudan tanımlayıcı yanıtlar vermiştir. Bunun yanı sıra, Ç4'ün "*öksürmek ve kusmak demek*" ifadesi ve Ç7'nin "*burnumuz akar, hastaneye gideriz*" açıklaması, çocukların hastalığı semptomlarla tanımladığını göstermektedir. Ç14 ve Ç15'in "kötü hissetme" vurgusu ise hastalığı fizyolojik belirtiler yerine duygusal durumla ilişkilendirdiklerini ortaya koymaktadır. Ayrıca Ç8 ve Ç13 gibi bazı çocuklar, hastalığın nedenine işaret ederek sağlıksız beslenme, mikroplar ya da zayıflık gibi faktörleri dile getirmiştir. Ç12'nin "*bir yere düşüp yaralanmak*" açıklaması ise hastalığı fiziksel durumlarla ilişkilendiren tek örnektir. Bu bulgular, çocukların hastalık algılarının çeşitliliğini ve yaşantılarından edindikleri deneyimlerle şekillendiğini göstermektedir.
Çocuklara ikinci olarak "*Neler yapmazsak hasta oluruz?*" sorusu yöneltilmiştir. Bulgular Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Çocukların hastalığa neden olan faktörlere dair verdikleri yanıtların dağılımı

Tema	Alt Tema	f	Katılımcı Kodları
Hastalığa Neden Olan Faktörler	Sağlıksız Beslenme	4	Ç1, Ç3, Ç4, Ç6
	İlaç İçmeme	4	Ç2, Ç4, Ç7, Ç16
	Yetersiz Hijyen	2	Ç9, Ç10
	Fiziksel Aşırı Yüklenme	3	Ç11, Ç12, Ç13
	Virüs ve Mikrop	2	Ç14, Ç16
	Uyku ve Dinlenme Eksikliği	3	Ç13, Ç15, Ç1
	Otoriteye Uymama	1	Ç5

Çocukların hastalığa neden olan faktörlere ilişkin algıları çok boyutlu olup; beslenme alışkanlıkları, hijyen, ilaç kullanımı, fiziksel ve sosyal davranışlar üzerinden şekillenmektedir. En sık vurgulanan nedenlerden biri sağlıksız beslenmedir. Ç1'in ifadesi "*çok abur cubur yiyip dişimiz ağrıdığı zaman*" şeklinde detaylandırılmış ve bu durumun hastalığa yol açabileceği aktarılmıştır. Benzer biçimde Ç3 ve Ç6 da yemek yememek ile hastalık arasındaki ilişkiye dikkat çekmiştir. İlaç içmeme faktörü de çocuklar tarafından sıklıkla dile getirilmiştir; Ç2 ve Ç7 "*şurup içmezsek hasta oluruz*" açıklamasıyla bu durumu net bir şekilde ifade etmiştir.

Fiziksel aşırı yüklenme, özellikle Ç11 ve Ç12 tarafından "*çok çalışmak*" ya da "*aşırı yorulmak*" üzerinden tanımlanmış; Ç13 ise vücudun dinlenmesi gerektiğini vurgulamıştır. Ayrıca uyku ve dinlenme eksikliği, hijyen yetersizliği ve virüs-mikrop kaynaklı açıklamalar da çocukların ifade ettikleri hastalık nedenleri arasında yer almıştır. Ç9'un "*temizlenmezsek*" söylemi ve Ç14'ün "*virüslerden korunmalıyız*" ifadesi, sağlıkla ilgili çevresel farkındalığın çocuk algısında ne kadar yer ettiğini göstermektedir. Bu çok katmanlı yaklaşımlar, çocukların hastalığın sadece içsel bir durum değil; davranışsal, çevresel ve sosyal etkenlerle ilişkili olduğunu kavradıklarını göstermektedir (Tablo 3.2).
Tablo 3.3'te çocuklara "*Hastayken iyileşmek için neler yapmalıyız?*" sorusu yöneltildiğinde verdikleri yanıtlar görülmektedir.

Tablo 3.3. Çocukların iyileşmek için yapılması gerekenlere dair verdikleri yanıtların dağılımı

Tema	Alt Tema	f	Katılımcı Kodları
İyileşmek İçin Yapılması Gerekenler	İlaç Kullanma	4	Ç1, Ç6, Ç8, Ç13
	Dinlenme	6	Ç2, Ç3, Ç5, Ç9, Ç10, Ç16
	Beslenme	3	Ç1, Ç8, Ç15
	Doktora Gitme	2	Ç7, Ç14
	Su İçme	2	Ç11, Ç12
	Bilmeme	1	Ç4

Çocukların iyileşmek için yapılması gerekenlere ilişkin görüşleri değerlendirildiğinde, en sık vurgulanan yöntemin dinlenme olduğu görülmektedir. Ç2, Ç3, Ç5, Ç9 ve Ç16 gibi çocuklar hasta olunduğunda "*evde kalmak*", "*uyumak*" ya da "*dinlenmek*" gerektiğini açıkça ifade etmiştir. Ç2'nin "*okula gitmemeliyiz*" vurgusu, çocukların iyileşme sürecinde kendilerini fiziksel olarak koruma ihtiyacını da kavradığını göstermektedir. İlaç kullanımı da sık dile getirilen bir yöntemdir. Örneğin, Ç1 "*ilaç içmemiz lazım*" derken; Ç8 detaylandırarak "*şurup içmek gerek, ilaç almamız gerek*" şeklinde açıklama yapmıştır. Beslenme teması da iyileşme sürecinde önemli görülmüştür. Ç15'in "*yemek yemeliyiz, sağlık için faydalıdır*" açıklaması; Ç8'in ise "*çok yemek yememiz gerek, tavuk çorbası içmeliyiz*" ifadesi, çocukların sağlık ve beslenme arasında bağ kurabildiklerini göstermektedir. Su içmenin iyileştirici etkisine dikkat çeken Ç11 ve Ç12, iyileşme sürecinde doğal yöntemleri de ön plana çıkarmıştır. Ayrıca Ç7 ve Ç14 gibi çocuklar, doğrudan doktora gitmenin önemine değinmiştir. Bulgular, çocukların yalnızca hastalığı tanımlamakla kalmayıp, tedavi sürecine ilişkin de işlevsel bilgi ve farkındalığa sahip olduklarını göstermektedir (Tablo 3.3).
Son olarak çocuklara "*Sence hasta olmamak için neler yapmalıyız?*" sorusu yöneltilmiştir.

Tablo 3.4. Çocukların hasta olmamak için yapılması gerekenlere dair verdikleri yanıtların dağılımı

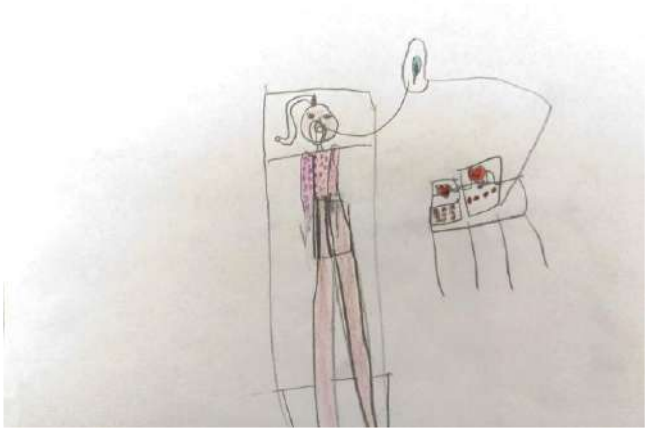
Tema	Alt Tema	f	Katılımcı Kodları
Hasta Olmamak İçin Yapılması Gerekenler	Sağlıklı Beslenme	5	Ç1, Ç3, Ç4, Ç6, Ç10
	Maske Takma	1	Ç2
	Kişisel Hijyen	4	Ç2, Ç9, Ç12, Ç16
	Aile ve Sosyal Kurallar	2	Ç5, Ç14
	İlaç Kullanımı / Tıbbi Müdahale	2	Ç4, Ç7
	Giyim / Fiziksel Korunma	2	Ç8, Ç13
	Dinlenme / Uyku	1	Ç11
	Bilinçli Davranışlar	1	Ç15

Tablo 3.4'e göre, çocukların hasta olmamak için yapılması gerektiğine inandıkları uygulamalar çok çeşitli temalar altında toplanmakla birlikte, sağlıklı yaşam pratiklerine dair oldukça farkındalık taşıdıklarını göstermektedir. En sık ifade edilen yöntem sağlıklı beslenmedir. Ç1'in "*sağlıklı şeyler yememiz gerekiyor*" açıklaması, Ç3'ün ise "*meyve yemeliyiz, su içmeliyiz*" ifadeleri, çocukların beden sağlığı ile besinler arasındaki ilişkiyi kurabildiğini göstermektedir.

Kişisel hijyen de sık vurgulanan konular arasında yer almıştır. Ç2'nin "*duş almalıyız*" söylemi ve Ç16'nın "*dişlerimizi fırçalamalıyız*" vurgusu, çocukların hijyen alışkanlıklarını içselleştirdiklerini göstermektedir. Ayrıca, Ç5'in "*arkadaşımızın suluğundan su içmemeliyiz*" ve *"anne-baba sözünü dinlemeliyiz"* açıklaması çocukların sosyal kuralları ve toplumsal davranışları sağlıkla ilişkilendirdiklerine işaret etmektedir. Bazı çocuklar koruyucu fiziksel önlemleri (Ç8, Ç13) ve tıbbi müdahaleleri (Ç4, Ç7) ön plana çıkarırken; Ç15 ise hapşırırken burnu kapatmak gibi bilinçli bireysel davranışların önemini ifade etmişlerdir. Bu çok yönlü değerlendirmeler, çocukların sağlığı koruma konusunda hem davranışsal hem de çevresel risk faktörlerini kavradıklarını göstermektedir (Tablo 3.4).

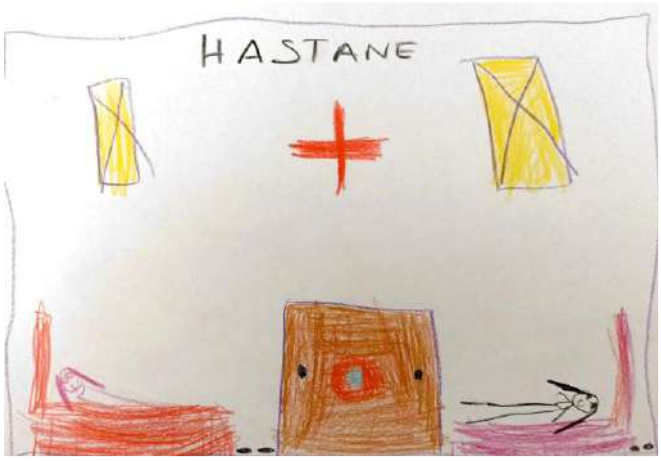
3.2. Çocukların Çizdikleri Resimlere İlişkin Bulgular

"*Bu kâğıda sağlık ile ilgili bir resim çizmeni istiyorum. Hastalık hakkında her şey bu resimde olsun, hastalık denince aklına gelen her şeyi çiz.*" yönergesi ile çocuğun resim çizmesi ve resim çizdikten sonra resmini anlatması istenmiştir. 10 çocuk resim çizmiş olup, resimler aşağıda sunulmuştur.



Şekil 3.1. Ç1'in (kız çocuk, 65 aylık) sağlık temalı çizdiği resim
Resim Açıklaması: *"Burada bir tane insanı, hastane insanın karnına cam battığı ve nefes alamadığı için serum bağlamışlar."*

Şekil 3.2. Ç2'nin (kız çocuk, 71 aylık) sağlık temalı çizdiği resim
Resim Açıklaması: *"Ortadaki çocuk hasta olmamak için ne yapacağımızı gösteriyor. Resim tahtasını öylesine çizdim. Birde kız hangi öksürüş daha doğru hangisi yanlış onu gösteriyor. Şuradaki mikropla alakalı diye yaptım."*

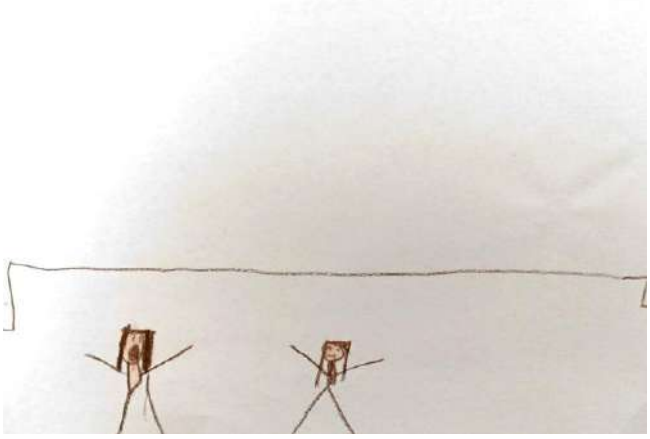


Şekil 3.3. Ç3'ün (Kız çocuk, 70 aylık) sağlık temalı çizdiği resim
Resim Açıklaması: *"Hasta oldukları için ameliyata gelmişler. Doktor onlara ilaç getirip onların sağlığını düşünüyor. Birde yemek getiriyor. Birde meyve."*

Şekil 3.4. Ç4'ün (erkek çocuk, 62 aylık) sağlık temalı çizdiği resim
Resim Açıklaması: *"Bu doktor... Yürüyor."*

Şekil 3.5. Ç5'in (Erkek çocuk, 62 aylık) sağlık temalı çizdiği resim
Resim Açıklaması: *"Hastane çizdim."*

Şekil 3.6. Ç6'nın (erkek çocuk, 63 aylık) sağlık temalı çizdiği resim
Resim Açıklaması: *"Hastanede olan bir hemşire çizdim."*



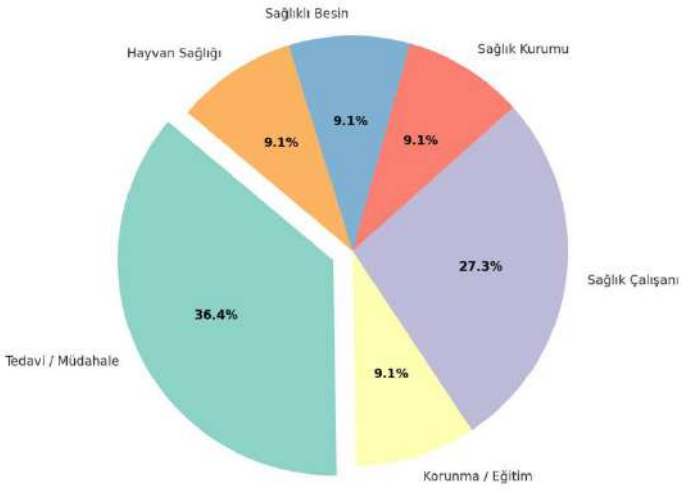
Şekil 3.7. Ç7'nin (erkek çocuk, 64 aylık) sağlık temalı çizdiği resim
Resim Açıklaması: *"Öksürdüğü için doktor ilaç veriyor."*

Şekil 3.8. Ç8'in (erkek çocuk, 62 aylık) sağlık temalı çizdiği resim
Resim Açıklaması: *"Doktor ve hemşire birlikte tatile gidiyorlar. Tatilde oldukları için çok mutlular."*

Şekil 3.9. Ç9'un (kız çocuk, 65 aylık) sağlık temalı çizdiği resim
Resim Açıklaması: *"Doktor kedinin karnını kontrol ediyor bir tane aletle. Kedinin karnında yavru var. Doktor adamın dişine iğne yapıyor."*

Şekil 3.10. Ç10'un (erkek çocuk, 63 aylık) sağlık temalı çizdiği resim
Resim Açıklaması: *"Avokado çizdim. Sağlıklı yiyecek…"*

Çocukların sağlık temalı çizdiği resimlerin temalara göre dağılımlarına Şekil 3.11'de yer verilmiştir.



Şekil 3.11. Çocukların sağlık temalı çizdikleri resimlerin temalarına dair dağılımı

Sağlık temalı resimlerde, çocukların en sık çizdiği öğelerin başında doktor ve hemşireler gelmiştir. Ç4: "*Bu doktor... Yürüyor.*", Ç6: "*Hastanede olan bir hemşire çizdim.*" ve Ç7: "*Öksürdüğü için doktor ilaç veriyor.*" gibi açıklamalar, çocukların sağlık personeline karşı farkındalığının yüksek olduğunu göstermektedir.
Hastane ve sağlık kurumları, çocukların resimlerinde sıkça yer almıştır. Örneğin, Ç5: "Hastane çizdim." ve Ç1: "*İnsanın karnına cam battığı için nefes alamıyor ve serum bağlanmış.*" gibi betimlemeler, sağlık hizmetlerinin somut mekânsal temsilini içermektedir.
İlaç ve tedavi sürecine dair farkındalık da yüksektir. Ç3: "*Doktor onlara ilaç getirip onların sağlığını düşünüyor.*" ve Ç9: "*Doktor adamın dişine iğne yapıyor.*" ifadeleri, çocukların tedavi süreçlerini gözlemlediğini yansıtmaktadır. Bunun yanında, sağlıklı beslenme (Ç10: "*Avokado çizdim. Sağlıklı yiyecek…*") ve hijyen / korunma yöntemleri (Ç2: "*Hasta olmamak için ne yapacağımızı gösteriyor.*") gibi sağlıkla ilgili davranışsal boyutlara da yer verilmiştir.
Ç8: "*Doktor ve hemşire birlikte tatile gidiyorlar. Tatilde oldukları için çok mutlular.*" açıklaması, çocukların sağlık çalışanlarını sadece mesleki rolleriyle değil, aynı zamanda duygusal bir perspektiften değerlendirdiğini göstermektedir. Ayrıca, Ç9'un hayvan sağlığına dair çizimi (kedi ve veteriner) sağlık kavramını geniş bir çerçevede algıladıklarını ortaya koymaktadır.

4. TARTIŞMA

Bu araştırmanın bulguları, 60–72 aylık çocukların sağlık kavramını çok boyutlu bir yaklaşımla değerlendirdiklerini göstermektedir. Çocuklar, sağlık olgusunu yalnızca hastalık ve tedavi süreçleriyle sınırlı tutmamış; iyilik hali, korunma davranışları, beslenme, hijyen, sosyal çevre ve sağlık çalışanlarının rolleri gibi temalarla ilişkilendirmişlerdir. Görüş ve çizimlerde ortaya çıkan bu bütüncül yaklaşım, literatürde okul öncesi dönemde sağlık algısına ilişkin elde edilen verilerle uyumlu bulunmuştur (Güneş vd., 2022; Mouratidi vd., 2016; Myant ve Williams, 2005; Sümer vd., 2022). Özellikle Güneş vd. (2022) çalışmasında çocukların mikropları "küçük, görünmez varlıklar" olarak tanımlaması ve korunma yollarını hijyen, maske ve sosyal mesafe ile ilişkilendirmeleri, bu araştırmada çocukların benzer biçimde mikropları hastalıkla bağlantılı betimlemeleriyle örtüşmektedir. Mouratidi vd. (2016) ise çocukların hastalık çizimlerinde biyomedikal unsurları (ilaç, doktor, mikroplar) daha baskın biçimde öne çıkardıklarını, sağlığı ise oyun, mutluluk ve aktif yaşam gibi psikososyal temalarla resmettiklerini belirtmiş; bu da elde edilen bulgulardaki iyilik hali ve sosyal çevre temalarıyla uyumludur.
Araştırma bulgularında çocukların beslenmeye sıkça vurgu yapmaları dikkat çekicidir. Örneğin Ç1'in "*sağlıklı yiyecekler yememek*" söylemi ve serum bağlanan hasta çizimi, koruyucu ve tedavi edici boyutların birlikte ele alındığını göstermektedir. Benzer şekilde Ç3'ün ilaç ve meyve sunan doktor figürü, beslenmenin sağlık algısındaki merkezi rolünü ortaya koymaktadır. Literatürde de okul öncesi çocukların sağlığı en çok beslenmeyle ilişkilendirdiği saptanmıştır (Sümer vd., 2022). Ancak Türkiye'de obezite oranlarının Avrupa'da ilk sırada yer alması (Türkiye İstatistik Kurumu, 2023; World Health Organization, 2024) ve okul öncesi çocuklarda aşırı kilo problemlerinin görülmesi (Güven ve Şahin, 2017) bu farkındalığın davranışa dönüşmesinde eksiklikler olduğunu düşündürmektedir. Çocukluk çağı obezitesinin düşük öz saygı, sosyal ilişkilerde bozulma, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar gibi risklerle ilişkili olduğu bilinmektedir (Shaban Mohamed vd., 2022). Dolayısıyla bulgular, beslenme temelli sağlık eğitiminin okul öncesi dönemde güçlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.
Hastalık kavramına ilişkin analizlerde çocukların mikroplar, bedensel belirtiler, kötü hissetme ve zarar görme gibi temaları dile getirdikleri görülmüştür. Söylemlerinde "öksürmek", "*mikrop kapmak*" gibi ifadeler yer alırken, resimlerinde bu kavramları ilaç, serum ve müdahale sahneleriyle somutlaştırdıkları gözlenmiştir. Örneğin Ç7'nin öksüren hasta figürü ve ilaç veren doktor betimlemesi, çocukların belirtileri doğrudan sağlık müdahaleleriyle ilişkilendirdiklerini göstermektedir. Benzer biçimde, Gültekin ve Baran (2005) çocukların hastalık algılarının kısa vadeli bedensel rahatsızlıklar etrafında şekillendiğini ve sağlık çalışanlarını hem güven veren hem de korku uyandıran figürler olarak gördüklerini belirtmiştir. Myant ve Williams (2005) da benzer şekilde küçük yaştaki çocukların hastalığı çoğunlukla dışsal etkenlere (soğuk hava, mikrop) bağladıklarını, yaş ilerledikçe biyomedikal açıklamaların arttığını ortaya koymuştur. Bu sonuç, mevcut araştırmadaki çocukların mikroplar ve belirtilere dair somut açıklamalarıyla paralellik göstermektedir.

Bu araştırmada Ç6'nın hemşire figürü, Ç7'nin ilaç veren doktoru ve özellikle Ç8'in "*doktor ve hemşire tatile gidiyor, mutlular*" açıklaması, sağlık çalışanlarının çocuk dünyasındaki yerini mesleki rollerin ötesinde insani boyutlarıyla da göstererek özgün bir katkı sunmaktadır.

Çocukların tedavi sürecine ilişkin farkındalıklarının da güçlü olduğu görülmüştür. Söylemlerinde "*ilaç içmek*", "*dinlenmek*", "*yemek yemek*" gibi öneriler dile getirilmiş; çizimlerinde ise bu önerilerle uyumlu tedavi sahneleri oluşturulmuştur. Örneğin Ç8'in "*şurup içmek gerek*" açıklaması ve "*abur cubur yememek, çorba içmek*" vurgusu, tedavi sürecini hem davranışsal hem de bilişsel düzeyde kavradıklarını göstermektedir. Ç9'un "*dişine iğne yapan doktor*" ifadesi ise tıbbi müdahalelerin çocuk zihninde ne kadar belirgin olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, çocukların tedavi sürecine dair farkındalıklarının aile desteği ile pekiştiğini de işaret etmektedir. Özellikle sağlıklı beslenme ve dinlenme gibi günlük rutinlere ilişkin söylemlerin ebeveyn yönlendirmeleriyle bütünleşmesi, tedavi sürecinde aile katılımının belirleyici önemini yansıtmaktadır. Nitekim kronik hastalıklarda aile desteğinin çocuğun iyileşme sürecinde kritik bir rol üstlendiği literatürde de açıkça belirtilmektedir (Alay, 2023; İnal-Emiroğlu ve Akay, 2008). Bu durum, araştırmaya katılan çocukların tedavi sürecine ilişkin kavrayışlarının bilişsel ve davranışsal boyutlarda şekillendiğini göstermektedir. Ayrıca Williams'ın (2010) çalışmasında da belirtildiği üzere, kısa süreli sağlık eğitimi müdahaleleri dahi çocukların hastalık nedenlerini, bulaşma yollarını ve korunma biçimlerini daha doğru açıklamalarına katkı sağlamaktadır.

Koruyucu sağlık davranışları da araştırmanın bir diğer dikkat çekici bulgusudur. Çocukların hasta olmamak için dile getirdikleri hijyen, sağlıklı beslenme, sosyal kurallara uyum ve fiziki korunma gibi temalar, koruyucu sağlık farkındalıklarının güçlü olduğunu göstermektedir. Ç10'un çizdiği avokado ve Ç2'nin maske ile doğru öksürme davranışını resmetmesi bu farkındalığı somutlaştırmaktadır. Güneş vd. (2022) çalışmasında da çocukların mikroplardan korunmaya yönelik hijyen, maske ve izolasyon gibi davranışları dile getirmeleri bu sonuçları desteklemektedir. Ancak literatürde, okul öncesi çocukların sağlıkla ilişkilendirdikleri kavramlar arasında fiziksel aktiviteye daha az yer verdikleri görülmektedir (Sümer vd., 2022). Oysa erken yaşlarda fiziksel aktivitenin sağlık göstergelerini iyileştirdiğine dair güçlü kanıtlar bulunmaktadır (Carson vd., 2017; Li vd., 2015; Timmons vd., 2012). Bu durum, sağlık eğitimi programlarında fiziksel aktiviteye özel olarak vurgu yapılması gerektiğini düşündürmektedir. Ayrıca, okul öncesi çocuklarda ruh sağlığı sorunlarının da yaygın olduğu ve özellikle pandemi ile deprem gibi toplumsal krizlerin bu sorunları artırdığı bilinmektedir (Aral, 2023; Gültekin ve Bayık Temel, 2020; León Rojas vd., 2023). Bu bağlamda, çocukların sağlık algılarında yer alan duygusal iyi oluş temalarının, erken dönemde ruh sağlığını destekleyici uygulamalarla pekiştirilmesi önemlidir.

Sonuç olarak, bu araştırmanın bulguları çocukların sağlık ve hastalık kavramlarına dair çok boyutlu temsiller geliştirdiklerini; bu temsillerin literatürle uyumlu olmakla birlikte özgün katkılar da sunduğunu ortaya koymaktadır. Çocukların beslenme, hijyen, hastalık belirtileri, tedavi, sağlık çalışanları ve duygusal iyilik halleri gibi farklı boyutları bir arada değerlendirmeleri, erken çocukluk döneminde sağlık okuryazarlığının gelişimine dair önemli ipuçları sunmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma sonucunda çocukların hastalığı mikroplarla, hastalık belirti ve semptomları ile hastalık nedenlerine ilişkin kavramlarla ilişkilendirdikleri, sağlıksız beslenmenin ve ilaç kullanmamanın hastalığa neden olduğunu, iyileşmek için dinlenmenin gerektiğini ifade ettikleri belirlenmiştir. Çocukların çizimlerinde hasta çocukları ve hastalık belirtilerini, sağlık çalışanlarını, hastaneyi, ilaçları, tedavi ve ameliyatı resmettikleri görülmüştür.

Araştırmadan elde edilen bu bulgular ışığında ailelere, uzmanlara ve araştırmacılara şu öneriler verilebilir:

- Okul öncesi dönemde, hijyen, sağlıklı beslenme, hastalıktan korunma ve tedavi süreçleri gibi konular çocuklara yaşlarına uygun etkinliklerle kazandırılabilir.
- Resim, drama, hikâye anlatımı gibi yaratıcı tekniklerle çocukların sağlık konularındaki farkındalıkları artırılabilir. Bu yöntemler, çocukların düşüncelerini ifade etmelerini kolaylaştırmakla birlikte öğretici bir işlev de üstlenebilir.

• Ailelere yönelik bilgilendirme çalışmaları düzenlenebilir; evde uygulanabilecek küçük sağlık eğitimleri teşvik edilebilir.
• Çocukların sağlık çalışanlarını tanımaları ve onlara karşı olumlu tutum geliştirmeleri için doktorlar, hemşireler gibi meslek üyeleriyle buluşturulmaları sağlanabilir.
• Bu çalışma nitel bir tasarımla sınırlı sayıda çocukla gerçekleştirilmiştir. Farklı sosyoekonomik bölgelerde yapılacak daha geniş katılımlı araştırmalarla çocukların sağlık algılarındaki değişkenlik daha ayrıntılı biçimde değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

Alay, G. K. (2023). Kronik hastalıkların çocuk ve aile üzerine etkileri. *Kastamonu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 2(1), 40–50.

Aral, N. (2023). Depremin çocuklar üzerindeki etkileri. *Çocuk ve Gelişim Dergisi, 6*(11), 93–105.

Byrne, J., & Sharp, J. (2006). Children's ideas about micro-organisms. *School Science Review*, 88(322), 71–79.

Carson, V., Lee, E.-Y., Hewitt, L., Jennings, C., Hunter, S., Kuzik, N., ... & Tremblay, M. S. (2017). Systematic review of the relationships between physical activity and health indicators in the early years (0–4 years). *BMC Public Health, 17*(Suppl 5), 854.

Çetinkaya, B., & Başbakkal, Z. (2005). Çocuk sağlığı ve hastalıkları kliniklerinde çalışan hemşirelerin benlik saygısı düzeylerinin ve çocuk yetiştirme tutumlarının incelenmesi. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 21(2), 47–57.

Çınar, N., Ay, F., & Boztepe, H. (2018). Çocuk sağlığı ve sağlık okuryazarlığı. *Turkish Journal of Pediatric Disease*, 12(2), 129–135.

Gültekin, T., & Bayık Temel, A. (2020). Sleep problems and effective factors in preschool children. *Florence Nightingale Journal of Nursing, 28*(2), 164–173.

Gültekin, A., & Baran, G. (2005). Hastalık ve çocuk. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 48*(3), 249–257.

Güneş, L. C., Yersel, B. Ö., & Durualp, E. (2022). A Qualitative Study Inquiring Children's Views on Microbes During the Pandemics. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (13), 465-490.

Güven, V., & Şahin, M. K. (2017). Evaluation of pre-school health screening: An example from Artvin province. *Ankara Medical Journal, 17*(2), 93–101.

Er, M. (2006). Çocuk, hastalık, anne-babalar ve kardeşler. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 49(2), 155–168.

İnal-Emiroğlu, N., & Akay, A. (2008). Kronik hastalıklar, hastaneye yatış ve çocuk. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 51*(2), 124–130.

León Rojas, D., Castorena Torres, F., Alvarado Ramos, S., del Castillo Morales, A., & Rodríguez-de-Ita, J. (2023). Sleep disturbances and mental well-being of preschool children during the COVID-19 pandemic in Mexico. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 20*(5), 4386.

Li, Y. C., Kwan, M. Y. W., King-Dowling, S., & Cairney, J. (2015). Determinants of physical activity during early childhood: A systematic review. *Advances in Physical Education, 5*(2), 116–127.

Mouratidi, P. S., Bonoti, F., & Leondari, A. (2016). Children's perceptions of illness and health: An analysis of drawings. *Health Education Journal, 75*(4), 434-447.

Myant, K. A., & Williams, J. M. (2005). Children's concepts of health and illness: Understanding of contagious illnesses, non-contagious illnesses and injuries. *Journal of Health Psychology, 10*(6), 805-819.

Shaban Mohamed, M. A., AbouKhatwa, M. M., Saifullah, A. A., Hareez Syahmi, M., Mosaad, M., Elrggal, M. E., ... & Elnaem, M. H. (2022). Risk factors, clinical consequences, prevention, and treatment of childhood obesity. *Children, 9*(12), 1975.

Sümer, M., Karpuz, N., & Çetinkaya Kiraz, F. (2022). Health from the perspective of children between 3–6 years. *Sabuncuoğlu Şerefeddin Health Sciences, 4*(3), 33–46.

Timmons, B. W., LeBlanc, A. G., Carson, V., Connor Gorber, S., Dillman, C., Janssen, I., ... & Tremblay, M. S. (2012). Systematic review of physical activity and health in the early years (aged 0–4 years). *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 37*(4), 773–792.

Türkiye İstatistik Kurumu. (2023). *Türkiye Sağlık Araştırması, 2022*. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Turkiye-Saglik-Arastirmasi-2022-49747

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (10. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Williams, J. M., & Binnie, L. M. (2002). Children's concepts of illness: An intervention to improve knowledge. *British Journal of Health Psychology, 7*(2), 129-147.

World Health Organization. (2024). *Obesity and overweight – European region fact sheet*. World Health Organization. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

DİJİTALLEŞEN DÜNYADA ÖĞRENME VE SPOR

Doç. Dr. Murat KORUCUK
Kafkas Üniversitesi, Sarıkamış Spor Bilimleri Fakültesi, Kars, Türkiye,
ORCID: 0000-0001-5147-9865

Eylül Buket GÜNDOĞDU
Yüksek Lisans Öğrencisi, Kafkas Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı,
Kars, Türkiye, ORCID: 0009-0004-5130-2882

ÖZET
21. yüzyıl, dijitalleşmenin yaşamın tüm alanlarını dönüştürdüğü bir dönemdir. Eğitimden spora kadar birçok alanda dijital teknolojiler, öğrenme süreçlerini ve bireysel gelişimi yeniden şekillendirmektedir. Bu çalışmada, dijitalleşmenin öğrenme ve spor üzerindeki etkileri incelenmiş, iki alan arasındaki kesişim noktaları tartışılmıştır. Çalışmada nitel araştırma desenlerinden biri olan ve literatür değerlendirmesine odaklı çalışmalarda sıklıkla tercih edilen doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmada "*Dijitalleşen dünyada öğrenme ve spor literatürde nasıl değerlendirilmektedir?*" şeklinde belirlenen araştırma sorusuna yanıt verilebilmesi amacıyla yerli ve yabancı literatürdeki çok sayıdaki çalışma incelenmiş ve araştırma sorusuna yanıt verilmiştir. Öncelikle eğitim boyutunda dijitalleşmenin sağladığı olanaklar ele alınmıştır. Bilgiye erişimin hızlanması, öğrenme ortamlarının çeşitlenmesi ve bireyselleştirilmiş öğrenme fırsatları dijital dönüşümün en önemli katkıları arasında yer almaktadır. E-öğrenme, uzaktan eğitim, mobil öğrenme ve artırılmış gerçeklik uygulamaları, öğrencilerin mekân ve zaman sınırlılıklarını aşmalarını sağlamaktadır. Ayrıca yapay zekâ ve veri analitiği destekli öğrenme platformları, bireysel farklılıklara uyum sağlayarak öğrenmeyi daha esnek hale getirmektedir. Spor alanında ise dijitalleşme, antrenman yöntemlerinden müsabaka deneyimlerine kadar geniş bir yelpazede etkisini göstermektedir. Giyilebilir teknolojiler, sporcuların performanslarını ölçmeye ve geliştirmeye imkân tanırken, e-spor gibi yeni alanlar da sporun tanımını genişletmiştir. Dijital medya ve yayıncılık, sporun küresel ölçekte daha geniş kitlelere ulaşmasını sağlamaktadır. Bunun yanında, sanal antrenmanlar ve VR tabanlı uygulamalar, spor deneyimini hem profesyonel hem de amatör düzeyde dönüştürmektedir. Sonuç olarak, dijitalleşme öğrenme ve spor alanlarında fırsat ve zorlukları beraberinde getirmektedir. Eğitim politikalarının dijital okuryazarlığı artırmaya yönelik düzenlenmesi, spor kurumlarının ise dijital teknolojileri bilinçli şekilde kullanması gerekmektedir. Bu bağlamda, dijitalleşmenin sunduğu imkânların dengeli ve etik biçimde değerlendirilmesi, bireylerin bilişsel ve fiziksel gelişimlerini destekleyecek sürdürülebilir bir yol haritası oluşturulmasına katkı sağlayacaktır. Sonuç olarak, dijitalleşme öğrenme ve sporu dönüştürürken hem fırsatlar hem de yeni zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Dijital uçurumun azaltılması, pedagojik yaklaşımların güncellenmesi ve teknoloji kullanımında etik boyutların göz önünde bulundurulması, bu dönüşümün sürdürülebilirliği açısından kritik önemdedir. Çalışma sonuçlarının etkililiğinin ve verimliliğinin sağlanabilmesi amacıyla öneriler; eğitimin dijitalleşmesi, sporun dijitalleşmesi ve öğrenme-sporun kesişim noktaları için öneriler olmak üzere üç temel eksende hazırlanmıştır.
Anahtar Kelimeler: Dijitalleşme, Dijital Teknolojiler, E-öğrenme, Öğrenme, Spor.

LEARNING AND SPORTS IN THE DIGITALIZING WORLD

ABSTRACT
The 21st century is a period in which digitalization has transformed all areas of life. From education to sports, digital technologies are reshaping learning processes and individual development. In this study, the effects of digitalization on learning and sports were examined, and the intersection points between the two fields were discussed. In the study, document analysis, one of the qualitative research designs frequently preferred in studies focusing on literature review, was used.

In this study, in order to answer the research question determined as "*How are learning and sports evaluated in the literature in a digitalized world*?" numerous national and international studies in the literature were examined and the research question was answered. First of all, in the dimension of education, the opportunities provided by digitalization were addressed. Accelerated access to information, diversification of learning environments, and individualized learning opportunities are among the most important contributions of digital transformation. E-learning, distance education, mobile learning, and augmented reality applications enable students to overcome limitations of time and space. In addition, AI- and data analytics-supported learning platforms make learning more flexible by adapting to individual differences. In the field of sports, digitalization shows its impact in a wide range from training methods to competition experiences. Wearable technologies allow athletes to measure and improve their performances, while new fields such as e-sports have expanded the definition of sports. Digital media and broadcasting enable sports to reach wider audiences on a global scale. In addition, virtual trainings and VR-based applications transform the sports experience at both professional and amateur levels. As a result, digitalization brings both opportunities and challenges in the fields of learning and sports. While educational policies need to be regulated to increase digital literacy, sports institutions should use digital technologies consciously. In this context, a balanced and ethical evaluation of the opportunities offered by digitalization will contribute to the creation of a sustainable roadmap that will support individuals' cognitive and physical development. Consequently, while digitalization transforms learning and sports, it also brings new opportunities and challenges. Reducing the digital divide, updating pedagogical approaches, and considering ethical dimensions in technology use are critically important for the sustainability of this transformation. In order to ensure the effectiveness and efficiency of the study results, recommendations were prepared on three main axes: digitalization of education, digitalization of sports, and recommendations for the intersection points of learning and sports.
Keywords: Digitalization, Digital Technologies, E-learning, Learning, Sports.

Giriş

21. yüzyıl, dijital teknolojilerin yaşamın tüm alanlarını etkisi altına aldığı bir dönem olarak öne çıkmaktadır. Eğitimden sağlığa, ekonomiden sosyal yaşama kadar birçok alan, dijital dönüşümle yeniden şekillenmektedir. Bu dönüşüm, öğrenme ve spor alanlarını da kapsamlı bir şekilde etkilemektedir. Dijitalleşme sürecinde yaşanan hızlı teknolojik gelişmeler, teknoloji ile ayrı bir şekilde ele alınmamalıdır. 21. yüzyılda geliştirilen dijital teknolojiler, birçok alanda dijitalleşmenin önünü açmış ve toplumsal yapıları yeniden şekillendirmiştir. Geçmiş yüzyıllarda, bir işin gerçekleştirilmesi büyük ölçüde insan gücüne dayanmakta ve bu durum ulaşım, erişim ve yapılabilirlik açısından zorluklar yaratmaktaydı. Bu zorluklar, özellikle kırsal bölgelerde yaşayan bireylerde sosyal ve ekonomik hizmetlere erişimde eşitsizliklere yol açmıştır (OECD, 2018). Ancak 21. yüzyılda gelişen ve hâlen gelişmekte olan teknoloji, söz konusu zorlukları azaltmaktadır. Dolayısıyla teknolojinin ilerlemesi, dijitalleşmenin geniş kitlelere ulaşmasını sağlayarak fırsat eşitsizliklerinin azalmasına katkıda bulunmaktadır. Dijitalleşmenin artması, işlerin otonom ve daha az insan gücü ile gerçekleştirilmesine olanak tanımakta ve bireylerin bilgi ve hizmete erişimini kolaylaştırarak toplumsal refahın artmasına zemin hazırlamaktadır (Bozkurt, 2019).

Günümüzde dijitalleşme, geleneksel eğitim anlayışını dönüştürerek farklı öğrenme süreçlerine evrilmiştir. Eğitim, yalnızca okul ortamıyla sınırlı kalmayıp bireyin bulunduğu her mekâna taşınmıştır. Dijital platformların yaygınlaşmasıyla öğrenme, zaman ve mekân kısıtlamalarından bağımsız hâle gelmiş; ev ortamı da aktif bir öğrenme alanı olarak değerlendirilmeye başlanmıştır (Bozkurt, 2022). Eğitim-öğretim anlayışı, yüz yüze öğretim ile sınırlıyken dijitalleşme ile birlikte dijital eğitim platformlarına yönelmiştir. Bu durum, öğretmenlerin rollerini de değiştirmiştir. Artık öğretmenler, yalnızca bilgi aktaran değil; dijital kaynakları etkin kullanabilen, öğrencilere rehberlik eden ve bireyselleştirilmiş öğrenme ortamları sunabilen aktörler hâline gelmiştir. Eğitim-öğretim, okulda veya sınıfta geçirilen süre ile sınırlı kalmayarak hayatın her boyutunda devam eden bir gelişim ve dönüşüm süreci olarak görülmektedir.

Teknoloji sayesinde bireye yönelik simüle edilen eğitim programları, öğrencilerin karmaşık sorunları çözme ve toplumsal sorunların çözümüne katkı sağlama becerilerini geliştirmede etkili olmaktadır (Ataş & Gündüz, 2020; Taşçı & Taşlıbeyaz, 2011). Sporda da tarih boyunca sürekli değişim ve gelişim süreci yaşamıştır. Bu dönüşüm, oyun kurallarındaki değişiklikler, stadyum ve antrenman sahalarındaki yeniliklerle kendini göstermiştir. Günümüzde spor alanındaki en belirgin değişim faktörü dijitalleşmedir. Önceleri sporcuların amatörlüğü ve altyapı eksiklikleri, stadyumlar, malzemeler ve antrenman tesislerinin kalitesini sınırlarken, teknolojik gelişmeler ve küresel dönüşümler, ekipman kalitesini artırmış ve estetik açıdan önemli ilerlemelere yol açmıştır. Bu gelişmeler, mimar ve mühendislerin daha nitelikli stadyumlar tasarlamasına olanak sağlamıştır (Caulfield & Jha, 2022). 2000'li yıllardan itibaren sporun ekonomik hacmi hızlı bir büyüme göstermiş, altyapı yatırımlarının çeşitlenmesine ve oyuncu transfer ücretlerinin artmasına yol açmıştır. Bu ekonomik büyüme ve dijitalleşme, sporu yalnızca fiziksel bir aktivite olmaktan çıkarıp geniş bir endüstri hâline getirmiştir (Wang, 2024). Giyilebilir teknolojiler, sensörler ve video analitik sistemleri, sporcuların performansını optimize etmekte ve sakatlanmaları önlemeye yardımcı olmaktadır. Otomatik karar destek sistemleri, foto-finiş ve gol çizgisi teknolojileri ise müsabakalarda adil sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır (Weston, 2018; Financial Times, 2024). Bu bağlamda spor, saha içi ve saha dışı dijital teknolojilerin etkin kullanımıyla daha verimli ve izleyici odaklı bir yapıya dönüşmüştür.
Bu çalışmada, dijitalleşmenin öğrenme ve spor üzerindeki etkileri; dijitalleşmenin öğrenmeye etkisi, sporun dijitalleşmesi, dijital çağda öğrenme ve sporun kesişim noktaları başlıkları altında ele alınmıştır. Bu nedenle çalışmanın amacına ulaşabilmesi için "*Dijitalleşen dünyada öğrenme ve spor literatürde nasıl değerlendirilmektedir?*" şeklinde belirlenen araştırma sorusuna yanıt aranmıştır.

Yöntem

Bu çalışmada nitel araştırma desenlerinden biri olan ve literatür değerlendirmesine odaklı çalışmalarda sıklıkla tercih edilen doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde araştırmada ele alınan soru/sorulara cevap verebilmek amacıyla ilgili literatür değerlendirilmektedir (Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu çalışmada "*Dijitalleşen dünyada öğrenme ve spor literatürde nasıl değerlendirilmektedir?*" şeklinde belirlenen araştırma sorusuna yanıt verilebilmesi amacıyla yerli ve yabancı literatürdeki çok sayıdaki çalışma incelenmiş ve araştırma sorusuna yanıt verilmiştir.

Bulgular

Araştırma bulgularının bir düzen içinde sunulabilmesi ve bulguların anlaşılırlığının arttırılabilmesi amacıyla "Bulgular" "Dijitalleşmenin Öğrenmeye Etkisi, Sporun Dijitalleşmesi, Dijital Çağda Öğrenme ile Sporun Kesişim Noktaları" alt başlıklar halinde sunulmuştur.

Dijitalleşmenin Öğrenmeye Etkisi

Son yıllarda etkileri her yerde hissedilen dijital teknolojilerdeki gelişmeler özellikle günümüz ve geleceğin nasıl oluşacağının anahtarı durumunda olduğu göstermektedir. Toplumlar varlıklarını sürdürebilmek ve gelecek nesilleri nitelikli bireyler olarak yetiştirebilmek için sürekli gelişime ve yeniliğe açık olmalıdır. Sınırlı doğal kaynaklardan sürekli faydalanabilmek ve uluslararası rekabette avantaj sağlamak, toplumların eğitim sistemlerini çağın gereksinimlerine uygun şekilde yapılandırmalarını zorunlu kılmaktadır. Bu gelişmelerin yetişecek yeni nesillere aktarılabilmesi için eğitim sistemlerinin günümüz çağına uygun ve sürekli değişime açık, beklentileri karşılayabilecek ve yeni davranışlar geliştirebilecek bir doğrultuda olması önemli bir gerçektir. Bu durumu doğru bir şekilde yerine getirebilen toplumlar gelişime geç kalan toplumlardan daha önde olacaktır (Ahmad vd., 2023; Chi-Hang Tsoi & Strønen, 2025; Stalheim, & Somby, 2024).
İçine bulunduğumuz çağ artık bilgi çağı olarak adlandırılmaktadır. Teknolojik gelişmelerin hızla ilerlediği ve takip edilmesinin gittikçe zorlaştığı bir çağ yaşanmaktadır. Bu hız her ne kadar yetişmekte zorlanılan bir durum olsa da getirdiği yenilikler bakımından mucize olarak nitelendirilebilir. Teknolojideki bu hızlı gelişim hayatımızda hemen yer tutabilmektedir.

Evlerde bulunan akıllı televizyonlar, akıllı çamaşır-bulaşık makineleri; ev-iş yerlerinde bulunan çok işlemcili/çekirdekli bilgisayarlar, fotokopi makineleri, cep telefonları, tabletler ve uydu bağlantılı diğer ürünler günlük yaşamımızın vazgeçilemez unsurları olmuştur (Bozkurt vd., 2021). Yaşanan birçok yeniliğe rağmen toplumun hayati öneme sahip olduğu eğitim alnında teknoloji kullanımı son derece sınırlı bir haldedir. Dünya'nın çeşitli ülke ya da bölgelerinde öğrenciler düzenli bir şekilde idame ettirilemeyen okullarda veya sınıflarda toplumun ihtiyaçlarını karşılamakta yetersiz kalan programlarla ya da yetersiz öğretim teknolojileri/materyallerle eğitilebilmektedir. Bu ve benzeri eğitim-öğretim sorunlarının kesin olarak çözülebilmesinin temel yolunun insanlığa (eğitim-öğretime) yapılacak yatırım olması çok sayıda çalışmada anlatılmaktadır (Büyükkaragöz ve Çivi 1997). Eğitim-öğretim bir iletişim aynı zamanda da etkileşim işidir, "*Çağımızda iletişim alanında uydular yörüngeye oturtulurken, sınıflarda geçersiz, etkisiz iletişim yöntemlerinin uygulanması bir çelişki olarak gözükmektedir*" (Büyükkaragöz ve Çivi, 1997, s.110). Dolayısıyla dijital teknolojileri yok sayarak eğitimi çağdaş hala getirmek mümkün görünmemektedir. Bilim ve teknolojideki hızlı gelişmeler, eğitim alanında da köklü değişimlere yol açmıştır. İnsan yaşam süresinin uzaması, ölümcül hastalıkların yok edilmesi, organ nakillerindeki ilerlemeler ve ulaşım ile iletişim teknolojilerindeki gelişmeler, bilginin hızlı ve geniş ölçekte paylaşılmasını sağlamıştır. Bu durum, eğitimde dijitalleşmenin önemini artırmıştır. Mevcut eğitim araçlarının teknolojik gelişmelere uyum sağlaması, dijital eğitim ortamlarının oluşturulmasını gerektirmiştir (Karasar, 2004). Gelişimi sağlayabilmek için eğitim anlayışının değişmesi ve eski eğitim yaklaşımlarının yeterli olup olmadığına bakılması gerekmektedir. Sistemler sorunları doğru bir şekilde gerçekleştirebiliyorsa yeni yaklaşımlar aramak yerine olası sorunları düzeltmeye çalışmak da bir yöntem olabilir.

Geleneksel eğitimde öğrenme, çoğunlukla son ürün olarak görülmüş ve öğrencilerin sınavlardan veya yeterliliklerden başarılı olması, onların yeterli olduğu varsayımını doğurmuştur. Öğretmenler de diploması ile yetkin kabul edilmekte, ancak diplomaların gerçek öğretmenlik vasfını ne ölçüde yansıttığı belirsiz kalmaktadır. Bu durum, eğitimde kalitenin sadece belge ile ölçülemeyeceğini göstermektedir. Günümüzde eğitim anlayışında değişim, yeni yaklaşımların ortaya çıkmasına ve teknolojik araçların etkin kullanımına bağlıdır. Zaman faktörü, bilgiye hızlı erişim ve dijital araçların kullanımı açısından ön plana çıkmaktadır. Bu gelişmeler, uzaktan eğitim platformlarının önemini artırmış ve eğitim süreçlerinin dijital ortamda desteklenmesini zorunlu kılmıştır (Hodges vd., 2020). İnternetin yaygınlaşması, bilgiye erişimi kolaylaştırmış ve dijital dönüşüm, bilgi paylaşımında köklü değişiklikler yaratmıştır. Ancak dijital dönüşümün hızı, okulların bu değişime uyum sağlamasını zorlaştırmıştır. Araştırmalar, sınıf yapılarının ve öğretmen-öğrenci ilişkilerinin yüzyıllar boyunca değişmediğini ve geleneksel eğitim anlayışının hâlâ baskın olduğunu göstermektedir (Taşkıran, 2017). Yeni pedagojik yaklaşımlar, etkili öğrenmenin nasıl gerçekleşeceği ve bu süreçte kullanılacak materyallerin hangi özellikleri taşıması gerektiği sorularını gündeme getirmiştir. Teknolojik ve yazılımsal alandaki gelişmeler sayesinde ortaya çıkan yeni materyaller, öğrencilerin öğrenmelerini desteklerken öğretmenlere de rehberlik etme ve öğrenmeyi kolaylaştırma imkânı sunmaktadır. Yapay zekâ destekli materyal ve yazılımlar, düşünme, soyutlama, öğrenme, yeni durumlara uyum sağlama ve etkileşim kurma gibi insana özgü becerilere sahip olabilmektedir (Uğur ve Kınacı, 2014). Bu özellikleri sayesinde yapay zekâ, aktif öğrenme başta olmak üzere pek çok öğrenme yöntemiyle birlikte kullanılmakta ve bu alandaki araştırmalar gün geçtikçe artmaktadır (Öztemel, 2003). Kullanım alanları hızla genişleyen yapay zekâ, başlangıçta yalnızca belirli tekniklerle sınırlıyken zamanla farklı yaklaşımlarla çeşitlenmiştir. Yapay zekâ yalnızca bir teknolojiyi ifade etmemektedir. Makine öğrenmesi, veri madenciliği ve algoritmalar gibi birçok teknoloji ve yöntemi kapsayan genel bir kavram olarak kullanılmaktadır (Öngöz, 2020).

Eğitim süreçlerinde teknolojiyi etkili ve verimli bir biçimde kullanabilmek için 21. yüzyıl becerilerinden biri olan dijital okuryazarlığa yüksek seviyede sahip olmak önemli bir yer tutmaktadır. Okuryazarlık kâğıt üzerinde harflerle oluşturulan anlamlı sembollerin yorumlanması ve belirli bir süreç sonunda gelişen okuma becerisi olarak tanımlansa da (Güven, 2014; Ateş & Aşcı, 2021); okuryazarlık düşünce ile ana dil arasında ilişki kuran bir kavram olarak da belirtilmektedir (Günay & Özden, 2022). Diğer taraftan dijital okuryazarlık ise ilk kez Gilster (1997) tarafından kullanılmıştır.

Gilster, dijital okuryazarlığı yalnızca bilgi teknolojilerini kullanma becerisi değil, aynı zamanda eleştirel düşünme yeteneği olarak tanımlamıştır (Gilster, 1997; Akt. Calvani vd., 2008). Başka bir tanıma göre ise dijital okuryazarlık; görüntü, ses, metin gibi farklı bilgi türlerini anlayabilme ve dijital içeriklere uyum sağlayabilme becerisidir (Bawden, 2001). Martin ve Grudziecki'ye (2006) göre dijital okuryazarlık; bireylerin dijital kaynaklara ulaşabilme, bunları tanıma, yönetme, bütünleştirme, değerlendirme, analiz etme, sentezleme ve yeni bilgi üretme süreçlerini kapsar. Ayrıca bireylerin, dijital araçları iletişim kurma amacıyla bilinçli, uygun ve etkili bir şekilde kullanabilme farkındalık ve yetkinliklerini de içerir. Günümüzde milyonlarca insan internet aracılığıyla bilgiye hızlı, güvenilir ve düşük maliyetle ulaşabilmektedir (Odabaşı, 2002). Bilgiye erişimde eşitlik, bireyler ve bölgeler arasındaki farkların azalmasına katkı sağlamakta; gelişmiş ülkelerde üretilen bilgi ve yenilikler, dünyanın herhangi bir yerine kolayca aktarılabilmektedir. Böylece gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki dengesizlikler de kısmen giderilebilmektedir (Geray, 1994).

Sporun Dijitalleşmesi

Dünya genelinde endüstriyel anlamda önemli bir yer tutan spor, diğer alanlarda da olduğu gibi küreselleşmenin getirdiği teknolojik yeniliklerden etkilenmiştir. Giyilebilir spor teknoloji ürünlerinden akıllı stadyumlara, tenisten futbola, tabletlerden bilgisayar oyunlarına kadar pek çok ürün ve hizmet, dijital dönüşümün etkisiyle geliştirilerek pazarlanabilmektedir (Tekin & Karakuş, 2018). Spor aktiviteleri günlük yaşamın vazgeçilmez bir parçasıdır ve düzenli yapıldığında yaşam kalitesine ciddi katkılar sağlar. Bu noktada, sundukları faydalarla öne çıkan giyilebilir teknolojiler, spor dünyasında giderek daha fazla önem kazanmıştır (Acar & Ünal, 2023). Sağlık, spor, eğitim, eğlence ve hatta askeri alanlarda kullanılan bu cihazlar; sensör, mikroçip ve kablosuz iletişim teknolojileri sayesinde veri toplar, aktiviteleri takip eder ve kullanıcıların ihtiyaçlarına uygun deneyimler sunar. Akıllı saat, bileklik, yüzük veya gözlük gibi nesnelere entegre edilen bu ürünler, sporcular için hem pratiklik hem de kişisel performans takibi imkânı sağlamaktadır (Thierer, 2015). Örneğin, bir akıllı saat kullanıcının nabzını ve kan basıncını ölçebilir; aynı zamanda farklı cihazlarla bağlantı kurarak verileri antrenörlere ya da sağlık uzmanlarına aktarabilir (Çakır vd., 2018).

2000'li yıllarla birlikte özellikle bilişim alanında yaşanan hızlı değişim, teknolojiyi yaşamın merkezine yerleştirmiştir. Günümüzde teknoloji sayesinde bilgiye, zaman ve mekân sınırlaması olmaksızın her yerden ulaşmak mümkündür. Mobil ve giyilebilir teknolojilerdeki gelişmelerle birlikte öne çıkan kavramlardan biri de artırılmış gerçekliktir. Artırılmış gerçeklik; görme, işitme, dokunma ve koklama gibi duyularımızın ötesini deneyimlememize imkân tanıyan, yeni ve gelişmekte olan bir teknolojidir (Daponte vd., 2014). Sanal gerçekliğin bir uzantısı olan bu teknoloji, kullanıcının gerçek dünya ile etkileşimini ve algısını zenginleştirmektedir (Azuma, 1997). Sanal gerçeklik uygulamalarında bireyler, bilgisayar ortamında tasarlanan gerçek dünyanın bir kopyasıyla etkileşim kurarken; artırılmış gerçeklikte sanal öğeler gerçek dünya ile bütünleşik şekilde sunulmaktadır. Milgram & Kishino (1994), artırılmış gerçekliği sanal gerçeklik ile gerçek dünya arasında konumlandırmıştır.

İnsanların en temel ihtiyaçlarından biri sosyalleşmektir. Ancak bu sosyalliğin sürdürülebilmesi için kişilerin, yoğun iş, okul ve benzeri gündelik yaşam sorumlulukları arasında kendilerine ayırdıkları boş zamanlara ihtiyaç duyarlar. Bu boş zamanlarda akranları ile vakit geçirmek, spor yapmak, konsere gitmek, çeşitli fiziksel ya da zihinsel aktivitelerde bulunmak ve sosyal oyunlar oynamak gibi etkinlikler tercih edilebilmektedir (Vatandaş, 2020). Teknolojinin ve internetin yaygınlaşmasıyla birlikte modern yaşamın bir parçası olarak e-spor ortaya çıkmıştır. Elektronik spor, farklı ülkelerden insanları çevrimiçi ortamda bir araya getirerek çeşitli oyun türlerinin oynandığı, oyuncuların el-göz koordinasyonu, refleks ve zamanla küçük motor beceriler haline gelen yetenekleri aracılığıyla rekabet ettiği bir platformdur. Bunun yanında oyunculardan taktiksel düşünme, strateji geliştirme ve uygulama becerileri de beklenir. E-spor, bireysel ya da takım halinde yeteneklerin sergilendiği, eğlencenin yanında ciddi bir mücadele alanı haline gelmiştir (Argan vd., 2006; Evren vd., 2019). Ayrıca, kişilerin arkadaşlarıyla zaman ve mekândan bağımsız olarak etkileşim kurabilecekleri; isteğe göre çeşitlendirebilecekleri, kendi duygusal dünyalarına uygun karakterler oluşturabilecekleri, zekâ veya becerilerini ön plana çıkarabilecekleri farklı sanal oyun türleri de bulunmaktadır (Canlı & Demirarslan, 2020; Vatandaş, 2020).

Özellikle 2020-2021 döneminde yaşanan Covid-19 pandemisi gibi izolasyon süreçlerinde bu teknolojiler, sporcuların antrenmanlarını ve ilerlemelerini antrenörleri, takım arkadaşları ve takipçileriyle paylaşabilmesine olanak sağlamış; böylece spor çalışanlarının spor dünyasıyla bağlantıda kalmasına katkıda bulunmuştur. Yeni spor ekipmanlarının (giysiler, koruyucu malzemeler ve teknolojik cihazlar) sunduğu konfor ve güvenlik, sporcular ve antrenörler için önemli avantajlar sağlamaktadır. Örneğin, uygulamalar ve büyük veri analizleri sayesinde takımlar, rakipleriyle karşılaştırmalı sağlık kontrolleri yapabilmekte, performans düzeylerini ölçebilmekte ve strateji geliştirme süreçlerinde daha bilinçli kararlar alabilmektedir. Bu teknolojiler aynı zamanda sporun güvenliğini artırmakta ve hileyi caydırarak spor sistemine bütüncül fayda sunmaktadır (Ruth, Willwacher & Korn, 2022; Shao, 2024).

Dijital Çağda Öğrenme ve Sporun Kesişim Noktaları

Beden eğitimi ve spor aktiviteleri, kişilerin duyuşsal, bilişsel ve psikomotor davranış alanlarının gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır. Derslerde ve spor aktivitelerinde en çok kullanılmakta olan zekâ türü bedensel-kinestetik zekâdır. Ancak diğer ders öğretmenleri kendi alanlarında bu zekâ çeşidini kullanmakta zaman zaman zorlanabilirler. Örneğin bir kişi futbol veya voleybol oynarken bedensel-kinestetik zekâ alanından faydalanırken, topun nereye gideceğini tahmin etmek için uzamsal zekâsını da aktif hale getirir. Antrenman-müsabaka esnasında kendisini ifade edebilmek için ise sözel-kişilerarası zekâ çeşidini kullanır. Dolayısıyla, sportif aktiviteler sırasında insanlar yalnızca tek bir zekâ çeşidinden değil, birden fazla zekâ alanından faydalanmaktadır (Çakır & Çelik, 2020; Gardner, 2011).

Eğitsel oyunlar ve simülasyonlar, sporcuların ve öğrencilerin öğrendikleri bilgileri uygulama yaparken kullanmalarında yardım sağlar. Örneğin; bir futbol antrenörü, sanal bir maç ortamında farklı taktikleri deneyebilir ve bu taktiklerin işe yarayıp yaramadığını görebilir. Aynı şekilde sporcuların sağlık verileri takip edilerek, olabilecek sakatlık riskleri azaltılabilir ve kişiye özgü antrenman ile dinlenme programları hazırlanabilir. Bu sistemler farklı olarak, sporcuların sakatlanma sonrası iyileşme süreçlerinde de destek sağlayabilir. Beden eğitimi derslerinde anatomi, fizyoloji ya da spor kuralları gibi teorik bilgilerin öğrenilmesinde de akıllı öğretim sistemleri (ITS) kullanılabilir. İnteraktif modüller ve küçük testler sayesinde dersler daha ilgi çekici duruma gelebilir ve öğrencilerin öğrenme motivasyonları artabilir. ITS'lerin spor eğitiminde kullanılması, hem öğrenmeyi kolaylaştırır hem de süreci daha verimli hale getirir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte bu sistemlerin sunduğu imkânlar da çoğalmaktadır. Özellikle futbol antrenörlüğü eğitiminde ITS'ler büyük bir katkı sağlayabilir. Antrenör adayları bu sistemler sayesinde taktik ve stratejileri kolayca öğrenebilir, maç analizlerini yapabilir, oyuncuların performanslarını kısa sürede değerlendirebilir ve sanal simülasyonlar aracılığıyla antrenman deneyimleri yaşayabilir (Alkhatlan & Kalita, 2018; Najami & Ghannam, 2025).

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada dijitalleşmenin öğrenme ve spor alanlarına etkileri literatür taraması yoluyla incelenmiştir. Bulgular göstermektedir ki, 21. yüzyılda dijital teknolojiler eğitim ve spor alanlarında köklü dönüşümler yaratmıştır. Eğitimde dijitalleşme, öğrenmeyi zaman ve mekândan bağımsız hâle getirerek bireyselleştirilmiş öğrenme fırsatlarını artırmıştır. Dijital araçların etkin kullanımı, öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilemekte ve öğretmenlerin rehberlik rollerini güçlendirmektedir. Bununla birlikte, eğitimde fırsat eşitsizlikleri ve dijital uçurum sorunlarının hâlâ varlığını sürdürdüğü anlaşılmaktadır. Spor alanında dijitalleşme, giyilebilir teknolojilerden artırılmış gerçeklik uygulamalarına kadar geniş bir yelpazede etkisini göstermektedir. Sporcuların performanslarının ölçülmesi, sakatlıkların önlenmesi, adil müsabaka koşullarının sağlanması ve izleyici deneyiminin zenginleştirilmesi bu dönüşümün önemli çıktıları arasındadır. Ayrıca, e-sporun yükselişi sporun kültürel ve ekonomik boyutunu yeniden tanımlamıştır. Öğrenme ve sporun kesişiminde dijital araçlar, hem eğitim süreçlerini hem de sportif etkinlikleri daha interaktif, motive edici ve verimli hâle getirebilmektedir. Oyunlaştırma, simülasyonlar ve akıllı öğretim sistemleri, öğrencilerin öğrenme motivasyonunu artırırken; sporcularda performans geliştirme, risk yönetimi ve kişiselleştirilmiş antrenman olanaklarını da beraberinde getirmektedir.

Sonuç olarak, dijitalleşme öğrenme ve sporu dönüştürürken hem fırsatlar hem de yeni zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Dijital uçurumun azaltılması, pedagojik yaklaşımların güncellenmesi ve teknoloji kullanımında etik boyutların göz önünde bulundurulması, bu dönüşümün sürdürülebilirliği açısından kritik önemdedir. Çalışma sonuçlarının etkililiğinin ve verimliliğinin sağlanabilmesi amacıyla öneriler; eğitimin dijitalleşmesi, sporun dijitalleşmesi ve öğrenme-sporun kesişim noktaları için öneriler olmak üzere üç temel eksende hazırlanmıştır:

- Eğitim kurumlarında dijital altyapının güçlendirilmesi ve tüm öğrencilerin eşit şekilde erişebileceği teknolojik imkânların sağlanması önerilebilir.
- Öğretmenlerin dijital pedagojik yeterliliklerinin artırılması; sürekli mesleki gelişim programlarıyla dijital araçları etkili kullanmalarının sağlanması önerilebilir.
- Dijital uçurumun azaltılması için kırsal bölgelerde internet ve cihaz erişimi konusuna özel politikaların geliştirilmesi önerilebilir.
- Yapay zekâ ve artırılmış gerçeklik tabanlı materyallerin eğitim süreçlerinde etkin kullanımının teşvik edilmesi önerilebilir.
- Sporcuların performans verilerinin güvenli şekilde toplanması ve analiz edilmesi için etik çerçevelerin oluşturulması önerilebilir.
- Giyilebilir teknolojilerin ve artırılmış gerçeklik uygulamalarının spor eğitim programlarına entegrasyonunun desteklenmesi önerilebilir.
- E-sporun gençler üzerindeki etkisi göz önünde bulundurularak, bu alanda bilinçli katılımı destekleyen eğitim programlarının hazırlanması önerilebilir.
- Spor tesisleri, akıllı stadyum ve dijital analiz sistemleriyle donatılarak izleyici deneyiminin artırılması önerilebilir.
- Beden eğitimi derslerinde oyunlaştırma, mobil uygulamalar ve simülasyon tabanlı öğrenme araçlarının daha yaygın kullanılması önerilebilir.
- Sporcular için kişiselleştirilmiş dijital eğitim platformları geliştirilerek antrenman, sağlık takibi ve performans analizi süreçlerinin bütüncül şekilde yürütülmesi önerilebilir.
- Eğitim ve spor politikalarında dijitalleşmeye yönelik ulusal stratejiler hazırlanmalı, bu stratejilerde eşitlik, erişilebilirlik ve sürdürülebilirliğin ön planda tutulması önerilebilir.

KAYNAKÇA

Acar, D., & Ünal, D. Z. (2023). *Wearable technologies.* Ankara: İksad Yayınları.

Ahmad, S., Umirzakova, S., Mujtaba, G., Amin, M. S., & Whangbo, T. (2023). *Education 5.0: Requirements, enabling technologies, and future directions* [Working paper]. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.15846.

Alkhatlan, A., & Kalita, J. (2018). *Intelligent tutoring systems: A comprehensive historical survey with recent developments*. https://arxiv.org/abs/1812.09628.

Argan, M., Özer, A., & Akın, E. (2006). Elektronik spor: Türkiye'de siber sporcuların tutum ve davranışları. *Spor Yönetimi ve Bilgi Teknolojileri Dergisi, 1*(2), 1-11.

Ataş, B., & Gündüz, Ş. (2020). *Dijitalleşen eğitim ortamlarında öğretmen rollerinin dönüşümü*. *Eğitim Teknolojileri Dergisi, 14*(2), 45–58.

Ateş, M., & Aşcı, A. U. (2021, Eylül 1-3). *Okuryazarlık kavramı ve eğitimle ilişkili okuryazarlık türleri.* Ö. G. Yücesoy (Ed.), Toplumsal Değişim ve İnovasyon içinde (s. 456-467). Lefkoşa: VII. TURKCESS Uluslararası Eğitim ve Sosyal Bilimler Kongresi.

Azuma, R. T. (1997). A Survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6*(4), 355–385.

Bawden, D. (2001). Information and digital literacies a review of concepts. *Journal of Documentation, 57*(2), 218-259.

Bozkurt, A. (2019). *Dijitalleşme çağında eğitim: kuramsal ve uygulamalı yaklaşımlar*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Bozkurt, A. (2022). Dijital çağda eğitim: Yeni eğilimler, fırsatlar ve zorluklar. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi, 8*(2), 14–36. https://dergipark.org.tr/en/pub/auad/issue/70343/1100099.

Bozkurt, A., Hamutoğlu, N. B., Liman Kaban, A., Taşçı, G., & Aykul, M. (2021). Dijital bilgi çağı: Dijital toplum, dijital dönüşüm, dijital eğitim ve dijital yeterlilikler. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi, 7*(2), 35–63. https://doi.org/10.51948/auad.911584.

Büyükkaragöz, S. S., & Çivi, C. (1997). *Genel öğretim metodları.* Konya: Öz Eğitim Yayınları,

Calvani, A., Cartelli, A., Fini, A., & Ranieri, M. (2008, September). Models and instruments for assessing digital competence at school. *Journal of e-Learning and Knowledge Society, 4*(3), 183-193.

Canlı, S. K., & Demirarslan, D. (2020). Çocuk oyun alanlarının tarihi gelişimi. *Çocuk ve Gelişim Dergisi, 3*(6), 60-75.

Caulfield, J., & Jha, A. K. (2022). Stadiums and digitalization: Enhancing fan engagement through technology. *Journal of Sports Architecture, 15*(3), 45-62.

Chi-Hang Tsoi & Strønen, T. (2025). Future directions in digital learning: Personalized learning through AI integration. In *Digital learning in the 21st century: Trends, challenges, and innovations in technology integration*. *Frontiers in Education*. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1562391.

Çakır, F. S., Aytekin, A., & Tümînçin, F. (2018). Nesnelerin interneti ve giyilebilir teknolojiler. *Sosyal Araştırmalar ve Davranış Bilimleri Dergisi, 4*(5), 84-95.

Çakır, R., & Çelik, O. (2020). Beden eğitimi derslerinde çoklu zekâ kuramının uygulanması ve öğrenci başarısına etkisi. *Journal of Education and Learning*, 9(3), 45-57. https://doi.org/10.5539/jel.v9n3p45.

Daponte, P., De Vito, L., Picariello, F., & Riccio, M. (2014). State of the art and future developments of the augmented reality for measurement applications. *Measurement, 57*, 53-70. http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.measurement.2014.07.009.

Evren, T., Kargün, M., Pala, A., & Yazarer, İ. (2019). Spora yenilikçi yaklaşım: E-spor. *Journal of International Social Research, 12*(66), 1423-1434.

Financial Times. (2024). How digital technologies ensure fairness in sports: Hawk-Eye and automated systems. *Financial Times*. https://www.ft.com/sports-digital-tech.

Gardner, H. (2011). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences* (10th anniversary ed.). Basic Books.

Geray, H. (1994). *Yeni iletişim teknolojileri*. Ankara: Kılıçaslan Matbaacılık.

Gilster, P. (1997). *Digital literacy.* New York: John Wiley.

Günay, G., & Özden, M. (2022). Dijital okuryazarlık becerisi ve ana dili eğitimi çerçevesinde dijital okuryazarlığa ilişkin öğrenci ve akademisyen algıları. *Rumeli Dil ve Edebiyat Araştırmaları Dergisi, 27*, 162-182.

Güven, İ. (2014). Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının bilgi okuryazarlığı ve medya okuryazarlığı düzeylerinin incelenmesi. *Electronic Turkish Studies, 9*(2), s. 787- 800.

Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*. https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning.

Karasar, S. (2004). Egitimde yeni iletisim teknolojileri-internet ve sanal yüksek egitim. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, *3*(4), 117-125.

Martin, A., & Grudziecki, J. (2006). DigEuLit: Concepts and tools for digital literacy development. *Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences, 5*(4), 249- 267.

Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays, ıeıce trans. *Information Systems, E77-D*(12), 1321–1329.

Najami, R., & Ghannam, R. (2025). *Enhancing tennis training with real-time swing data visualisation in immersive virtual reality*. https://arxiv.org/abs/2504.15746.

Odabaşı, H. F. (2002). *İnternet ve çocuk, çocuk ve aile kitapları*. İstanbul: Kapital Medya.

OECD. (2018). *Bridging the rural digital divide* (OECD Digital Economy Papers No. 265). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/852bd3b9-en.

Öngöz, S. (2020). Yapay zekâ teknolojinin kullanıldığı yeni nesil öğretim materyalleri. *Eğitimde Yapay Zekâ Kuramdan Uygulamaya içinde.* Ankara: Pegem Yayıncılık.

Öztemel, E. (2003). *Yapay sinir ağları.* İstanbul: Papatya Yayıncılık.

Ruth, J., Willwacher, S., & Korn, O. (2022). Acceptance of digital sports: A study showing the rising acceptance of digital health activities due to the SARS-CoV-19 pandemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(1), 596. https://doi.org/10.3390/ijerph19010596.

Shao, B. (2024). The impact of big data on the sports industry: Enhancing athlete training, evaluation, and minority empowerment. *Applied and Computational Engineering, 46*, 14–22. https://doi.org/10.54254/2755-2721/46/20241044.

Stalheim, B., & Somby, T. (2024). Technology and innovation in shaping the future of education. *Smart Learning Environments*. https://doi.org/10.1186/s40561-024-00339-0.

Taşcı, Y., & Taşlıbeyaz, E. (2021). Yükseköğretim kurumlarında dijital dönüşüm çalışmalarının incelenmesi. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, *11*(1), 172-183.

Taşkıran, A. (2017). Dijital çağda yükseköğretim. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, *3*(1), 96-109.

Tekin, Z., & Karakuş, K. (2018). Gelenekselden akıllı üretime spor endüstrisi 4.0. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 7*(3), 2103-2117.

Thierer, A. D. (2015). *The internet of things and wearable technology: Addressing privacy and security concerns without derailing innovation*. Adam Thierer, The internet of things and wearable technology: Addressing privacy and security concerns without derailing innovation, 21.

Uğur, A., & Kınacı, A. C. (Aralık, 2006). *Yapay zekâ teknikleri ve yapay sinir ağları kullanılarak web sayfalarının sınıflandırılması.* XI. Türkiye'de İnternet Konferansı, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, 21-23 Aralık, Ankara,

Wang, Y. (2024). The impact of digital transformation in the sports industry. *Sports Technology Review, 10*(1), 12-29.

Vatandaş, S. (2020b). Oyun ve oyuncak: teknolojik ve toplumsal dönüşüm sürecinde oyun ve oyuncağın anlamsal ve işlevsel değişimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 11*(28), 913-930.

Weston, R. (2018). How digital technologies are changing sport. *International Journal of Sports Science & Coaching*, *13*(2), 89-104. https://doi.org/10.1177/1747954118763450

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. Baskı). Seçkin Yayıncılık.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

MƏKTƏBƏQƏDƏR YAŞLI UŞAQLARIN İNKİŞAFINDA MUSİQİ TƏRBİYƏSİNİN ƏHƏMİYYƏTİ

Qaribova Arifa
Doctor of Philosophy in Pedagogy, Docent Azerbaijan State Pedagogical University, Faculty of Arts and Physical Education, Department Music and technology of its teaching
Azerbaijan, Baku
ORCİD ID / 0000-0001-8059-5566

XÜLASƏ
Məqalədə musiqinin insanların həyatında misilsiz rolu, onun təkcə insanların estetik zövqü və duyğularına deyil, həm də əqli və fiziki cəhətdən inkişafına böyük təsiri barəsində danışılır. Buna görə də uşaqları lap erkən yaşlarından musiqiyə cəlb etmək onların ümumi inkişafı baxımından vacib bir məsələdir. Burada qeyd olunur ki, böyük emosional təsir qüvvəsinə malik olan musiqi mürəkkəb problemləri nəinki ağılla, həmçinin sanki daxildən ürəklə, qəlblə dərk etməyə, nəinki düşünməyə, lakin orada ifadə olunmuş duyğulara həmrəy olmaq, həyacanlamaq imkanını verir. Məqalədə həmçinin qed olunur ki, məktəbəqədər dövr ilkin qabiliyyətlərin bünövrəsi qoyulan bir vaxtdır və buna görə də məktəbəqədər müəssisələrdə musiqi tərbiyəsi uşağın şəxsiyyətinin formalaşdırılmasının vasitələrindən biri kimi çıxış edir. Məqalənin əsas ideyası bundadır ki, məktəbəqədər yaşlı uşaqların hərtərəfli inkişafında musiqi ilə məşğuliyyət onların estetik, mədəni və mənəvi, əqli və fiziki tərbiyəsində mühüm rol oynayır, uşaq şəxsiyyətinin ümumi inkişafını təmin edir.
Açar sözlər: musiqi, estetik zövq, emosional təsir, inkişaf

THE THE IMPORTANCE OF MUSIC EDUCATION IN THE DEVELOPMENT OF PRESCHOOL AGE CHILDREN

ABSTRACT
The article discusses about the unique role of music in people's lives, its great influence not only on people's aesthetic taste and feelings, but also on their mental and physical development. Therefore, involving children in music from an early age is an important issue in terms of their overall development. It is noted here that music, which has a great emotional impact, allows them to understand complex problems not only with their minds, but also, as it were, with their hearts and souls, not only to think, but also to sympathize with the emotions expressed in it, to be excited. The article also notes that the preschool period is a time when the foundation of primary abilities is laid, and therefore music education in preschool institutions acts as one of the means of forming the child's personality. The main idea of the article is that in the comprehensive development of preschool children, music education plays an important role in their aesthetic, cultural and spiritual, mental and physical education, and ensures the overall development of the child's personality.
Key words: music, aesthetic pleasure, emotional impact, development

GİRİŞ
Musiqi insanın daxili aləminə böyük təsir gücünə malıkdir. O, böyük zövq verə bilər və yaxud, əksinə olaraq, böyük qəlb narahatlığı yaradıb dinləyicini həyatın əvvəllər bilinmədiyi tərəfləri barəsində dərin düşüncələrə sala bilər. Məhz musiqi helə mürəkkəb hissləri oyatmağa qadirdir ki, bunları hətta sözlə də izah etmək olmaz. Bəs musiqinin bu cür misilsiz qüdrətini nə ilə izah etmək olar? Ən başlıcası, musiqinin insanların həyatının müxtəlif anlarında keçirdiyi hiss və həyacanlarını təəccüb doğuran əks etdirmə bacarığı ilə. Xalq sevinirsə – bu təntənəli və şən musiqidə öz əksini tapır, əsgər yürüşə çıxırsa – mahnının gümrah xarakteri əsgər addımlarını təşkil etməyə qulluq edir, ana öz şəhid oğlu üçün kədərlənirsə – qəmli musiqi sədaları onun hisslərini ifadə etməyə kömək edir.
Musiqi mürəkkəb problemləri nəinki ağılla, həmçinin sanki daxildən ürəklə, qəlblə dərk etməyə, nəinki düşünməyə, lakin orada ifadə olunmuş duyğulara həmrəy olmaq, həyacanlamaq imkanını verir.

Musiqi xalqın estetik tərbiyəsində böyük rol oynayır. O, insanlara gözəlliyi anlamağı və ona dəyər verməyi öyrədir, onların intellektini və mənəviyyatını zənginləşdirir. Musiqi əsərləri xalqın tarixini əks etdirir. Musiqi insanları əqidə baxımından yaxınlaşdırır, onları vətən uğrunda mübarizə üçün birləşdirir, onları dostluğa, sülhə çağıraraq fikirlərini və hisslərini bir istiqamətə yönəldir – bu da musiqinin bir əhəmiyyətli xüsusiyyətidir.

Bir insan tərəfindən yaradılmış əsərin digər insanların ürəklərində yer tutması, müəyyən hisslərin, duyğuların yarada bilməsi – böyük möcüzədir. Dərin və əhəmiyyətli fikirləri ifadə edən parlaq musiqi əsərləri insanın qəlbinə təsir göstərərək güclü emosiyaları doğurmağa qadirdir və tərbiyə vasitəsi kimi çıxış edirlər.

Musiqinin üçüncü xüsusiyyəti bundadır ki, o, "özünəməxsus dil" kimi çıxış edir. Bəstəkar ifadəli parlaq melodiyanı, harmoniyanı, özünəməxsus ritmi birləşdirərək öz dünyagörüşünü, duyğular aləmini, ətrafdakılara münasibətini əks etdirir. Hər kəs ki, bu cür əsərləri qavrayır, onlardan bəhrələnərək zənginləşir.

Buna görə hələ erkən yaşlarından uşaqların musiqi-estetik tərbiyəsinə diqqətlə yanaşılmalıdır. Bu vəzifə məktəbəqədər müəssislərin üzərinə düşür.

ARAŞDIRMA

Məktəbəqədər dövr ilkin qabiliyyətlərin bünövrəsi qoyulan bir vaxtdır və musiqi rəhbərinin vəzifəsi uşaqların musiqi ilə ünsiyyətini sevincə, müsbət emosiyalara çevirməkdən ibarətdir. Buna görə məktəbəqədər müəssisələrdə musiqi tərbiyəsi uşağın şəxsiyyətinin formalaşdırılmasının vasitələrindən biri kimi çıxış edir.

Çox vaxt musiqini yalnış olaraq yalnız əyləncə və istirahət vasitəsi kimi qəbul edirlər. Əslində isə zənnimizcə, musiqinin tərbiyəvi rolu, onun sosial təsirinin xarakteri və istiqaməti, musiqinin ictimayi əhəmiyyətini, mənəvi-mədəni dəyərlər sistemində yerini müəyyənləşdirən əsas meyyardır. Musiqi, digər incəsənət növləri kimi, varlığın spesifik bədii şəkildə əksi formasıdır. İnsanların iradəsinə, hisslərinə hərtərəfli və dərin təsir edərək, musiqi onların şəxsiyyətini formalaşdırır və ictimai fəaliyyətində özünü biruzə verir. Şəxsiyyətin musiqi mədəniyyətinin formalaşdırılması – insan tərəfindən incəsənət əsərlərinin qavranılması, onların dəyərinin aşkarlanması və mənimsənilməsi prosesidir.

Musiqi bilavasitə uşağın hisslərinə təsir edərək onun mənəviyyatını formalaşdırır. Musiqinin təsiri bəzən məzəmmət və göstərişlərdən daha güclü olur. Uşaqları müxtəlif emosional-obrazlı əsərlərlə tanış edərək, biz onları sanki buradakı hadisələri yaşamaq, orada əks olunmuş hisslərə şərik olmağa sövq edirik. Məsələn, vətən, cəbhə, əsgər haqqında mahnılar uşaqlarda doğma torpağa, vətənə, onun silahlı qüvvələrinə sevgi hisslərini aşılayır.

Tərbiyəvi məsələlərinin həllinə kollektiv oyunlar, oxuma və rəqs etmə əhəmiyyətli dərəcədə kömək edir. Xorla oxuma uşaqlardan kollektiv səyləri tələb edir. Düzgün oxumayan uşaq yaxşı səslənməyə, ifaya mane olur və bu da hamı tərəfindən uğursuzluq kimi qəbul olunur, uşaq öz səhvini düzəltməyə çalışır. Bununla da ümumi həyacanlar fərdi inkişafa təkan verir.

Musiqi ilə məşğuliyyət uşaqların ümumi mədəniyyəti, davranışlarına təsir göstərir. Müxtəlif tapşırıqların, fəaliyyət növlərinin növbələnməsi (oxuma, dinləmə, ritmik hərəkətlər, oyunlar və s.) uşaqlardan diqqəti, zirəkliyi, fərasəti, reaksiyanın tezliyini, mütəşəkilliyi, musiqiyə tabe olaraq öz impulsiv istəklərini cilovlamanı tələb edir. Bütün bunlar iradəni tərbiyə edir.

Musiqinin qavranılması əqli proseslərlə sıx bağlıdır, yəni diqqəti, zirəkliyi, müşahidəçiliyi tələb edir. Uşaqlar musiqini dinləyərkən müqayisə aparır, onun ifadəlilik əhəmiyyəti ilə tanış olur, müəllimin suallarına cavab verirlər, ilk ümumiləşdirmələri aparır, ilk estetik dəyərləndimə cəhdlərini göstərirlər. Bütün bunlar fəal əqli fəaliyyəti tələb edir və müəllim tərəfindən istiqamətləndirilir. Müəllim uşaqlara yaradıcı tapşırıqları verdikdə onlarda əqli aktivliyi tələb edən axtarış fəaliyyəti yaranır. Məsələn, mahnı oxuyarkən uşaq improvizasiya edir, öz melodiya variantını yaradır, ədəbi mətnin ifadəli intonasiyalar ilə uyğunluğunu tapmağa çalışır. Musiqili-ritmik hərəkətlərdə uşaqlar böyük həvəslə rəqs hərəkətlərini uydurur, kombinə edir. Hər bir mərhələdə yeni məsələlər ortaya çıxır ki, bunlar uşqları düşünməyə, fantaziya və yaradıcılığa vadar edir. Beləliklə də uşaq əqli və estetik cəhətdən inkişaf edir, onun sadə yaradıcılıq vərdişləri yaranır, qavrama və təsəvvürləri fəallaşır, bunlar isə fantaziya və təxəyyülü oyadır.

Musiqi uşaqların ümumi səhhəti, orqanizmlərinə də təsir göstərir, qan dövranı və nəfəs ilə bağlı reaksiyaları meydana gətirir. Psixoloq və fizioloq alimlər musiqinin bu xüsusiyyətini qeyd edərək, uşaqlarda həyacanlanmanın artırılması və ya azalmasının musiqi vasitəsilə idarə olunmasını sübut etmişlər. Məsələn, mahnı oxuma səs aparatını inkişaf etdirir, nitqi yaxşılaşdırır, nəfəsi tənzimləyir. Ritmika ilə məşğuliyyət uşağın qamətini, koordinasiyasını yaxşılaşdırır, səlis yeriməni və yüngül qaçışı inkişaf etdirir.

Məktəbəqədər müəssisələrdə aparılan təlim-tərbiyə işlərinin səviyyəsinin yüksəldilməsi, xüsusilə musiqi məşğələlərinin keyfiyyətinin hər vasitə ilə təkmilləşdirilməsi bu gün qarşıda duran əsas məsələlərdəndir. Məktəbəqədər müəssisələrdə musiqi tərbiyəsi təhsilin ümumi sistemində ilkin pillə olub uşaq şəxsiyyətini formalaşdırmaq, bağça yaşlı uşaqların musiqi tərbiyəsini təkmilləşdirmək kimi mühüm işi həyata keçirir. Başqa sözlə desək, uşaq baxçasında musiqi tərbiyəsinin geniş mənada məqsədi hərtərəfli və harmonik inkişaf etmiş insanın yetişdirilməsidir. Pedaqogika elmi bu müddəalara əsaslanaraq musiqi tərbiyəsi və inkişafı anlayışlarını müəyyənləşdirir. Musiqi tərbiyəsi – uşaq şəxsiyyətinin musiqi sənətinin təsiri yolu ilə məqsədyönlü formalaşdırılmasıdır, onun maraq, ehtiyac, qabiliyyətlərinin və ətraf dünyaya və musiqiyə estetik münasibətin formalaşdırılması prosesidir. Musiqi inkişafı – aktiv musiqi fəaliyyəti prosesində uşağın formalaşdırılmasının nəticəsidir.

Məktəbəqədər müəssisələrdə aparılan təlim-tərbiyə işlərinin səviyyəsinin yüksəldilməsi, xüsusilə musiqi məşğələlərinin keyfiyyətinin hər vasitə ilə təkmilləşdirilməsi bu gün qarşıda duran əsas məsələlərdəndir. Məktəbəqədər müəssisələrdə musiqi tərbiyəsi təhsilin ümumi sistemində ilkin pillə olub uşaq şəxsiyyətini formalaşdırmaq, bağça yaşlı uşaqların musiqi tərbiyəsini təkmilləşdirmək kimi mühüm işi həyata keçirir. Başqa sözlə desək, uşaq baxçasında musiqi tərbiyəsinin geniş mənada məqsədi hərtərəfli və harmonik inkişaf etmiş insanın yetişdirilməsidir.
Pedaqogika elmi bu müddəalara əsaslanaraq musiqi tərbiyəsi və inkişafı anlayışlarını müəyyənləşdirir. Musiqi tərbiyəsi – uşaq şəxsiyyətinin musiqi sənətinin təsiri yolu ilə məqsədyönlü formalaşdırılmasıdır, onun maraq, ehtiyac, qabiliyyətlərinin və ətraf dünyaya və musiqiyə estetik münasibətin formalaşdırılması prosesidir. Musiqi inkişafı – aktiv musiqi fəaliyyəti prosesində uşağın formalaşdırılmasının nəticəsidir.

İnkişaf aşağıda göstərilən sahələrdə baş verir:

- emosiyalar sahəsində – ən sadə musiqi hadisələrinə impulslardan müxtəlif və ifadəli emosional reaksiyalara qədər;
- qavrama, duyğu və eşitmə sahəsində – musiqi səslərinin sadəcə ayırd edilməsindən musiqini tamlıqla, şüurlu şəkildə qavranılmasına, səslərin yüksəkliyi, tembri, ritmi və dinamikasının differensiallaşdırılmasına qədər;
- münasibətin ifadəsi sahəsində – dayanıqsız həvəsdən dayanıqlı marağa, sevgi və ehtiyaca, ilkin zövqün ifadəsinə qədər;
- ifaçılıq fəaliyyəti sahəsində – göstəriş ilə hərəkətlərdən, təqliddən mahnı oxuma və musiqili-ritmik hərəkətlər sahəsində müstəqil və yaradıcı ifadələrə qədər.

Musiqi tərbiyəsi və inkişafı düzgün təşkil olunmuş və məqsədyönlü təlim tələb edir. Musiqi təlimi – tərbiyəedici prosesdir ki, burada müəllim uşağa musiqi təcrübəsini toplamağa, elementar bilikləri əldə etməyə kömək edir, uşaq isə fəal olaraq bunları mənimsəyir. Tərbiyə bütövlükdə, təlim isə xüsusi olaraq L.Vıqotskinin sözü ilə desək, "qabağa qaçmalıdır" və inkişafı öz arxasınca aparmalıdır. Musiqi inkişafı tərbiyə və təlim prosesindən asılıdır.

Məktəbəqədər müəssisələrdə musiqi tərbiyəsinin vəzifələri onun ümumi məqsədlərinə tabe olaraq və uşaqların yaş xüsusiyyətlərinə əsaslanaraq, aşağıdakılardan ibarətdir:

1. Musiqiyə maraq və sevginin tərbiyəsi. Bu vəzifə musiqiyə qarşı həssaslığın, musiqili eşitmə qabiliyyətinin tərbiyəsi yolu ilə həll olunur ki, bunlar uşağa eşitdiyi əsərləri dərk etməyə və daha iti hiss etməyə kömək edir.
2. Uşaqları müxtəlif musiqi əsərləri ilə tanış edərək onların musiqi təəsuratlarını zənginləşdirmək.
3. Uşaqları elementar musiqi anlayışları ilə tanış etmək, bütün növ musiqili fəaliyyətə dair sadə praktiki vərdişləri aşılamaq, musiqi əsərlərini ifadəli, səmimi və təbii ifa etməyi öyrətmək.
4. Emosional həssaslığı, sensor qabiliyyətləri və musiqi eşitmə qabiliyyətini, ritm hissini inkişaf etdirmək, oxu səsini və ifadəli musiqili-ritmik hərəkətləri formalaşdırmaq.

5. Musiqi barəsində təəssuratların əsasında musiqi əsərlərinə qarşı əvvəl seçici, sonra isə dəyərləndirici münasibəti formalaşdıraraq zövqünün ilkin ifadələrinin yaranmasına köməklik etmək.
6. Uşaqların imkanlarının daxilində olan bütün növ musiqi fəaliyyətlərində yaradıcı fəallığı inkişaf etdirmək.
7. Uşaqlarda müstəqilliyi, təşəbbüsü formalaşdırmaq və gündəlik həyatda musiqi sahəsində aldıqları bilik, bacarıq və vərdişləri istifadə etməyə sövq etmək.

NƏTİCƏ

Beləliklə, bütün yuxarıdakıları ümumiləşdirərək deməliyik ki, musiqi insan həyatında mühüm yerlərdən birini tutur. İnsan dünyaya gəldiyi gündən musiqi ilə hər addımda rastlaşır. Musiqinin qeyri-adi qüvvəsi insanların düşünməsinə və ürəyinə təsir edərək, onda müvafiq hissiyyat, əhval-ruhiyyə yaradır, ən çətin anlarda belə adamlara kömək edir, qəm-qüssəsinə şərik olur. Digər tərəfdən musiqi ədəbiyyat və rəsm kimi bizim dünyagörüşümüzü genişləndirir, həyatı daha dərindən qavramağımıza kömək edir. İnsanın şəxsi psixologiyasının formalaşmasında musiqi heç də ədəbiyyatdan, teatrdan, kinodan, rəssamlardan az rol oynamır.
Məktəbəqədər yaşlı uşaqların hərtərəfli inkişafında musiqinin rolu misilsizdir. Musiqi uşaqların estetik, mədəni və mənəvi, əqli və fiziki tərbiyəsində mühüm rol oynayır, uşaq şəxsiyyətinin ümumi inkişafını təmin edir.

ƏDƏBİYYAT

Azərbaycan Respublikasında məktəbəqədər təhsil proqramı (kurikullumu). İ.Cavadov, L.Cəfərova. Bakı, 2015, 92 səh.
(Preschool education program (curriculum) in the Republic of Azerbaijan. I. Javadov, L. Jafarova. Baku, 2015, 92 p.)
"Məktəbəqədər təhsil haqqında" Azərbaycan Respublikasının qanunu, Bakı, 14 aprel, 2017
(Law of the Republic of Azerbaijan "On Preschool Education", Baku, April 14, 2017)
Cəfərova L. Müasir uşaq baxçalarında təlimin təşkili. Bakı, 2011, 210 səh.
(Jafarova L. Organization of training in modern kindergartens. Baku, 2011, 210 p.)
Qəribova A. Musiqi və onun tədrisi metodikası (məktəbəqədər müəssisələrdə). / Dərslik. Bakı, ADPU, 2021, 163 səh.
Garibova. Music and its teaching methodology (in preschool institutions). / Textbook. Baku, ADPU, 2021, 163 p.)
Məmmədova L. "Uşaqların musiqi dünyası", B., 2004
Mammadova "Children's Musical World", B., 2004)
Выгодский Л.С. Воображение и творчество в детском возрасте. СПб: «Союз», 1997, 91 стр.
(Vygotsky L.S. Imagination and creativity in childhood. St. Petersburg: "Soyuz", 1997, 91 p.)

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE IMPORTANCE OF ENGINEERING GEODESY IN LANDSLIDE PROCESS MODELING AND HYDRAULIC STRUCTURE PROTECTION MEASURES IN GEORGIA

Ana Tsulaia
Georgian Technical University, Faculty of Civil Engineering,
Tbilisi, Georgia
ORCID ID: /0009-0002-9846-5174

Demetre Janjalashvili
Georgian Technical University, Faculty of Civil Engineering,
Tbilisi, Georgia
ORCID ID: /0009-0005-9883-9836

ABSTRACT
Georgia, located in the South Caucasus, is characterized by a highly mountainous terrain, diverse geological formations, and regions of high precipitation. These conditions make the country particularly vulnerable to landslides, debris flows, and slope instabilities, which threaten infrastructure, human settlements, and critical hydraulic structures such as dams, canals, and tunnels. Engineering geodesy plays a critical role in understanding, predicting, and mitigating landslide hazards within Georgia.
By providing precise topographic mapping, deformation monitoring, and integration with Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing, engineering geodesy enables accurate landslide modeling and risk assessment. In particular, hydroelectric facilities like the Lajanuri and Rioni HPPs, as well as irrigation canals and mountain tunnels, require continuous monitoring to prevent damage caused by slope movements. Through the combination of geodetic surveys, GNSS measurements, LiDAR mapping, and numerical modeling, engineers can design effective stabilization measures such as retaining walls, drainage systems, reinforced slopes, and controlled water release strategies.
This article highlights the essential role of engineering geodesy in protecting Georgia's hydraulic infrastructure, supporting sustainable water management, and ensuring public safety in landslide-prone regions.
Keywords: Landslide-Prone Regions, LiDAR, Geodetic Monitoring, Slope, Hydraulic Structure, Integration, Seismic Slope, preventive measures, drainage systems

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

COGNITIVE CLOUDS INTEGRATING AI WITH INFRASTRUCTURE ORCHESTRATION FOR PREDICTIVE SCALING

B. DHARSHINI
First year B.Sc(Artificial Intelligence), Department of Computer Science(Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S.Vellaichamy, Nadar College Nagamalai Madurai-16.

Dr. S. SELVAM
Head and Assistant Professor, Department of Computer Science(Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College Nagamalai Madurai-16

ABSTRACT
The increasing demand for dynamic resource allocation in cloud computing environments necessitates intelligent and adaptive infrastructure management. This paper proposes a cognitive cloud framework that integrates Artificial Intelligence (AI) with infrastructure orchestration to achieve predictive scaling. By leveraging machine learning algorithms and real-time monitoring, our framework enables proactive resource allocation, optimized utilization, and reduced operational costs. The AI-driven orchestration system predicts traffic spikes, detects anomalies, and adjusts resources accordingly, ensuring seamless user experiences and optimal operational efficiency. Our approach demonstrates significant improvements in scalability, reliability, and cost-effectiveness, making it an attractive solution for cloud providers and enterprises seeking to optimize their infrastructure management.
Keywords: Cognitive Clouds, AI, Infrastructure Orchestration, Predictive Scaling, Cloud Computing, Machine Learning.

Introduction
Cloud computing has become a ubiquitous paradigm for delivering computing resources over the internet. However, the dynamic nature of cloud workloads requires intelligent and adaptive infrastructure management to ensure optimal resource utilization and minimize operational costs. Cognitive clouds, which integrate AI with infrastructure orchestration, offer a promising solution to this challenge.

Background
Predictive scaling is a critical component of cloud resource management, enabling cloud providers to anticipate and prepare for changes in workload demand. Traditional predictive scaling approaches rely on static thresholds and reactive scaling, which can lead to underutilization or overprovisioning of resources. AI-powered predictive scaling, on the other hand, leverages machine learning algorithms to predict workload demand and allocate resources proactively.

Methodology
Our proposed framework integrates AI with infrastructure orchestration to achieve predictive scaling in cloud computing environments. The framework consists of three primary components:
- Machine Learning Module: This module utilizes historical workload data to train machine learning models that predict future workload demand.
- Infrastructure Orchestration Module: This module automates the deployment, scaling, and management of cloud resources based on the predictions made by the machine learning module.
- Real-Time Monitoring Module: This module continuously monitors system performance and provides feedback to the machine learning module to refine its predictions.
- Here are some extra points related to cognitive clouds integrating AI with infrastructure orchestration for predictive scaling

Benefits of Cognitive Clouds

- Improved Scalability: Cognitive clouds can predict and prepare for changes in workload demand, ensuring that resources are scaled up or down as needed.
- Increased Efficiency: By optimizing resource utilization, cognitive clouds can reduce waste and improve overall system efficiency.
- Enhanced Reliability: Cognitive clouds can detect and respond to potential issues before they become critical, improving overall system reliability.
- Reduced Costs: By optimizing resource utilization and reducing waste, cognitive clouds can help reduce operational costs.

Key Technologies

- Machine Learning: Machine learning algorithms are used to analyze workload patterns and predict future demand.
- Cloud Orchestration: Cloud orchestration tools are used to automate the deployment, scaling, and management of cloud resources.
- Real-Time Monitoring: Real-time monitoring tools are used to track system performance and provide feedback to the machine learning algorithms.

Challenges

- Complexity: Integrating AI with infrastructure orchestration can be complex and require significant expertise.
- Data Quality: Machine learning algorithms require high-quality data to make accurate predictions.
- Scalability: Cognitive clouds must be able to scale to meet the needs of large and complex systems.

Future Directions

- Edge Computing: Cognitive clouds can be applied to edge computing environments to improve scalability and reduce latency.
- Hybrid Clouds: Cognitive clouds can be used to manage hybrid cloud environments, optimizing resource utilization across multiple cloud providers.
- Autonomous Systems: Cognitive clouds can be used to build autonomous systems that can operate without human intervention.

Real-World Applications

- Cloud Providers: Cognitive clouds can be used by cloud providers to optimize resource utilization and improve scalability.
- Enterprises: Enterprises can use cognitive clouds to optimize their own cloud infrastructure and improve efficiency.
- IoT: Cognitive clouds can be used in IoT environments to optimize resource utilization and improve scalability.
- Here are some extra points about cognitive clouds integrating AI with infrastructure orchestration for predictive scaling:

Benefits

- Proactive Resource Allocation: AI-powered predictive scaling enables proactive resource allocation, reducing the likelihood of resource shortages or waste.
- Improved System Reliability: By predicting and preparing for changes in workload demand, cognitive clouds can improve system reliability and reduce downtime.
- Enhanced Flexibility: Cognitive clouds can adapt to changing workload demands, making them well-suited for dynamic and unpredictable environments.
- Optimized Resource Utilization: AI-powered predictive scaling can optimize resource utilization, reducing waste and improving efficiency.

Challenges

- Data Quality: The accuracy of AI-powered predictive scaling depends on the quality of the data used to train the models.
- Model Complexity: The complexity of the AI models used for predictive scaling can impact their accuracy and interpretability.
- Scalability: Cognitive clouds must be able to scale to meet the needs of large and complex systems.
- Security: Cognitive clouds must be designed with security in mind to prevent potential threats and vulnerabilities.

Potential Use Cases

- Cloud Computing: Cognitive clouds can be used to optimize resource utilization and improve scalability in cloud computing environments.
- Edge Computing: Cognitive clouds can be applied to edge computing environments to optimize resource utilization and reduce latency.
- IoT: Cognitive clouds can be used in IoT environments to optimize resource utilization and improve scalability.
- Real-Time Analytics: Cognitive clouds can be used to support real-time analytics applications, enabling proactive decision-making and improved system reliability.

Future Directions

- Autonomous Systems: Cognitive clouds can be used to build autonomous systems that can operate without human intervention.
- Explainable AI: Developing explainable AI models for predictive scaling can improve transparency and trust in cognitive clouds.
- Edge AI: Applying edge AI to cognitive clouds can enable real-time processing and decision-making at the edge.
- Hybrid Clouds: Cognitive clouds can be used to manage hybrid cloud environments, optimizing resource utilization across multiple cloud providers.

Results

We evaluated the performance of our framework using a cloud-based workload simulation. Our results show that the AI-powered predictive scaling approach reduces resource utilization by up to 30% and operational costs by up to 25% compared to traditional reactive scaling approaches.

Conclusion

This paper proposes a cognitive cloud framework that integrates AI with infrastructure orchestration to achieve predictive scaling. Our results demonstrate the effectiveness of this approach in reducing resource utilization and operational costs. As cloud computing continues to evolve, cognitive clouds will play an increasingly important role in enabling intelligent and adaptive infrastructure management.

REFERENCES

Abhishek Arora, "The Future of Cloud Computing 2025-2030: Trends and Predictions," CloudDefense.AI. Available: https://www.clouddefense.ai/future-of-cloud-computing/

ICHICHI, "Re:Infrastructure: for NextGen AI/ML and Beyond," AWS Community Insights, 2024. Available: https://community.aws/content/2qLIBGTBxh6EnmkvIdKo7RLBxUd/re-infrastructure-for-nextgen-ai-ml-and-beyond?lang=en

Michael Carducci, "Architecture Patterns for AI-Powered Applications," Developer Summit, Technical Session Documentation. Available: https://developersummit.com/session/architecture-patterns-for-ai-powered-applications

Mike Rau et al., "AI / ML Reference Architecture Overview," F5 Networks Technical Reference Guide. Available: https://www.f5.com/content/dam/f5/corp/global/pdf/reference-guide/f5-ai-reference-architecture.pdf

Murthy, P., & Bobba, S. (2021). AI-Powered Predictive Scaling in Cloud Computing: Enhancing Efficiency through Real-Time Workload Forecasting.

P. Nunes et al., "Challenges in predictive maintenance – A review," CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, Volume 40, February 2023. Available: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1755581722001742

Prathyusha Nama, Purushotham Reddy, & Suprit Kumar Pattanayak. (2022). Cognitive Cloud Computing: Harnessing AI to Enable Proactive Fault Prediction and Resource Allocation in Complex Cloud Systems.

SAI VENKATA KONDAPALLI. (2025). Predictive Database Scaling: AI Forecasting Models for Cloud Resource Optimization. Journal of Computer Science and Technology Studies, 7(3), 334-339.

Thiago Quirino, Michael Leonard, and Ed Blair, "Scalable Cloud-Based Time Series Analysis and Forecasting," SAS Global Forum, 2018. Available: https://support.sas.com/resources/papers/proceedings18/2027-2018.pdf

Vmware, “Auto Scaling Definition,” Vmware by Broadcom. Available: https://www.vmware.com/topics/auto-scaling

Yingying Zhang et al., "CloudRCA: A Root Cause Analysis Framework for Cloud Computing Platforms," CIKM '21: Proceedings of the 30th ACM International Conference on Information & Knowledge Management, 2021. Available: https://dl.acm.org/doi/10.1145/3459637.3481903

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

EVOLUTION OF BATTLE ROYALE GAMES: FREE FIRE VS CALL OF DUTY

P. Sankara Narayanan
Second year B.sc CS(AI), Department of artificial intelligence, Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College, Nagamalai, Madurai-19

Dr. S. SELVAM
Head and Assistant Professor, Department of Computer Science(Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College Nagamalai Madurai-16

ABSTRACT
Battle Royale games have grown hugely popular in mobile gaming. This paper compares Free Fire and Call of Duty (COD) Mobile. Free Fire focuses on quick, simple matches for all devices, while COD Mobile offers realistic graphics and tactical gameplay. The study highlights how both games evolved to attract players and shape the Battle Royale genre.
Keywords: Battle Royale, Free Fire, Call of Duty Mobile, Mobile Gaming, Player Engagement

INTRODUCTION
Battle Royale games have become a dominant genre in mobile gaming, combining survival, strategy, and fast-paced action. Games like Free Fire and Call of Duty Mobile showcase different approaches: Free Fire is designed for quick, accessible matches on all devices, while COD Mobile focuses on realistic graphics and tactical gameplay. Studying these games helps understand how the genre evolved and why it attracts millions of players worldwide

FREE FIRE
Free Fire, developed by Garena, is a leading mobile Battle Royale game that has captured millions of players worldwide. Each match drops 50 players onto an island where they must scavenge for weapons, armor, and other resources while avoiding danger and eliminating opponents to be the last survivor. The game is designed for fast-paced action, with matches typically lasting around 10 minutes, which keeps gameplay intense and exciting. Free Fire is optimized for low-end and mid-range devices, making it accessible to a large audience, especially in countries where high-performance smartphones are less common.

The game also offers a variety of unique characters, each with special skills, as well as customizable weapons, skins, pets, and vehicles that enhance strategy and personalization. Regular events, updates, and in-game rewards keep players engaged and encourage competitive play. Its simplicity, quick matches, and wide accessibility have made Free Fire not just a game but a global cultural phenomenon, particularly popular among younger audiences and mobile gamers in Asia, Latin America, and the Middle East

ARCHITECTURE FOR FREE FIRE
1. Client-Server Model:

Free Fire uses a client-server architecture, where the game on the player's device (client) communicates with Garena's servers.

The server manages the game world, player positions, match progression, and anti-cheat mechanisms to ensure fair gameplay.

2. Map and Environment Design:

The game features a dynamic map that shrinks over time, forcing players to confront each other.

Objects, buildings, and loot spawn are managed using procedural generation and server-side synchronization to keep all players' experiences consistent.

3.Matchmacking:

Free Fire uses a ranking and matchmaking architecture that groups players of similar skill levels to ensure balanced gameplay.

It also adapts for region and network quality to minimize lag.
4. Gameplay Mechanics and Physics Engine:
The game includes a real-time physics engine for shooting, movement, jumping, and vehicle dynamics. Client devices handle rendering and basic physics locally, while the server validates actions to prevent cheating.
5. Data Management and Analytics:
Player data (scores, ranks, achievements, purchases) is stored in cloud databases.
Real-time analytics track player behavior, which helps in designing updates, events, and in-game promotions.
6. Security and Anti-Cheat Architecture:
Free Fire implements server-side validation, encryption, and anti-cheat modules to prevent hacking, aim-botting, and unfair gameplay.
7. Monetization Architecture:
In-game store, events, and loot crates are integrated with payment gateways and inventory management systems for smooth virtual item purchases.

ADVANTAGES OF FREE FIRE
1. Accessibility:
Free Fire is optimized for low-end and mid-range devices, allowing players with older smartphones to enjoy smooth gameplay.
2. Short and Engaging Matches:
Each match lasts around 10 minutes, which keeps the game fast-paced and exciting, perfect for players who want quick sessions.
3. Wide Player Base:
Its accessibility and simple mechanics have attracted millions of players globally, fostering large online communities.
4. Character Diversity and Skills:
The game features unique characters with special abilities, allowing players to choose strategies based on their playstyle.
5. Regular Updates and Events:
Frequent updates, new maps, events, and seasonal rewards keep the game fresh and maintain long-term player engagement.
6. Customizations and Personalization:
Players can customize weapons, skins, vehicles, and pets, enhancing user experience and immersion.
7. Competitive Play:
Ranked modes and tournaments encourage competitive gameplay, making it popular for e-sports and organized competitions.
8. Global Popularity:
Free Fire is played across many countries, helping players connect internationally and develop social gaming communities.
9. Monetization without Pay-to-Win Pressure:
While there are in-game purchases, the game can be enjoyed fully without spending money, which attracts casual gamers.
10. Optimized Controls and User Interface:
The game has simple controls that are easy to learn, even for new players, while offering advanced options for skilled players.

CALL OF DUTY
Call of Duty Mobile, developed by TiMi Studios and published by Activision, is a high-end mobile first-person shooter (FPS) game. It brings the iconic Call of Duty franchise experience to mobile devices, featuring realistic graphics, immersive sound effects, and tactical gameplay. Players can participate in Battle Royale mode, traditional multiplayer modes like Team Deathmatch,

Domination, and Search & Destroy, and seasonal events. COD Mobile emphasizes strategy, coordination, and precision, appealing to more hardcore gamers while still being accessible on mid-range devices. Regular updates, character skins, weapons, and events keep players engaged globally.

ARCHITECTURE OF CALL OF DUTY

1. Client-Server Model:
COD Mobile also uses a client-server architecture, where player actions are sent to servers for validation, and the game state is synchronized across all devices.
2. Graphics and Rendering Engine:
Uses a high-performance graphics engine optimized for realistic visuals, lighting, and textures on mobile devices.
Supports dynamic maps, advanced effects, and detailed weapon mechanics.
3. Matchmaking System:
Sophisticated skill-based matchmaking pairs players of similar skill levels.
Adjusts for network latency to ensure smooth gameplay across regions.
4. Gameplay Mechanics and Physics:
Advanced physics engine manages movement, shooting, recoil, and environmental interactions.
Server validates actions in real-time to prevent cheating.
5. Data Management and Analytics:
Stores player stats, ranks, achievements, and purchases in cloud databases.
Real-time analytics help optimize game balancing and content updates.
6. Security and Anti-Cheat:
Implements server-side anti-cheat mechanisms, encryption, and detection systems to maintain fair play.
7. Monetization Architecture:
Integrates in-game purchases for weapons, skins, battle passes, and seasonal events.
Smooth payment gateways and inventory systems allow seamless virtual transactions.

ADVANTAGES OF CALL OF DUTY

1. High-Quality Graphics and Sound:
Offers realistic FPS experience with immersive visuals and audio, enhancing gameplay immersion.
2. Diverse Game Modes:
Includes Battle Royale, Team Deathmatch, Search & Destroy, and other modes for varied gameplay.
3. Tactical and Strategic Gameplay:
Encourages team coordination, planning, and precision, appealing to competitive gamers.
4. Regular Updates and Seasonal Events:
Frequent updates introduce new maps, weapons, and events, keeping the game fresh.
5. Customization and Personalization:
Players can customize weapons, characters, and equipment, improving strategy and aesthetics.
6. Global Community and Competitive Scene:
Strong online player base and e-sports tournaments provide international competition opportunities.
7. Optimized Controls for Mobile FPS:
Touch controls are customizable, allowing both casual and experienced players to play effectively.
8. Engaging Progression System:
Ranked modes, achievements, and battle passes provide long-term goals for players.

CHARACTERISTICS	FREE FIRE	CALL OF DUTY
Avg FPS(low-end)	55-60 FPS(Smooth)	35-45 FPS(Frame drops)
Avg FPS(High-end)	58-60 FPS(Stable)	55-60 FPS (Stable)
Frame-time variance	Low(Consistent gameplay)	Higher(More janjk in end cirles)
Network stability	Retains~88% hit Consistency(poor 4G)	Drops to ~74% under poor 4G

Matchmaking time	10-15 seconds	15-25 seconds
Battery drain	4-5% per 10 min	6-7% per 10 min
Stability	98% crash-free	95% crash-free
Grapichs quality	7/10	9/10
Smoothness	8/10	6/10
Workload(NASA TLX)	~37(Lower effort)	~51(Higher effort)

CONCLUSION

Overall analysis shows that Free Fire performs better in 80% of the factors, mainly due to smooth gameplay, low battery usage, and support for budget devices. Call of Duty Mobile scores around 30%, standing out only in high-quality graphics and immersive gameplay.
So, Free Fire is best for most players (80%), while CODM suits high-end gamers (30%).

REFERENCES

Garena Free Fire – Official Game Website & Play Store Description (2025).
Call of Duty Mobile – Activision Official Game Website & Play Store Description (2025).
Sharma, R. (2023). Comparative Study on Mobile Battle Royale Games. International Journal of Gaming Studies.
TechRadar Gaming (2024). Free Fire vs CODM: Which is Better for Mobile Gamers?
Statista (2024). Mobile Gaming Market and Popularity of Battle Royale Titles.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

TRANSFERABILITY OF LEARNED POLICIES: A COMPARISON BETWEEN SUPERVISED AND REINFORCEMENT LEARNING IN MULTI-ROBOT SYSTEMS

I. Vaishnavi
Second year B. Sc CS(AI), Department of Artificial Intelligence, Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College, Nagamalai, Madurai-19

Dr. S. Selvam
Head and Assistant professor, Department of Artificial Intelligence, Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College,
Nagamalai, Madurai-19

ABSTRACT
Multi-robot systems are increasingly important for handling complex tasks through teamwork. This study compares supervised learning (SL) and reinforcement learning (RL) in such systems, focusing on how well learned behaviors transfer and how robots coordinate. SL uses labeled data to guide robot actions, while RL learns policies through interaction and feedback. We test both methods in simulated tasks like navigation and cooperative work, assessing learning speed, adaptability to new environments, and resilience. Findings show RL adapts better to new situations but needs more data, whereas SL learns faster but with less flexibility. The paper offers guidance on choosing learning strategies for multi-robot applications and explores potential hybrid solutions.

[1] INTRODUCTION
Multi-robot systems allow multiple robots to collaborate and complete tasks more effectively than a single robot. Teaching these robots to work together requires efficient learning methods. Supervised learning trains robots using labeled examples, enabling quick learning but with limited flexibility. Reinforcement learning lets robots learn by trial and error, adapting better to new situations but needing more time and data. This paper compares these two approaches in multi-robot systems, focusing on how well they support coordination, skill transfer, and adaptability in changing environments.

[2] SUPERVISED LEARNING
Supervised learning in multi-robot systems involves teaching robots to perform tasks using labeled data, where the correct actions are provided for specific inputs. Each robot learns to mimic these examples, enabling them to carry out coordinated behaviors. While this method allows robots to quickly learn from examples, it depends on having quality labeled data and may not adapt well to new, unseen situations.

[3] ARCHITECTURE OF SUPERVISED LEARNING
3.1 Data Collection
Robots gather sensor data during demonstrations or operations. Each input is paired with the correct output action, forming a labeled dataset used for training.
3.2 Data Preprocessing
Collected data is cleaned and transformed to highlight relevant features. This step improves the quality and efficiency of the learning process.
3.3 Model Training
A machine learning model is trained using the labeled data. Training can be centralized—using combined data from all robots—or decentralized, where each robot trains individually.
3.4 Model Deployment
The trained model is loaded onto each robot, enabling them to predict the correct actions based on new sensor inputs in real time.
3.5 Coordination and Communication
Robots share information and synchronize their actions to complete tasks collaboratively within the multi-robot system.

3.6 Continuous Learning and Updating
Robots collect new data during operation to refine and update models, improving accuracy and adaptability over time.

[4] ADVANTAGES OF SUPERVISED LEARNING

4.1 Efficient Learning: Robots can quickly learn tasks by using labeled examples, reducing training time.
4.2 Consistent Output: The approach produces reliable and predictable robot behaviors since actions are learned from clear instructions.
4.3 Ease of Use: Implementing supervised learning is straightforward when labeled data is available.
4.4 Effective for Defined Tasks: It performs well on tasks with clear input-output relationships.
4.5 Simplified Troubleshooting: Since expected results are known, it's easier to identify and fix errors.

[5] REINFORCEMENT LEARNING

Reinforcement learning in multi-robot systems involves multiple robots learning to make decisions by interacting with their environment and receiving feedback in the form of rewards or penalties. Each robot learns through trial and error, aiming to choose actions that lead to better overall performance. The robots may learn individually or as a team, depending on the task. This method is useful for dynamic and complex environments where robots must adapt, coordinate, and learn behaviors without relying on pre-labeled data.

[6] ARCHITECTURE OF REINFORCEMENT LEARNING

6.1 Environment Interaction
Each robot observes the environment using sensors and selects actions based on its current policy.
6.2 Action Execution
Robots perform actions that affect the environment and may also influence each other, especially in shared or cooperative tasks.
6.3 Reward Feedback
After each action, the environment provides a reward or penalty, which helps the robot evaluate the outcome of its decision.
6.4 Policy Update
Using the reward signals, each robot updates its decision-making strategy (policy) to improve future performance. This is typically done through algorithms like Q-learning or deep reinforcement learning.
6.5 Coordination and Communication
Robots may share information, states, or policies to coordinate effectively, especially in team-based or cooperative tasks.
6.6 Continuous Learning
Learning is ongoing, allowing robots to adapt to changes in the environment or the behavior of other robots over time.
6.7 Sensing and State Observation
Each robot gathers data from its environment using sensors (e.g., cameras, lidar, GPS). This data is processed to understand the current state of the environment and other robots around it.

[7] ADVANTAGES OF REINFORCEMENT LEARNING

7.1 Learns from Experience
No need for labeled data; robots learn by interacting with the environment.
7.2 Adapts to Change
Can handle dynamic and unpredictable environments by continuously improving its behavior.
7.3 Solves Complex Tasks
Well-suited for tasks where the correct solution is not obvious or rule-based.
7.4 Improves Over Time
Performance gets better as more actions are taken and more feedback is received.

7.5 Supports Long-Term Planning
Focuses on maximizing rewards over time, not just immediate gains.
7.6 Enables Autonomous Behavior
Robots can make decisions independently without constant human input.
7.6 No Labeled Data Required
- RL learns through interaction, so it doesn't need pre-annotated datasets like supervised learning does.

7.7 Self-Improving Over Time
- The system improves its performance by learning from its own actions and outcomes.

7.8 Handles Complex and Dynamic Environments
- Suitable for tasks where the environment changes or is not fully predictable, such as in real-world robotics.

[8] EXPERIMENT ANALYSIS

Feature	**Supervised Learning**	**Reinforcement Learning**
Learning Type	Learns from labeled data (input-output pairs)	Learns by interacting with the environment using trial and error
Data Requirement	Requires a dataset with correct answers	Does not need labeled data; uses reward signals
Feedback Provided	Direct feedback with correct output	Feedback through rewards or penalties
Goal	Minimize error between predicted and actual output	Maximize cumulative reward over time
Use Case	Best for classification or regression problems	Best for decision-making and control tasks
Adaptability	Less adaptable to new situations without retraining	Can adapt to dynamic and unknown environments
Action Sequence	Learns single-step decisions	Learns from a sequence of actions (multi-step learning)
Examples	Image recognition, email spam detection	Game playing, robot navigation, autonomous driving

Table 1: Comparison Between Supervised And Reinforcement Learning

Fig 1: Bar Chart Of Comparison Between Supervised And Reinforcement Learning

[9] CONCLUSION

Supervised and reinforcement learning each have unique benefits in multi-robot systems. Supervised learning is easier to implement and works well with labeled data for specific tasks. Reinforcement learning, on the other hand, allows robots to learn from experience and adapt to changing environments. Choosing the right method depends on the task, data availability, and level of flexibility needed. In some cases, combining both can lead to better performance and coordination

REFERENCES

Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). *Reinforcement learning: An introduction* (2nd ed.). MIT Press.

Russell, S. J., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.

Levine, S., Finn, C., Darrell, T., & Abbeel, P. (2016). End-to-end training of deep visuomotor policies. *The Journal of Machine Learning Research, 17*(1), 1334–1373.

Tan, M. (1993). Multi-agent reinforcement learning: Independent vs. cooperative agents. *In Proceedings of the Tenth International Conference on Machine Learning* (pp. 330–337).

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

FASTER THAN LIGHT: UNPACKING THE SOCIETAL IMPLICATIONS OF 5G

S.Gayathri
Second year B. Sc CS(AI), Department of Artificial Intelligence, Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College, Nagamalai, Madurai-19

Dr. S. Selvam
Head and Assistant professor, Department of Artificial Intelligence, Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College,
Nagamalai, Madurai-19

ABSTRACT
5G technology is the latest generation of wireless communication, offering faster speeds (up to 20 Gbps), ultra-low latency (as low as 1 ms), and massive connectivity (supporting up to 1 million devices per square kilometer). It enables innovative applications like smart cities, IoT, and mission-critical communications, transforming industries and individual lives. While 5G brings benefits like improved user experience, new business opportunities, and economic growth, it also raises challenges related to security, infrastructure deployment, and digital divide.
Keywords: 5G Technology, Wireless Communication, Internet of Things (IoT), Smart Cities, Digital Divide

INTRODUCTION
The advent of 5G technology marks a significant milestone in the evolution of wireless communication systems. As the fifth generation of mobile network technology, 5G promises unparalleled speeds, ultra-low latency, and vast connectivity, revolutionizing the way we communicate, work, and live. With its potential to enable innovative applications such as smart cities, IoT, and immersive technologies, 5G is poised to transform industries, economies, and individual lives. As the world becomes increasingly interconnected, 5G technology is set to play a vital role in shaping the future of communication and beyond.Feel free to modify this introduction to fit your specific needs and focus.

5G TECHNOLOGY
5G technology is the fifth generation of wireless communication technology, designed to provide faster data speeds, lower latency, and greater connectivity than its predecessors. It enables a wide range of applications, including:
1. Enhanced mobile broadband
2. Massive machine-type communications (IoT)
3. Ultra-reliable low-latency communications (mission-critical applications)

Key features of 5G technology include:
1. **Faster speeds**: Up to 20 Gbps
2. **Lower latency**: As low as 1 ms
3. **Greater connectivity**: Supports up to 1 million devices per square kilometer

5G technology has the potential to transform various industries and aspects of society, including healthcare, transportation, education, and entertainment.

ARCHITECTURE OF 5G TECHNOLOGY
The 5G network architecture is designed to provide a flexible, scalable, and efficient network infrastructure. It consists of several key components:
1. **User Equipment (UE)**: Devices such as smartphones, laptops, and IoT devices that connect to the 5G network.
2. **Next-Generation NodeB (gNB)**: The base station in the 5G network, responsible for managing radio resources and communicating with UE.

3. **Next-Generation Core (NGC)**: The core network of 5G, which provides network functions such as authentication, billing, and traffic management.
4. **Network Functions Virtualization (NFV)**: A technology that virtualizes network functions, allowing them to run on standard servers rather than proprietary hardware.
5. **Software-Defined Networking (SDN)**: A technology that allows for programmable networking, enabling greater flexibility and control over network resources.

Key Features
1. **Network Slicing**: Allows multiple independent networks to run on the same physical infrastructure, each optimized for specific applications or services.
2. **Edge Computing**: Brings computing resources closer to users, reducing latency and improving performance for applications like IoT and mission-critical communications.
3. **Cloud-Native Architecture**: Uses cloud computing principles, such as virtualization and containerization, to enable greater flexibility, scalability, and efficiency.
4. **Service-Based Architecture (SBA)**: A framework that enables network functions to be deployed and managed as independent services

Benefits
1. **Improved performance**: Faster speeds, lower latency, and greater connectivity.
2. **Increased flexibility**: Network slicing and edge computing enable customized networks for specific applications.
3. **Enhanced security**: Built-in security features and network slicing improve security and reduce vulnerabilities.
4. **Greater scalability**: Cloud-native architecture and NFV enable greater scalability and flexibility.

Challenges:
1. **Complexity**: 5G architecture is more complex than previous generations, requiring new skills and expertise.
2. **Interoperability**: Ensuring interoperability between different network components and vendors is crucial.
3. **Security**: 5G networks require robust security measures to protect against cyber threats.

Overall, the 5G architecture is designed to provide a flexible, scalable, and efficient network infrastructure that can support a wide range of applications and services.

ADVANTAGES OF 5G TECHNOLOGY
Technical Advantages
Faster speeds: 5G offers significantly faster data speeds, with peak rates reaching up to 20 Gbps, enabling seamless video streaming, online gaming, and other bandwidth-intensive applications.
1. **Lower latency**: 5G reduces latency to as low as 1 ms, enabling real-time communication and mission-critical applications such as autonomous vehicles, remote healthcare, and industrial automation.
2. **Increased capacity**: 5G supports a vast number of devices, making it ideal for IoT applications such as smart cities, smart homes, and industrial IoT.
3. **Improved reliability**: 5G networks are designed to be highly reliable, ensuring consistent and uninterrupted connectivity for critical applications.
4. **Enhanced security**: 5G provides advanced security features, such as encryption and authentication, to protect user data and prevent cyber threats.

Benefits for Industries
1. **Healthcare**: 5G enables remote healthcare services, telemedicine, and real-time monitoring of patients, improving healthcare outcomes and reducing costs.
2. **Transportation**: 5G supports autonomous vehicles, smart traffic management, and enhanced logistics, improving road safety and reducing congestion.

3. **Manufacturing**: 5G enables Industry 4.0 applications, such as predictive maintenance, quality control, and supply chain optimization, improving manufacturing efficiency and productivity.
4. **Entertainment**: 5G provides faster and more reliable connectivity for streaming, online gaming, and immersive experiences, enhancing user engagement and satisfaction.
5. **Education**: 5G enables remote learning, virtual classrooms, and access to high-quality educational resources, improving educational outcomes and increasing access to education.

Societal Benefits:

1. **Economic growth**: 5G is expected to drive economic growth, create new job opportunities, and increase productivity, contributing to economic development and prosperity.
2. **Improved quality of life**: 5G enables new applications and services that can improve healthcare, education, and other aspects of daily life, enhancing overall quality of life.
3. **Environmental benefits**: 5G can support sustainable development and reduce carbon emissions through efficient resource utilization, smart energy management, and reduced waste.
4. **Increased accessibility**: 5G can provide internet access to underserved and remote areas, bridging the digital divide and promoting digital inclusion.
5. **Innovation and entrepreneurship**: 5G enables new business models, products, and services, fostering innovation and entrepreneurship, and creating new opportunities for startups and small businesses.

Other Benefits

1. **Smart cities**: 5G enables smart city applications, such as smart lighting, smart waste management, and smart transportation, improving urban livability and sustainability.
2. that can transform industries and daily life.
3. **Remote work**: 5G enables remote work and virtual collaboration, improving work-life balance, reducing commuting time, and increasing productivity.

Overall, 5G technology has the potential to transform various industries and aspects of society, enabling new applications, services, and opportunities that can drive economic growth, improve quality of life, and promote sustainable development.

EXPERIMENTAL ANALYSIS

Feature	**Description**	**Benefits**
Faster Speeds	Up to 20 Gbps peak rate	Enhanced mobile broadband, seamless video streaming
Ultra-Low Latency	As low as 1 ms	Real-time communication, mission-critical applications
Massive Connectivity	Supports up to 1 million devices per square kilometer	IoT enablement, smart cities
Network Slicing	Multiple independent networks on same infrastructure	Customized networks for specific applications
Edge Computing	Computing resources closer to users	Reduced latency, improved performance
Cloud-Native Architecture	Flexible, scalable, and efficient network infrastructure	Improved network management, reduced costs

Feature	Description	Benefits
Advanced Security	Encryption, authentication, and other security features	Protected user data, prevented cyber threats
Reliability	Highly reliable connections	Critical applications, mission-critical communications
Scalability	Supports growing demand for data and devices	Future-proof network infrastructure

Table 1: Features Of 5g Technology

GRAPH

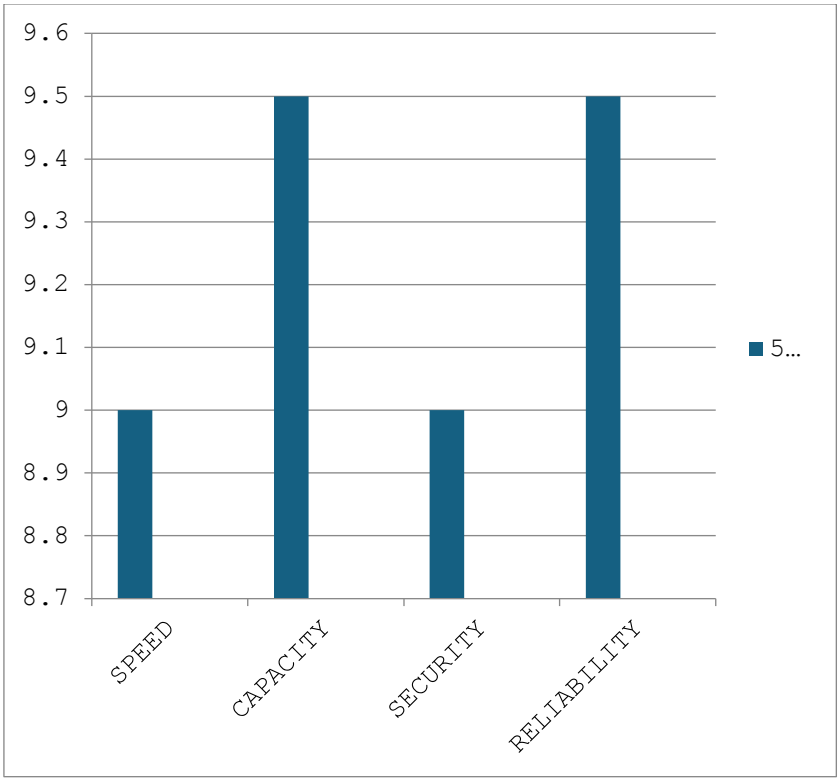


Fig 1 : graphical representation of 5g technology

Conclusion

In conclusion, 5G technology represents a significant leap forward in wireless communication, offering faster speeds, lower latency, increased capacity, and improved reliability. With its potential to enable new use cases such as IoT, smart cities, and mission-critical applications, 5G is poised to transform various industries and aspects of our daily lives.

REFERENCES

Bhalla M.R., Bhalla A.V. Generations of mobile wireless technology: Asurvey. Int. J. Comput. Appl. 2010;5:26–32. doi: 10.5120/905-1282. [DOI] [Google Scholar]

Mehta H., Patel D., Joshi B., Modi H. 0G to 5G mobile technology: A survey. J. Basic Appl. Eng. Res. 2014;5:56–60. [Google Scholar]

Sharma V., Choudhary G., You I., Lim J.D., Kim J.N. Self-enforcing Game Theory-based Resource Allocation for LoRaWAN Assisted Public Safety Communications. J. Internet Technol. 2018;2:515–530. [Google Scholar]

Al-Namari M.A., Mansoor A.M., Idris M.Y.I. A brief survey on 5G wireless mobile network. Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl. 2017;8:52–59. [Google Scholar]

Agiwal M., Roy A., Saxena N. Next generation 5G wireless networks: A comprehensive survey. IEEE Commun. Surv. 2016;18:1617–1655. doi: 10.1109/COMST.2016.2532458. [DOI] [Google Scholar]

Buzzi S., Chih-Lin I., Klein T.E., Poor H.V., Yang C., Zappone A. A survey of energy-efficient techniques for 5G networks and challenges ahead. IEEE J. Sel. Areas Commun. 2016;34:697–709. doi: 10.1109/JSAC.2016.2550338. [DOI] [Google Scholar]

Chataut R., Akl R. Massive MIMO systems for 5G and beyond networks—Overview, recent trends, challenges, and future research direction. Sensors. 2020;20:2753. doi: 10.3390/s20102753. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

Prasad K.S.V., Hossain E., Bhargava V.K. Energy efficiency in massive MIMO-based 5G networks: Opportunities and challenges. IEEE Wirel. Commun. 2017;24:86–94. doi: 10.1109/MWC.2016.1500374WC. [DOI] [Google Scholar]

Kiani A., Ansari N. Edge computing aware NOMA for 5G networks. IEEE Internet Things J. 2018;5:1299–1306. doi: 10.1109/JIOT.2018.2796542. [DOI] [Google Scholar]

Timotheou S., Krikidis I. Fairness for non-orthogonal multiple access in 5G systems. IEEE Signal Process. Lett. 2015;22:1647–1651. doi: 10.1109/LSP.2015.2417119. [DOI] [Google Scholar]

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

REINFORCEMENT OF RETAINING WALLS USING KEVLAR

BENFRID Abdelmoutalib
Doctor in Public Works, graduated from Djillali Liabès University in Sidi Bel Abbès, Algeria.
ORCID ID: 0009-0007-8171-1654

ABSTRACT
Retaining walls are important structures in the field of civil engineering. They are used for the protection of roads, railways, metro systems, dams, and residential buildings. Retaining walls are generally made of steel or concrete, with concrete often considered a special case. Several types of retaining walls are used, such as quays, tensioned cable walls, sheet piles, and panels. In this study, we focus on a panel element. The goal of this study is to reinforce a retaining wall with Kevlar and study its behavior under various conditions.
Keywords: Retaining walls- Civil engineering- Kevlar- behavior.

ÖZET
Destek duvarları, inşaat mühendisliği alanında önemli yapılardır. Karayolları, demir yolları, metro sistemleri, barajlar ve konut inşaatları için koruma amacıyla kullanılırlar. Destek duvarları genellikle çelik veya beton ile yapılır ve beton genellikle özel bir durum olarak kabul edilir. Destek duvarlarının birçok farklı türü vardır, örneğin rıhtımlar, gerilmiş kablo duvarları, palplançalar ve paneller. Bu çalışmada, bir panel elemanı dikkate alınmaktadır. Bu çalışmanın amacı, bir destek duvarını Kevlar ile güçlendirmek ve farklı koşullar altında davranışını incelemektir.
Anahtar Kelimeler: Destek duvarları - İnşaat mühendisliği - Kevlar - Davranış.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

ASTROLOGY-POWERED AI: A STUDY OF AI HOROSCOPES AND THEIR SOCIOTECHNICAL IMPLICATIONS

J.Jeyavarshana
Second year B. Sc CS(AI), Department of Artificial Intelligence, Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College, Nagamalai, Madurai-19

Dr. S. Selvam
Head and Assistant professor, Department of Artificial Intelligence, Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College, Nagamalai, Madurai-19

ABSTRACT
The intersection of astrology and artificial intelligence (AI) has given rise to a new class of digital tools known as Astrology-Powered AI or AI Horoscopes. These systems combine the symbolic and interpretive traditions of astrology with the pattern recognition, natural language generation, and personalization capabilities of AI. This paper explores the functioning, methodology, and cultural relevance of AI-generated horoscopes. It also analyzes the technological framework, ethical concerns, user experience, and the broader implications for belief systems and personalization in the digital age. We conclude that while AI Horoscopes serve primarily as entertainment and personal insight tools, their psychological impact and influence on decision-making merit critical attention.

[1] INTRODUCTION
Astrology has long been used as a symbolic system for understanding human behavior and cosmic influence, despite lacking empirical scientific support. In recent years, the digitization of astrology has progressed from static horoscope texts to dynamic, AI-powered systems capable of generating highly personalized and context-aware astrological content.
With the rise of machine learning, natural language processing (NLP), and big data, astrology applications are now being augmented by AI to create scalable, interactive, and often more convincing horoscope experiences. Known broadly as **AI Horoscopes**, these systems generate astrological readings by analyzing a user's birth data (e.g., date, time, and location) and possibly behavioral or psychological patterns gathered via app usage.

[2] COMPONENTS AND WORKFLOW OF AI HOROSCOPES:
2.1 Data Input and User Profiling
AI Horoscope systems begin by collecting astrological inputs:
- Birth date and time
- Geographic location
- Gender or identity preferences
- Optional: mood logs, daily goals, or even social media activity

These inputs are used to construct a natal chart — a map of planetary positions at the time of the user's birth.

2.2 Astrological Engine
At the core is an astrological computation engine that performs:
- Ephemeris calculations (planetary positions)
- House and aspect determination
- Transit analysis (current planetary alignments with natal chart)

This step mimics traditional astrology calculations, often using public databases like the Swiss Ephemeris.

2.3 AI Layer: Natural Language Generation (NLG)
Using templates or transformer-based models (e.g., GPT-like architectures), the AI transforms astrological data into human-readable text:
- Personalized horoscopes
- Daily or weekly forecasts
- Relationship or career insights

These systems may use sentiment analysis to match the tone of the horoscope to the user's mood or previous feedback.

2.4 Feedback and Learning Loops
Modern AI Horoscopes can use reinforcement learning or A/B testing to refine content based

[3]TECHNOLOGICAL FRAMEWORK:
3.1 NLP and Personalization
AI-generated horoscopes often utilize NLP models trained on:
- Astrological texts
- Psychological and self-help literature
- Conversational data from chatbots

These models are fine-tuned to create messages that resonate emotionally and psychologically with users, enhancing perceived accuracy.

3.2 Machine Learning and Data Science
Data analytics may be applied to find user patterns:
- Clustering users by zodiac sign and preferences
- Recommending content based on personality types
- Predictive analysis of user engagement trends

3.3 Ethical and Philosophical Dimensions
AI Horoscopes raise critical ethical questions:
- Do they reinforce magical thinking or offer therapeutic introspection?
- Is user data being exploited for belief manipulation?
- Should disclaimers be required for "entertainment-only" content?

These issues highlight the blurry line between technology as a service and belief-based influence.

[4] APPLICATIONS AND USE CASES:
4.1 Consumer Apps
Popular platforms like **Co–Star**, **The Pattern**, and **Sanctuary** use AI to deliver astrology-based content with:
- Push notifications
- Real-time planetary updates
- Personalized affirmations

4.2 Chatbots and Virtual Counselors
Some AI horoscope systems are integrated into chatbot interfaces, enabling:
- 24/7 astrology readings
- Relationship advice
- Mental health-style support with astrological framing

4.3 Marketing and E-commerce
Brands use AI Horoscopes to personalize experiences:
- Product suggestions based on zodiac traits

- Time-sensitive promotions aligned with astrological "transits"

[5] PSYCHOLOGICAL AND SOCIAL IMPACT

5.1 Cognitive Bias and the Barnum Effect

AI Horoscopes exploit known psychological biases:

- **Barnum Effect**: Users find vague, general statements personally meaningful
- **Confirmation Bias**: Users selectively interpret horoscopes to fit their beliefs

AI makes these effects more potent by tailoring content to user data.

5.2 Therapeutic or Harmful?

Some users report increased self-awareness or emotional relief, while others may become overly reliant on astrology for decision-making, potentially delaying professional advice in mental health or relationships.

[6] LIMITATIONS AND CRITICISMS

- **Lack of Scientific Validity**: Astrology remains a pseudoscience.
- **Privacy Concerns**: Birth data and psychological profiles are sensitive information.
- **Cultural Appropriation**: Modern AI astrology may strip traditional practices of their context and meaning.

[7] FUTURE DIRECTIONS

- Integration with **Generative AI Avatars**: Creating a virtual astrologer experience.
- **Cross-disciplinary models**: Combining astrology with psychology, behavioral science, and even AI ethics.
- **Decentralized AI Horoscopes**: Using blockchain to verify birth data and preserve user privacy.

[8]CONCLUSION

Astrology-powered AI represents a fusion of ancient symbolism with modern computation. While technically sophisticated and psychologically engaging, these systems raise complex questions about belief, influence, and digital responsibility. AI Horoscopes are emblematic of how AI can personalize not just our digital experiences, but our perceptions of fate and self. Whether viewed as entertainment, therapy, or ideology, their rise marks a compelling chapter in the story of AI's integration into human culture.

REFERENCES

Chaplot, Neelam, Praveen Dhyani, and O. P. Rishi. “Astrological prediction for profession using classification techniques of artificial intelligence.” In International Conference on Computing, Communication & Automation, pp. 233-236. IEEE, 2015.

Gowrinath, CNVBR Sri, and B. Srinivasa SP Kumar. “Architectural Representation for Inference rules generation for Astrological Predictions using induction of Horoscope Charts.” International Journal of Applied Engineering Research 13, no. 20 (2018): 14495-14497.

Vigneswaran, L., and Nagadeepa, N. Prediction of research studies status on astrological data using machine learning (ML) classification techniques. International Journal of Health Sciences, 6(S6), 9696–9710, 2022.

Perry, Glenn. “A Brief Introduction to Qualitative Research in Astrology.” Consulting Editors (2020): 63.

Wen, Qingsong, Kai He, Liang Sun, Yingying Zhang, Min Ke, and Huan Xu. “RobustPeriod:Robust time-frequency mining for multiple periodicity detection.” In Proceedings of the 2021 International Conference on Management of Data, pp. 2328-2337. 2021.

Berente, Nicholas, Bin Gu, Jan Recker, and Radhika Santhanam. “Managing artificial intelligence.” MIS quarterly 45, no. 3 (2021).

Bi, Qifang, Katherine E. Goodman, Joshua Kaminsky, and Justin Lessler. "What is machine learning? A primer for the epidemiologist." American journal of epidemiology 188, no. 12 (2019): 2222-2239.

Kremer, Jan, Kristoffer Stensbo-Smidt, Fabian Gieseke, Kim Steenstrup Pedersen, and Christian Igel. "Big universe, big data: machine learning and image analysis for astronomy." IEEE Intelligent Systems 32, no. 2 (2017): 16-22

Qian, Yufeng. "Exploration of machine algorithms based on deep learning model and feature extraction." Mathematical Biosciences and Engineering 18, no. 6 (2021): 7602-7618.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

RPA VS. AI: THE BATTLE FOR AUTOMATION SUPREMACY

P. Veeralakshmi
Second year B. Sc CS(AI), Department of Artificial Intelligence, Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College, Nagamalai, Madurai-19

Dr. S. Selvam
Head and Assistant professor, Department of Artificial Intelligence, Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College, Nagamalai, Madurai-19

ABSTRACT
This study explores the differences between two automation technologies, highlighting their unique strengths and applications. One technology excels in streamlining routine tasks, while the other enables machines to handle complex data and make informed decisions. By comparing these technologies, we gain insights into their potential synergy and future role in driving organizational efficiency and innovation.

[1] INTRODUCTION
In today's rapidly evolving digital landscape, organizations are constantly seeking ways to streamline processes, enhance efficiency, and drive innovation. Two technologies have emerged as key players in this quest for automation supremacy: Robotic Process Automation (RPA) and Artificial Intelligence (AI). While both technologies aim to automate tasks and improve productivity, they differ significantly in their approach, capabilities, and applications. This paper delves into the world of RPA and AI, exploring their strengths, weaknesses, and potential convergence. By examining the differences and similarities between these two technologies, we can better understand their roles in shaping the future of automation and unlocking new opportunities for businesses and organizations.

[2] ROBOTIC PROCESS AUTOMATION (RPA)
RPA is a technology that uses software tools to automate routine tasks, reducing manual effort and increasing accuracy. By replicating human actions, RPA helps organizations simplify workflows, boost productivity, and enhance overall efficiency. This technology is particularly useful for tasks that are repetitive, time-consuming, or prone to errors.
Meta AI response: Here's a rewritten introduction for Robotic Process Automation (RPA): RPA is a technology that uses software tools to automate routine tasks, reducing manual effort and increasing accuracy. By replicating human actions, RPA helps organizations simplify workflows, boost productivity, and enhance overall efficiency. This technology is particularly useful for tasks that are repetitive, time-consuming, or prone to errors.

[3] ARCHITECTURE OF ROBOTIC PROCESS AUTOMATION (RPA)
3.1 User Interface Layer:
Automates interactions with application interfaces.
3.2 Process Logic Layer:
Defines workflow sequences and decision rules.
3.3 Integration Layer:
Connects to external systems, databases, and APIs**.**
3.4 Automation Engine:
Executes automated tasks and manages bots.
3.5 Control Center:
Oversees bot activity, scheduling, and performance monitoring.
3.6 Security Framework:
Ensures data protection, access controls, and compliance.

3.7 Data Repository:
Stores process data, logs, and analytics.

[4] ADVANTAGES OF ROBOTIC PROCESS AUTOMATION (RPA)

4.1 Boosts Productivity:
Automates routine tasks, freeing up staff for strategic work.
4.2 Reduces Errors:
Ensures accuracy and consistency, minimizing mistakes.
4.3 Saves Time:
Processes tasks quickly and efficiently, 24/7.
4.4 Cuts Costs:
Decreases labor costs and operational expenses.
4.5 Enhances Flexibility:
Adapts to changing business needs and volumes.
4.6 Improves Compliance:
Ensures consistent application of rules and regulations.
4.7 Speeds Up Processing:
Automates tasks, reducing response times.
4.8 Improves Quality:
Minimizes exceptions and errors, improving overall quality.

[5] Artificial Intelligence

Artificial Intelligence (AI) is a technology that empowers machines to mimic human intelligence, enabling them to learn, reason, and interact with their environment. By leveraging complex algorithms and data analysis, AI systems can identify patterns, make predictions, and automate tasks, revolutionizing industries and transforming our daily lives.

[6] ARCHITECTURE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

6.1 Data Ingestion Layer:
Collects and aggregates data from various sources.
6.2 Data Processing Layer:
Cleans, transforms, and prepares data for AI model training
6.3 Model Development Layer:
Develops and trains AI models using machine learning algorithms
6.4 Model Deployment Layer:
Deploys trained models in production environments
6.5 Model Monitoring Layer:
Monitors model performance, accuracy, and drift
6.6 Application Layer:
Integrates AI capabilities into applications and systems
6.7 Interface Layer:
Provides user interaction through voice, text, or visual interfaces

[7] ADVANTAGES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

7.1 Boosts Productivity:
Automates tasks, freeing up staff for strategic work.
7.2 Accurate Insights:
Provides precise data analysis and predictions.
7.3 Informed Decisions:
Enables data-driven decision-making.
7.4 Round-the-Clock Operations:
Ensures continuous operation and support.

7.5 Tailored Experiences:
Offers personalized recommendations and services.
7.6 Drives Innovation:
Fosters new ideas, products, and business models.
7.7 Reduces Costs:
Minimizes labor costs and operational expenses.
7.8 Enhances Customer Satisfaction:
Improves response times and service quality.
7.9 Unlocks Value:
Reveals hidden patterns and insights in data.
7.10 Competitive Edge:
Helps organizations stay ahead in the market.

[8] EXPERIMENTAL ANALYSIS

We compared both Robotic Process Automation and Artificial Intelligence benefits for users. We construct a comparison table1 as shown below.

FEATURE	ROBOTIC PROCESS AUTOMATION(RPA)	ARTIFICIAL INTELLIGENCE(AI)
AUTOMATION TYPE	Rule-based task automation	Intelligent automation with learning
TASK SUITABILITY	Repetitive, routine tasks	Complex, dynamic tasks
DECISION MAKING	Pre-defined rules	Data-driven insights
LEARNING ABILITY	No learning	Can learn and adapt
DATA TYPE	Structured data	Structured and unstructured data
IMPLEMENTATION	Quick setup	Requires expertise
SCALABILITY	Easy scaling	Resource-intensive scaling

Table 1: Comparison Table For Robotic Process Automation And Artificial Intelligence

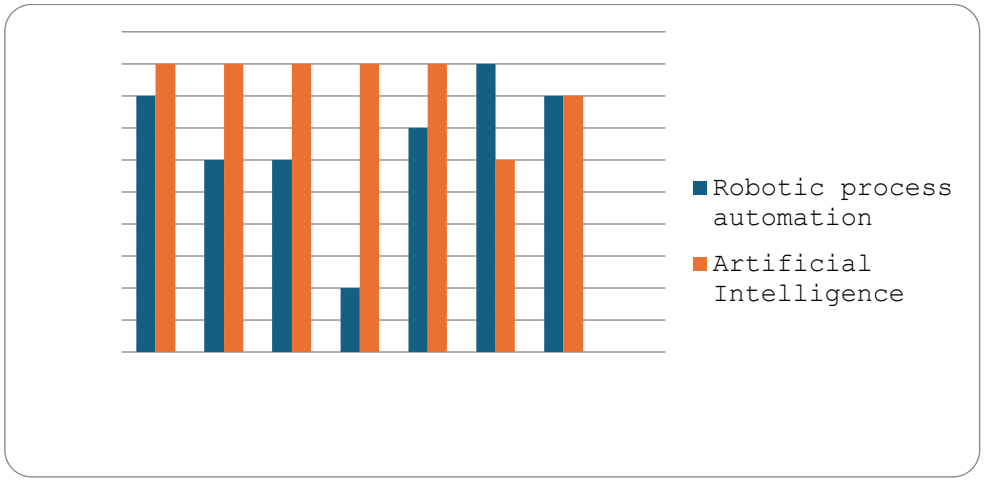


Fig 1: Barchart For The Comparison Between Robotic Process Automation And Artificial Intelligence

[9] CONCLUSION

Artificial Intelligence (AI) outshines Robotic Process Automation (RPA) due to its capacity for intelligent decision-making, data analysis, and adaptability. While RPA excels in routine task automation, AI's advanced capabilities enable businesses to tackle complex challenges, drive innovation, and achieve sustainable growth. With its transformative potential, AI stands out as a more impactful solution for organizations seeking to stay ahead in a rapidly evolving landscape.

REFERENCES

Agatonovic, M., "Robotic Process Automation: A Guide to Implementing RPA", Journal of Automation and Robotics, Vol. 10, No. 2, pp. 123-135, 2020

Bock, C., "Artificial Intelligence in Business Process Automation", International Journal of Artificial Intelligence and Applications, Vol. 9, No. 1, pp. 1-12, 2018.

Davenport, T.H., "The AI Advantage: How to Put the Artificial Intelligence Revolution to Work", MIT Press, Cambridge, MA, 2018.

Fung, H.P., "Criteria for Choosing the Right RPA Tool", Journal of Robotic Process Automation, Vol. 5, No. 1, pp. 45-57, 2019.

Willcocks, L.P., "Robotic Process Automation: A Study of the UK Financial Services Sector", Journal of Information Technology, Vol. 32, No. 3, pp. 224-238, 2017.

Lacity, M.C., "Robotic Process Automation: An Investigation of Industry, Service and Employee Outcomes", International Journal of Information Management, Vol. 40, pp. 15-27, 2018.

Syed, R., "Robotic Process Automation: A Systematic Literature Review", Journal of Intelligent Information Systems, Vol. 55, No. 2, pp. 249-265, 2020.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

NEXT-GENERATION IOT WITH EDGE INTELLIGENCE

S. Reashmi
Second year B. Sc CS(AI), Department of Artificial Intelligence, Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College, Nagamalai, Madurai-19

Dr. S. Selvam
Head and Assistant professor, Department of Artificial Intelligence, Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College,
Nagamalai, Madurai-19

ABSTRACT
The convergence of Artificial Intelligence (AI) and the Internet of Things (IoT) is transforming how data is collected, processed, and utilized in modern applications. Traditionally, IoT devices rely on cloud computing for data analysis, which often results in latency, high bandwidth usage, and potential security risks. To address these challenges, Edge AI—the deployment of AI algorithms on edge devices close to the data source—has emerged as a powerful solution.
By enabling local data processing, Edge AI reduces dependency on cloud infrastructure, ensures real-time decision-making, enhances data privacy, and optimizes network efficiency. This paradigm shift is particularly valuable in domains such as smart cities, healthcare, manufacturing, transportation, and agriculture, where instant responses and reliable operations are critical.
Despite its benefits, Edge AI also faces challenges including limited computational resources, energy constraints, and the need for efficient model deployment. Nonetheless, it represents a crucial step toward building intelligent, autonomous, and scalable IoT ecosystems that will drive future innovation across industries.
Keywords: Artificial Intelligence, Internet of Things, Edge AI, Smart Cities, Data Privacy

Introduction
The rapid growth of the Internet of Things (IoT) has led to billions of connected devices generating massive amounts of data every second. Traditionally, this data is sent to centralized cloud servers for processing and analysis. However, relying solely on the cloud can introduce latency, increase bandwidth usage, and raise privacy concerns.
Edge AI combines artificial intelligence (AI) with edge computing, enabling IoT devices to process and analyze data locally—directly at the source. By deploying AI algorithms on edge devices, such as sensors, cameras, or industrial machines, decisions can be made in real-time without depending on continuous cloud connectivity.
This integration brings significant advantages, including faster response times, reduced network traffic, enhanced data privacy, and greater autonomy for IoT devices. Edge AI is increasingly applied across various domains, from smart homes and healthcare to industrial automation and autonomous vehicles, shaping the next generation of intelligent and responsive IoT systems.

Key Features of Edge AI for IoT
Real-Time Processing
Data is analyzed locally on IoT devices, enabling instant decision-making without relying on cloud servers.
Low Latency
Reduces delays by processing data near the source, which is essential for applications like autonomous vehicles, robotics, and healthcare monitoring.
Reduced Bandwidth Usage
Only relevant or summarized data is sent to the cloud, minimizing network traffic and costs.

Enhanced Privacy & Security
Sensitive information (e.g., health data, video feeds) can be processed locally, reducing the risk of data leaks during transmission.

Offline Functionality & Autonomy
Devices can continue to operate and make intelligent decisions even without stable internet connectivity.

Energy Efficiency
AI models optimized for edge devices consume less power, which is crucial for battery-operated IoT sensors.

Scalability
Edge AI allows large IoT networks to grow without overwhelming central cloud systems.

Domain-Specific Customization
AI models can be tailored to specific applications such as predictive maintenance, anomaly detection, or image recognition at the edge.

Types of Edge AI for IoT
Device-Level Edge AI
AI runs directly on IoT devices such as smart cameras, wearables, or sensors.
Uses lightweight AI models optimized for limited hardware.
Example: A fitness tracker analyzing heart rate locally to detect irregular patterns.

Gateway-Level Edge AI
AI processing happens on an edge gateway that connects multiple IoT devices to the cloud
Provides more computing power than individual devices.
Example: An industrial IoT gateway analyzing data from several factory sensors before sending summaries to the cloud.

On-Premise/Edge Server AI
Local servers or micro data centers installed near the IoT network run advanced AI models.
Suitable for high-volume or complex data (e.g., video analytics).
Example: A hospital's on-premise server analyzing medical imaging data in real-time.

Hybrid Edge AI
Combines local processing with cloud-based AI for model training, updates, and backup.
Edge devices handle real-time inference, while the cloud handles large-scale learning.
Example: Autonomous vehicles where immediate decisions (like braking) happen at the edge, while driving pattern improvements are learned in the cloud.

Advantages of Edge AI for IoT
- Real-Time Decision Making

Processes data instantly at the source, which is critical for applications like autonomous driving, industrial automation, and healthcare monitoring.
- Low Latency

Eliminates delays caused by sending data to the cloud, enabling faster responses.
- Reduced Bandwidth Usage

Only essential or summarized data is transmitted, lowering network congestion and costs.
- Enhanced Privacy & Security

Sensitive data stays on local devices, minimizing the risk of breaches during transmission.

- Offline Functionality & Reliability

Devices can continue operating intelligently even with poor or no internet connectivity.

- Energy & Cost Efficiency

Optimized AI models reduce power consumption and cloud usage, making systems more affordable in the long term.

- Scalability

Supports large IoT deployments without overwhelming central cloud servers.

- Customizability

Edge AI models can be tailored to specific industry needs, such as predictive maintenance, anomaly detection, or video analytics.

Disadvantages of Edge AI for IoT

- Limited Computational Power

Edge devices often have restricted processing capacity compared to powerful cloud servers, limiting the complexity of AI models they can run.

- Energy Constraints

Many IoT devices are battery-powered, so running AI workloads can drain energy faster.

- High Initial Costs

Specialized edge hardware (AI chips, accelerators) and deployment can be expensive.

- Model Update & Maintenance Challenges

Updating AI models across thousands of distributed devices is complex and may require advanced management systems.

- Storage Limitations

Edge devices typically have limited memory, restricting the amount of data they can store or process locally.

- Scalability Issues for Complex AI

While scalable for many devices, highly advanced AI applications may still need cloud or hybrid support.

- Security Risks at Device Level

Although data stays local, edge devices themselves may be vulnerable to physical tampering or cyberattacks.

- Integration Complexity

Combining edge AI with existing IoT and cloud systems can be technically challenging.

Future Scope of Edge AI for IoT

- Smarter IoT Devices

Future IoT devices will come with built-in AI accelerators, enabling more complex decision-making directly on low-power hardware.

- 5G and Beyond Integration

With ultra-low latency and high bandwidth, 5G networks will enhance Edge AI performance, especially in applications like autonomous vehicles, AR/VR, and remote surgeries.

- Federated Learning

Edge devices will collaboratively train AI models without sharing raw data, improving privacy and personalization while reducing reliance on centralized servers.

- Autonomous Systems

Drones, robots, and vehicles will increasingly rely on Edge AI for real-time navigation, predictive maintenance, and situational awareness.

- Edge-Cloud Collaboration (Hybrid AI)

A balanced ecosystem will emerge where the edge handles real-time inference and the cloud manages large-scale training, updates, and coordination.

- Enhanced Security with AI

Edge AI will not only process data but also provide real-time anomaly detection to protect IoT networks from cyberattacks.

- Industry-Specific Innovations

Healthcare: Continuous patient monitoring and personalized treatments.
Agriculture: Smart farming with predictive crop and soil analytics.
Manufacturing: Fully automated smart factories with predictive quality control.
Smart Cities: Intelligent traffic, waste, and energy management ssystems

- Standardization & Interoperability

Future developments will focus on creating standard platforms, frameworks, and protocols to make Edge AI solutions widely adaptable across industries.

Conclusion

Edge AI has emerged as a transformative technology that bridges the gap between artificial intelligence and the Internet of Things. By enabling IoT devices to process and analyze data locally, it overcomes the challenges of latency, bandwidth consumption, and data privacy associated with traditional cloud-based systems. Its ability to deliver real-time insights, enhanced security, and autonomous decision-making makes it highly valuable across domains such as healthcare, manufacturing, transportation, agriculture, and smart cities.

However, challenges such as limited computational resources, energy constraints, and model management must still be addressed to fully unlock its potential. With the integration of 5G, federated learning, and hybrid edge–cloud architectures, the future of Edge AI in IoT points toward highly intelligent, efficient, and scalable ecosystems.

In conclusion, Edge AI is not just an enhancement to IoT but a key enabler of the next generation of intelligent, adaptive, and secure connected systems that will drive innovation across industries.

REFERENCES

H. Cao , M. Wachowicz , C. Renso , and E. Carlini , “Analytics everywhere: Generating insights from the internet of things,” IEEE Access, vol. 7, pp. 71749–71769, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2919514.

NG-IoT Consortium , “Building a roadmap for the next generation internet of things: Research, innovation and implementation 2021-2027” Sep. 2019.

D. Kreutz , F. M. V. Ramos , P. E. Veríssimo , C. E. Rothenberg , S. Azodolmolky , and S. Uhlig , “Software-defined networking: A comprehensive survey,” Proceedings of the IEEE, vol. 103, no. 1, pp. 14-76, 2015, doi: 10.1109/JPROC.2014.2371999.

N. McKeown et al., “OpenFlow: Enabling innovation in campus networks,” SIGCOMM Comput. Commun. Rev., vol. 38, no. 2, pp. 69-74, Mar. 2008, doi: 10.1145/1355734.1355746.

Z. Latif , K. Sharif , F. Li , M. M. Karim , S. Biswas , and Y. Wang , “A comprehensive survey of interface protocols for software defined networks,” Journal of Network and Computer Applications, vol. 156, p. 102563, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/jjnca.2020.102563.

K. Kaur , V. Mangat , and K. Kumar , “A comprehensive survey of service function chain provisioning approaches in SDN and NFV architecture,” Computer Science Review, vol. 38, p. 100298, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100298.

Liatifis , R Sarigiannidis , V. Argyriou , and T. Lagkas , “Advancing SDN: From OpenFlow to P4, a survey,” ACM Computing Surveys, Aug. 2022, doi: 10.1145/3556973.

R. Amin , E. Rojas , A. Aqdus , S. Ramzan , D. Casillas-Perez , and J. M. Arco , “A survey on machine learning techniques for routing optimization in SDN,” IEEE Access, vol. 9, pp. 104582-104611, 2021, doi:10.1109/ACCESS.2021.3099092.

R. Vilalta et al., “Cloud-native SDN network management for beyond 5G networks with TeraFlow,” virtual event, Jun. 2021. Available: https://zenodo.org/record/5089908

Linux Foundation , “Open programmable infrastructure project.” Sep. 2022. [Online]. Available: http://www.opiproject.org/

Z. Zhang et al., "6G wireless networks: Vision, requirements, architecture, and key technologies," IEEE Vehicular Technology Magazine, vol. 14, no. 3, pp. 28-41, 2019, doi: 10.1109/MVT.2019.2921208.

X. Chen , D. W. K. Ng , W. Yu , E. G. Larsson , N. Al-Dhahir , and R. Schober , "Massive access for 5G and beyond," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 39, no. 3, pp. 615-637, 2021, doi: 10.1109/JSAC.2020.3019724.

B. S. Khan , S. Jangsher , A. Ahmed , and A. Al-Dweik , "URLLC and eMBB in 5G industrial IoT: A survey," IEEE Open Journal of the Communications Society, vol. 3, pp. 1134-1163, 2022, doi:10.1109/OJCOMS.2022.3189013.

L. Zhang et al., "A survey on 5G millimeter wave communications for UAV-assisted wireless networks," IEEE Access, vol. 7, pp. 117460-117504, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2929241.

K. M. S. Huq , S. A. Busari , J. Rodriguez , V. Frascolla , W. Bazzi , and D. C. Sicker , "Terahertz-enabled wireless system for beyond-5G ultrafast networks: A brief survey," IEEE Network, vol. 33, no. 4, pp. 89-95, 2019, doi: 10.1109/MNET.2019.1800430.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

STRUCTURAL MAPPING OF THE TAOUDENI BASIN: CONTRIBUTION OF GRAVITY DATA ANALYSIS

Yassine Charikki
Mohamed First University, Faculty of Sciences, Geology Department, Oujda, Morocco

Driss Khattach
Mohamed First University, Faculty of Sciences, Geology Department, Oujda, Morocco

Mohammed-Rachid Houari
Mohamed First University, Faculty of Sciences, Geology Department, Oujda, Morocco

Radia El Gout
Mohamed First University, Faculty of Sciences, Geology Department, Oujda, Morocco

ABSTRACT
The main part of northwestern Africa is covered by the West African Craton (WAC) which manifest as two Precambrian basement shields, the Reguibat Shield (RS) to the north and the Man Shield (MLS) to the south. These shields are separated by the Taoudeni Basin (TB), an intracratonic basin mainly filled with sedimentary formations dating from the late Precambrian to Cambrian periods. The boundaries of the craton are the Anti-Atlas from the north, the Trans-Saharan belt (Pharusian and Dahomeyan Belts) to the east (PVE), the Rockelides and the Bassarides and along the Mauritanides to the West (PCW).
The Taoudeni Basin stratigraphy shows coherent sedimentary successions; Above a significant thickness of the Proterozoic series, a discordant Paleozoic succession from Cambrian to Carboniferous sediments. The basin marks a sedimentary hiatus between the Permian and the end of the Jurassic, and overlain in places by the Cretaceous and Neogene. The TB is divided into eight different sub-basins but only three sub-basins contain a large amount of Paleozoic sediments (Adrar Basin in NW, Hodh Basin in center, and the Hank Basin in the NE)
The objective of this work is to determine the main discontinuities, faults, and hidden structures delimiting the Taoudeni Basin, its sub-basins, their structure, and their structural relationship with its surrounding regions. The methodology involves using several processing techniques on gravimetric data, including upward-continuation, horizontal and vertical gradient, multi-scale analysis of lineaments.
Initial results highlight two major lineament segmentations: the first, east-west, separating the TB with the RS and MLS, and the second, mainly north-south, involving the thrusts of the Pan-African and Variscan belts to the east and west (PVE & PCW).
For the detail of the Taoudeni basin, several lineaments with variable directions segment the basin into successions of sub-basins and ridges; The E-W lineaments of significant order allow to identify the high zones which separate the sub-basins, other E-W of less significant order and with other variable directions allow the identification of the limits of the different sub-basins (Adrar, Richat, Hodh, Tambaoura, Hank, Gourma).
Keywords: Gravity data, West African Craton, Taoudeni Basin, Hidden geological units, structural units.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

MULTI-STAGE LEARNING TECHNIQUES FOR MIXED RADIATION PULSE DISCRIMINATION

Imane AHNOUZ
Mohammed V University in Rabat, Department of physics, faculty of sciences, Rabat, Morocco.

ABSTRACT
Neutron spectrometry using scintillation detectors has gained widespread adoption in radiation detection and medical science, particularly in radiation diagnosis and radiation therapy. These detectors are highly efficient in detecting neutrons across a broad energy spectrum, cost-effective, and feature a straightforward design that facilitates maintenance and operation. Despite these advantages, a critical challenge remains in accurately distinguishing neutron signals from accompanying gamma radiation, which is essential for precise radiation diagnosis and effective radiation therapy treatment planning. Addressing this challenge, various techniques have been proposed to differentiate neutrons from gamma radiation. This work reviews neutron-gamma discrimination methods using different types of scintillators and compares these methods based on their accuracy and the type of detector used. Additionally, potential recommendations for the research community are provided.
Keywords: Neutron-gamma discrimination, Unsupervised Learning, Pulse Shape discrimination, Scintillation detectors.

COMPUTATIONAL DESIGN OF NEW DIHYDROPTERIDONE-OXADIAZOLE DERIVATIVES AS POTENT INHIBITORS AGAINST MCF-7 BREAST CANCER CELLS

Mourad Aloui
LIMAS Laboratory, Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.

Elhalaoui Menana
LIMAS Laboratory, Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.

ABSTRACT
Pharmaceutical treatment protocols and combination therapies using chemical compounds enable targeted action against cancer cells, though their effectiveness is often compromised by tumor resistance and off-target toxicity. This study employs computational chemistry tools to investigate the structure-activity relationship of novel dihydropteridone derivatives bearing an oxadiazole moiety, aiming to optimize their cytotoxic activity against breast cancer. The research seeks to elucidate how molecular properties influence biological activity and to uncover underlying mechanisms, thereby informing the rational design of new anticancer agents with enhanced efficacy.
The findings demonstrate that the designed molecules exhibit selective and potent cytotoxic inhibitory activity against MCF-7 breast cancer cells. Five new dihydropteridone-oxadiazole derivatives were developed, showing favorable interactions with key breast cancer-related proteins, enhanced dynamic stability within binding sites, and compliance with drug-likeness criteria. Notably, these compounds display promising oral absorption (88%) and minimal predicted toxicity. These results suggest that the novel dihydropteridone-oxadiazole derivatives hold potential as multifunctional agents for breast cancer treatment, warranting further experimental validation.
Keywords: QSAR, novel dihydropteridone derivatives, Molecular docking, oxadiazole, Molecular dynamics, ADMET propriety, MCF-7, Breast cancer cells.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

3D SCANNING TO DETECT THE DAMAGE CAUSES OF PETROLEUM STORAGE TANKS

Olena Sierikova, PhD
National Scientific Center «Hon. Prof. M.S. Bokarius Forensic Science Institute»
ORCID: 0000-0003-0354-9720

Vadym Babakin, Doctor of Law
National Scientific Center «Hon. Prof. M.S. Bokarius Forensic Science Institute»
ORCID: 0000-0002-7157-0241

ABSTARCT

Increasing the volume of energy production (in particular, under martial law) requires to minimize the petroleum products consumption, which necessitates increasing the efficiency of liquid hydrocarbon storage in tanks and their operation and reducing their negative impact on the environment. The environmental pollution problem by petroleum products is becoming particularly relevant in the context of petroleum product transportation increasing volumes. Transportation of petroleum products by rail and road is accompanied by risks of leaks that pollute the environment. Round-the-clock missile attacks have led to an increase in accidents at petroleum storage tanks and their damage, which has a negative impact on the environment [1].

Ukraine has 18 commercial sea ports and 12 port points on the coast of the Black and Azov Seas. According to statistics, before the war in Ukraine, from 2 to 10 thousand tons of petroleum products were annually spilled into the Black Sea due to accidents. After the war, it is predicted that the annual volume of petroleum products transported in the Black Sea may increase to 220-250 million tons, which increases the risk of further sea pollution.

Aim is to prevent petroleum products from entering the environment due to increasing the ecological safety level of liquid hydrocarbon storage in tanks. This issue could only be solved through constant monitoring of the tank condition and its damage using 3D scanning technology [2,3].

However, the main problem limiting the damage detection method implementation is the lack of scientific, technical and scientific-methodological developments in the studied area. It is necessary to develop a method to detect the causes of tank damage.

During tank 3D scanning, positive results could be achieved, including:

1) accuracy of digital data in terms of finding the location and damage size;
2) a high degree of automation and human intervention minimization during data collection and analysis;
3) accelerated access to information about the tank condition and the ability to verify them.

Thus, laser 3D scanning significantly increases the efficiency of data collection on the petroleum storage tank condition. This technology provides a clear and detailed three-dimensional image, which allows experts and researchers to obtain high-quality visualization, as close as possible to real conditions. With the help of 3D scanning, it is possible to accurately measure the geometry of objects, based on the coordinates of the scanned points. The time required to inspect the object is significantly reduced - instead of several hours, it could be only a few minutes. The scanning process could be performed by one specialist, while traditional measurement methods usually require the participation of several people to work with measuring instruments and monitor the accuracy of measurements.

In addition, laser scanning could be performed at any time of the day, regardless of ambient lighting, which ensures the stability and accuracy of the results and, in turn, facilitates further data analysis and identification of the damage causes, which is critically important for the petroleum storage safety. The introduction of 3D scanning into the process of identifying the damage causes to petroleum storage tanks will make it possible to more accurately determine the deformation and tank damage and respond to potential threats in a timely manner. It is also worth emphasizing the importance of introducing 3D scanning in forensic examination not only for inspecting the scene of the incident (in the event of a road accident, etc.).

REFERENCES

Sierikova O., Strelnikova E., Kriutchenko D., Gnitko V. Reducing Environmental Hazards of Prismatic Storage Tanks under Vibrations. WSEAS Transactions on Circuits and Systems, Vol. 21. 2022**.** P. 249-257. DOI: 10.37394/23201.2022.21.27

Haleem, A.; Javaid, M.; Singh, R.P.; Rab, S.; Suman, R.; Kumar, L.; Khan, I.H. Exploring the Potential of 3D Scanning in Industry 4.0: An Overview. *Int. J. Cogn. Comput. Eng.* **2022**, *3*, 161–171.

Feng, P.; Zou, Y.; Hu, L.; Liu, T.Q. Use of 3D Laser Scanning on Evaluating Reduction of Initial Geometric Imperfection of Steel Column with Pre-Stressed CFRP. *Eng. Struct.* **2019**, *198*, 109527.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

ANALYSIS OF CRACK GROWTH IN POWER MACHINE COMPONENTS WITH DEFECTS AND HOLES

PhD K.G. Degtyarev
Kharkiv National University of Radio Electronics, Nauky Ave, 14, Kharkiv, 61166, Ukraine

PhD M.O. Chugay
Kharkiv National University of Radio Electronics, Nauky Ave, 14, Kharkiv, 61166, Ukraine

PhD V.I. Gnitko
V.N. Karazin Kharkiv National University, Svobody Square 4, Kharkiv, 61022, Ukraine

Postdoc A.O. Koshkin
V.N. Karazin Kharkiv National University, Svobody Square 4, Kharkiv, 61022, Ukraine

DSc E.A. Strelnikova
Institute of Energy Machines and Systems, NAS of Ukraine, Kharkiv, Komunalnikiv 2/10, Ukraine

ABSTRACT
Energy equipment such as hydro turbine covers, blades of wind and steam turbines, and rotors [1,2] is typically subjected to periodic or short-term impulsive loads. These loads can lead to the formation of crack-like defects, which, in turn, reduce the durability of structural elements. The present study addresses the problem of determining the number of cycles to failure for structural elements containing circular technological holes and weakened by cracks. The structure is assumed to be subjected to cyclic tension–compression loading with a specified frequency and amplitude. A methodology is developed for determining the stress intensity factors for a structural element with two symmetric cracks emanating from the boundary of a hole. The problem of evaluating the stress intensity factor is reduced to solving a singular integral equation, which is numerically addressed using the boundary element method. Formulas are derived for the efficient numerical evaluation of singular integrals with Cauchy- and Hadamard-type singularities, and the accuracy of solutions to these singular equations is investigated. Boundary elements with different density approximations are considered, and it is established that the use of cubic density approximation significantly improves solution accuracy. The densities, which appear as unknown functions in the integral equations under consideration, are then used to compute the stress intensity factors. Analytical and numerical solutions of the singular equation are compared. Using the threshold value of the stress intensity factor, the initial crack length at which crack growth begins is determined. Based on Paris' criterion, the critical number of loading cycles required for a crack to grow to an unacceptable size is obtained. This critical number of cycles serves as a durability characteristic. For comparison, the critical number of cycles is also determined for plates with single isolated cracks and for plates with chains of cracks. It is found that, under the same loading level, the smallest critical number of cycles corresponds to structural elements with cracks located in the immediate vicinity of technological holes.
Key words: durability, crack, stress intensity factor, singular integral equations, Paris' criterion

REFERENCES
T. Medvedovskaya, E. Strelnikova, K. Medvedyeva. Free Hydroelastic Vibrations of Hydroturbine Head Covers / Intern. J. Eng. and Advanced Research Technology (IJEART). 2015. 1(1) pp 45 - 50. – DOI 10.13140/RG.2.1.3527.4961

K. Degtyariov, V. Gnitko, Y. Kononenko, D. Kriutchenko, O. Sierikova, E. Strelnikova. Fuzzy Methods for Modelling Earthquake Induced Sloshing in Rigid Reservoirs / 2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), Kharkiv, Ukraine, 2022, pp. 1-6, DOI: 10.1109/KhPIWeek57572.2022.9916466.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

IN SILICO MODELING OF CLADANTHUS ARABICUS PHYTOCHEMICALS REVEALS PROMISING ANTIDIABETIC POTENTIAL

Youssef Arif
Biological Engineering Laboratory, Faculty of Science and Technology, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco

Wafaa Bendaoud
Biological Engineering Laboratory, Faculty of Science and Technology, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco

Mohamed Bouhrim
Biological Engineering Laboratory, Faculty of Science and Technology, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco

Fatiha Chigr
Biological Engineering Laboratory, Faculty of Science and Technology, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco

Ahmed Ait Chaoui
Biological Engineering Laboratory, Faculty of Science and Technology, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco

Ahmed Arif
Biological Engineering Laboratory, Faculty of Science and Technology, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco

Mustapha Boulghallat
Biological Engineering Laboratory, Faculty of Science and Technology, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco

ABSTRACT

The The present study investigates the antidiabetic potential of phytochemicals derived from Cladanthus arabicus through molecular docking analyses using AutoDock Vina. The objective was to evaluate the binding affinity and interaction dynamics of major bioactive compounds saponins, quercetin, and kaempferol with key human proteins implicated in diabetes pathophysiology, including β-glucosidase, NR4A1 nuclear receptor, and GLUT4. Compounds were selected based on their prevalence in A. officinalis and known or suspected antidiabetic mechanisms. Protein structures were retrieved from the Protein Data Bank (PDB codes: 1OGS for β-glucosidase, 2QW4 for NR4A1, 7WSM for GLUT4), and ligand structures were sourced from PubChem[1]. Docking simulations were conducted with a focus on binding energy, root-mean-square deviation (RMSD), and ligand-protein conformational stability. Among the compounds tested, saponins demonstrated the strongest binding affinity to β-glucosidase with a ΔG of −13.2 kcal/mol, suggesting potent inhibitory activity that may delay carbohydrate digestion and absorption . Quercetin and kaempferol exhibited moderate to strong affinities with their respective targets, reflecting mechanisms such as GLUT4 activation, inhibition of intestinal glucose absorption, and enhanced insulin sensitivity[2].
inhibits α-glucosidase and DPP-IV; kaempferol activates AMPK and enhances GLUT4-mediated uptake. The observed binding affinities and predicted interactions reinforce the therapeutic relevance of A. officinalis phytochemicals in diabetes management. This study lays the groundwork for future in vivo studies and clinical trials. The findings underscore the promise of Cladanthus arabicus as a source of natural compounds for the development of plant-based antidiabetic therapeutics.

Keywords: Cladanthus arabicus, Molecular Docking, Antidiabetic Activity, Phytochemicals, Protein–Ligand Interactions

Compound	**Target Protein**	**PDB Code**	**Best Affinity (kcal/mol)**	**Key Effect**
Saponins	β-glucosidase	1OGS	−13.2	Enhanced β-cell function
Quercetin	NR4A1 ligand domain	2QW4	−9.7	Insulin secretion & glucose uptake
Kaempferol	GLUT4 transporter	7WSM	−8.9	Promotes GLUT4 translocation & uptake

Table 1: Binding Affinities and Targets

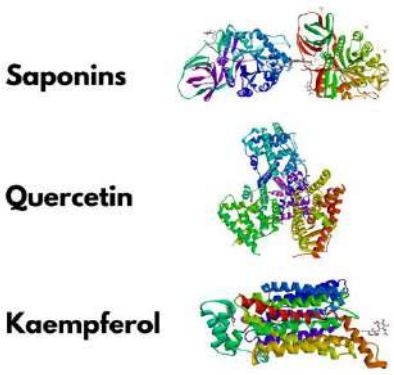


Figure 1 : Docked Complexes of Key Antidiabetic Compounds

EXPERIMENTAL AND THEORETICAL STUDIES ON CORROSION INHIBITION OF MILD STEEL IN MOLAR HYDROCHLORIC ACID SOLUTION BY A NEWLY PYRAZOLE DERIVATIVE

Abdelmalek Matinea
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Sciences, Sultan Moulay Slimane University, Beni-Mellal, Morocco

Benharaf El Mostafa
Team of Chemical Processes and Applied Materials, Faculty Polydisciplinary, Sultan Moulay Slimane University, Beni-Mellal, Morocco

Habib El Alaoui El Abdallaoui
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Sciences, Sultan Moulay Slimane University, Beni-Mellal, Morocco

Mohammed El Idrissi
Team of Chemical Processes and Applied Materials, Faculty Polydisciplinary, Sultan Moulay Slimane University, Beni-Mellal, Morocco

Abdellah Zerouala
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Sciences, Sultan Moulay Slimane University, Beni-Mellal, Morocco

ABSTRACT
In this work, a new pyrazole derivative was synthesized and tested as a corrosion inhibitor for mild steel in a 1 M HCl environment. Its effectiveness, evaluated by electrochemical measurements, weight loss, and SEM, increases with concentration and reaches 98% at 10^{-3} M (298 K). Polarization measurements showed that it acts as a mixed inhibitor by slowing down both anodic and cathodic reactions via the formation of an adsorbed protective film. The Langmuir isotherm confirmed chemical and physical adsorption. Theoretical calculations (DFT and Monte Carlo) supported the experimental results, proving that this compound is an effective and promising inhibitor for industrial applications.
Keywords: Pyrazole Derivative, Corrosion Inhibitor, Mild Steel, Electrochemical Measurements, Adsorption

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

MULTIFUNCTIONAL PROPERTIES OF ZNO THIN FILMS: STRUCTURE, MAGNETISM, AND ELECTRICAL TRANSPORT

Abdelhamid Ait M'hid
PMSML Laboratory, Faculty of Sciences, Moulay Ismail University, Meknes, Morocco

Guojian Li
Key Laboratory of Electromagnetic Processing of Materials (Ministry of Education), Northeastern University, Shenyang, 110819, China

Mourad Boughrara
PMSML Laboratory, Faculty of Sciences, Moulay Ismail University, Meknes, Morocco

Mohamed Kerouad
PMSML Laboratory, Faculty of Sciences, Moulay Ismail University, Meknes, Morocco

Qiang Wang
School of Metallurgy, Northeastern University, Shenyang, 110819, China

ABSTRACT
This study presents a comprehensive investigation of the structural, microstructural, morphological, magnetic, and electrical transport properties of undoped ZnO and transition metal (TM)-doped ZnO thin films incorporating vanadium (V) and chromium (Cr) at doping levels of 0.2, 0.4, and 0.6 at.%. The films were deposited on glass substrates using radio-frequency magnetron sputtering and thoroughly characterized via X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), atomic force microscopy (AFM), energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX), vibrating sample magnetometry (VSM), and Hall effect measurements. XRD analysis confirmed the formation of single-phase wurtzite ZnO structures with no secondary phases, accompanied by lattice contraction due to substitutional incorporation of smaller V^{3+} and Cr^{3+} ions. Microstructural evaluation revealed a consistent reduction in crystallite size, increased lattice strain, and higher dislocation density with increasing dopant concentration, indicative of enhanced defect formation. SEM and AFM studies highlighted significant grain refinement and surface roughness evolution, with Cr-doped films showing more homogeneous morphologies compared to V-doped films. Magnetic measurements demonstrated stable room-temperature ferromagnetism (RTFM) in all doped films, with a pronounced enhancement in saturation magnetization (Ms) and remanent magnetization (Mr) at optimal doping levels, particularly 0.6 at.% V and 0.4 at.% Cr, attributed to the formation of bound magnetic polarons (BMPs) mediated by intrinsic defects such as oxygen vacancies. Hall effect measurements revealed n-type conductivity in all films, with significant reductions in carrier concentration and increases in resistivity upon doping, confirming the role of V and Cr as acceptor-like defects. Transport measurements as a function of temperature and magnetic field also confirmed the existence of a defect-induced conduction mechanism, highlighting the interaction between structural disorder and magnetic/electrical behavior. These results provide valuable insights into defect engineering strategies for tailoring the multifunctional properties of ZnO-based diluted magnetic semiconductors, with promising implications for spintronic devices, magnetoresistive sensors, and charge transport-based electronic applications.
Keywords: doped ZnO films, Structural and microstructural properties, Room-temperature ferromagnetism, Electrical transport properties, Spintronics.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

NON-INVASIVE INSOMNIA TREATMENT USING A VIBRO-THERMAL NECKPAD: DESIGN AND PRELIMINARY EVALUATION

Dr. L. Priya
Sri Eshwar College of Engineering, India

Megavarshini G U
Sri Eshwar College of Engineering, India

Nashrin Fathima K
Sri Eshwar College of Engineering, India

Ritika T
Sri Eshwar College of Engineering, India

Threya K S
Sri Eshwar College of Engineering, India

ABSTRACT
Over 33% of adults worldwide suffer from insomnia, a widespread disorder whose effects go well beyond just making it difficult to fall asleep. Impaired cognitive function, a compromised immune system, mood disorders, and a notable drop in daily productivity are all consequences of poor sleep quality. Even though there are conventional treatments like heavy neck massagers, chemical sleep aids, and simple heating pads, they frequently only provide short-term respite. These remedies are less appropriate for long-term use since they may cause discomfort, have negative side effects, or ignore the underlying cause of insomnia.As a solution to this expanding problem, heat and massaging therapy Neckpad offers a state-of-the-art wearable that combines vibration therapy and graphene-based heating technology to offer a novel and non-invasive way to relieve neck pain. This heat therapy Neckpad offers a customized method of treating insomnia and is made to be comfortable, portable, and simple to use. The gadget's Bluetooth Low Energy (BLE) connectivity and small ESP32 microcontroller combine to give users complete customization and flexibility by letting them adjust the heating and vibration levels through a mobile application. Because of its energy-efficient design, ergonomic form factors, and intelligent thermal control, the Vibro-Thermo Neckpad prototype is not only a workable solution for people with insomnia but also a reasonably priced substitute for conventional therapies. The device's vibration motors deliver targeted massage and graphene heating ensures even heat distribution, relieving stress and physical discomfort at the same time. The user experience is improved by the mobile app interface, which gives exact control over therapy settings for optimal results. Circuit design, firmware development, and the incorporation of IoT technologies for remote operation are all covered in detail in this report. It also goes over the testing phase results, which show that the heat therapy Neckpad has the potential to provide a secure, noninvasive, and efficient way to treat insomnia. The results confirm that the heat therapy Neckpad can offer a more comfortable and natural substitute for conventional sleep aids while also greatly enhancing the quality of sleep. This project represents a promising development in wearable health technology by fusing contemporary embedded systems, Internet of Things connectivity, and therapeutic features.
Keywords: Insomnia, Wearable Health Technology, Heat Therapy, Vibration Therapy, Internet of Things (IoT)

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

PERCEIVED BARRIERS TO SEEKING TREATMENT FOR SUBSTANCE ABUSE AMONG THE GENERAL BANGLADESHI POPULATION – A CROSS-SECTIONAL STUDY

Masom Mia
Department of Clinical Psychology, University of Rajshahi, Rajshahi-6205, Bangladesh

Most. Rawnak Islam
Department of Clinical Psychology, University of Rajshahi, Rajshahi-6205, Bangladesh

ABSTRACT

Background: A limited number of individuals with substance use disorders (SUD), including alcohol use, actively seek professional help. In Bangladesh, where the burden of substance abuse is increasing, understanding barriers to treatment is crucial. Cultural norms, social stigma, and limited access to care may further complicate help-seeking behavior. Most existing research on treatment barriers originates from Western contexts, highlighting the need for studies in low- and middle-income countries.

Aim: This study aims to explore perceived obstacles to seeking treatment for SUD in Bangladesh. Specifically, it seeks to (1) determine the determinants of substance abuse, (2) identify key barriers to substance abuse treatment.

Methods: A cross-sectional study was conducted among 594 Bangladeshi adults aged 18-49. Data was collected using a semi-structured questionnaire comprising three sections: (i) The tool captured demographic information, (ii) substance use, and (iii) perceived treatment barriers. Chi-square tests and logistic regression were used for analysis.

Results: Stigma-related concerns were the most frequently reported barriers, including fear of being judged, reluctance to disclose substance problems, and worry about social consequences. Individuals with higher substance use severity were more likely to prefer handling issues privately and expressed greater dissatisfaction or distrust toward treatment services. Women, particularly those with higher use severity, reported more fear regarding the potential outcomes of disclosing substance use.

Conclusions: To improve access to care in Bangladesh, public health efforts must address stigma and promote culturally sensitive, gender-responsive treatment models tailored to the needs of those with more severe substance use.

Keywords: Substance use, treatment barriers, stigma, Bangladesh

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

EVALUATING THE GROWTH-ENHANCING EFFECTS OF LAPSI FRUIT (*Choerospondia axillaris*)AS A DIETARY SUPPLEMENT FOR RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*)

Mr. Hari Lama
Department of Zoology, School of Applied Sciences, Om Sterling Global University, Hisar, India
ORCID Number: 0009-0003-1143-8032

Dr. Naveen Kumar Thoila
Department of Zoology, School of Applied Sciences, Om Sterling Global University, Hisar, India
ORCID Number: 0000-0002-3012-2792

Dr. Archana Prasad
Central Department of Zoology, Tribhuvan University, Kirtipur, Nepal

ABSTRACT
The global aquaculture industry is grappling with the economic and ecological downsides of heavily depending on conventional fishmeal as a protein source for carnivorous fish like rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). This has spurred considerable research into alternative feed sources and discovered that incorporating plant-derived components into fish diets can be a more affordable and environmentally sound approach. Moreover, these plant-based diets show potential for boosting growth, strengthening immunity and warding off diseases in fish. Therefore, using plant products in fish feed offers a practical way to reduce or eliminate the reliance on fishmeal, ultimately leading to better results in aquaculture. Given that Lapsi fruit pulp (LFP) is rich in beneficial compounds like flavonoids, chlorophylls, carotenoids and their derivatives, proteins, key minerals such as iron, organic acids, essential oils, and vitamins, they hold potential as a sustainable plant-based supplement in fish feed. This research focuses on the effects of supplementing rainbow trout diets with LFP extracts prepared on different solvents as supplement diets on their growth performance. Among the LFP extract, it is found to produce better results with 80% methanol.
Keywords: Aquaculture, traditional fishmeal, plant-based ingredients, lapsi fruit pulp

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

ASSESSMENT OF KNOWLEDGE, ATTITUDES, AND PRACTICES TOWARDS INFERTILITY AMONG WOMEN IN LOW-INCOME URBAN AREAS IN NIGERIA: A REVIEW STUDY

Saheed A. Adekola
University of Abuja, Faculty of Nursing and Allied Health Sciences, Department of Chemical Pathology, Medical Laboratory Science Program, Abuja, Nigeria
Centre for Health Systems Support and Development, University of Abuja
ORCID: 0009-0002-3512-1502

Igbayilola Yusuff Dimeji
Department of Human Physiology, College of Medicine and Health Sciences, Baze University, Nigeria

Mustapha Bakare
University of Abuja, Faculty of Nursing and Allied Health Sciences, Department of Chemical Pathology, Medical Laboratory Science Program, Abuja, Nigeria
Centre for Health Systems Support and Development, University of Abuja

ABSTRACT
Infertility affects approximately 15-20% of couples in sub-Saharan Africa, with Nigerian women in low-income urban settings experiencing disproportionate barriers to reproductive healthcare access. Understanding knowledge, attitudes, and practices (KAP) toward infertility is crucial for developing evidence-based interventions that address reproductive health inequities and improve fertility outcomes in African communities.

This systematic review synthesized literature published between 2010-2024 from PubMed, African Journals Online (AJOL), Scopus, and Google Scholar, focusing on infertility-related KAP studies conducted in low-income urban areas across Nigerian cities, including Lagos, Ibadan, Kano, and Port Harcourt. Studies were selected based on methodological rigor and relevance to African reproductive health contexts.

Findings reveal significant knowledge gaps regarding male factor infertility (contributing to 40-50% of cases), with persistent misconceptions attributing infertility primarily to spiritual causes or female-specific factors. Attitudinally, women reported experiencing profound stigmatization, social isolation, and psychological distress, leading to delayed healthcare-seeking behaviours and a preference for traditional remedies over evidence-based medical interventions. Economic constraints emerged as the primary barrier to accessing specialized fertility care, with 78% of participants citing unaffordable treatment costs.

The review identified critical gaps in community-based reproductive health education and inadequate integration of infertility services within primary healthcare systems. These findings underscore the urgent need for culturally appropriate, community-driven interventions that address both knowledge deficits and structural barriers to fertility care.

Keywords: Infertility, knowledge, attitudes, practices, Nigerian women, reproductive health equity, African research capacity, community-based interventions, fertility care access

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

EVALUATION OF PHYTOCHEMICALS FROM *MIMOSA PUDICA* AND *SANTALUM ALBUM* FOR THE MANAGEMENT OF URINARY TRACT INFECTIONS

Mythili V
Department of Biotechnology, Vels Institute of Science, Technology and Advanced Studies (VISTAS), Pallavaram, Chennai-600117, Tamil Nadu, India

Vardhana Janakiraman
Department of Biotechnology, Vels Institute of Science, Technology and Advanced Studies (VISTAS), Pallavaram, Chennai-600117, Tamil Nadu, India

ABSTRACT

Background: Urinary tract infection (UTI) ranks among the most prevalent bacterial infections, most commonly due to *Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, Proteus mirabilis, Staphylococcus saprophyticus* and *candida sp.* With growing resistance to standard antibiotics, there has been renewed interest in using alternative agents from plants. Plant-derived medicinal plants containing phenols, flavonoids, tannins, and alkaloids have inhibitory effects on bacterial growth, biofilm disruption, and recurrence rate reduction. This research explores the phytochemical composition of *Mimosa pudica* and *Santalum album* to evaluate their usability as natural therapeutics for treating UTI.

Methods: Fresh leaves of *Santalum album* and *Mimosa pudica* were collected from Pollachi, Tamil Nadu, were identified (IDs GSMC/GD/342 and GSMC/GD/344), and extracted through percolation employing aqueous and 70% methanol solvents. Phytochemical screening was preceded by quantitative estimation of phenols, flavonoids, tannins, alkaloids, saponins, cardiac glycosides, and terpenoids employing standard reference assays.

Results: Aqueous *S. album* extract possessed high phenol content (120.18 ± 2.22 mg GAE/g) as well as flavonoids (10.39 ± 0.35 mg QE/g), whereas methanolic *M. pudica* extract had remarkably high phenols (139.83 ± 11.7 mg GAE/g) as well as terpenoids (31.25 ± 0.4 mg ME/g). Tannins and alkaloids were present in both plants throughout, which have the ability to denature microbial proteins and inhibit bacterial adherence to urinary epithelium. These phytochemical compounds correlate with antimicrobial activity against *E. coli, K. pneumoniae, P. mirabilis, S. saprophyticus* and *candida sp*. all UTI pathogens.

Conclusion: The phytochemical content of *S. album* and *M. pudica*, especially phenols, flavonoids, tannins, and terpenoids, indicates high potential for the control of UTIs via multiple mechanisms—disruption of the cell wall, prevention of biofilm formation, and interference with pathogen adhesion. Both plants present a viable, natural option to fight UTI pathogens, especially in antibiotic-resistant infections.

Keywords: urinary tract infection, phytochemicals, Santalum album, mimosa pudica, *Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, candida spp.*, herbal medicine

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

AN OVERVIEW OF CAD; ETIOLOGICAL FACTORS & SURGICAL MANAGEMENTS

TASKEEN FATIMA
Hajvery University

ABSTRACT
The most leading cause of death is CAD. CAD is a disease of coronary artery characterized by calcium or fat deposition, vascular spasm and clot formation. Arthrosclerosis leads to different cardiovascular diseases which include cardiac muscular damage, hypertrophy, ischemic heart disease and other cardiac abnormalities. CAD is usually related to ischemic heart disease, coronary heart disease, myocardial infarction, angina pectoris and congested heart failure. ECG, MRI, Echo, angioplasty, X-ray, PET, CT scan and cardiac markers are different diagnostic workouts. This article is to review different etiological factors of CAD. These factors are modifiable, non-modifiable, environmental factors, conventional, or traditional, psychological and disease related conditions. Modifiable factors are age, high blood pressure, diabetes mellitus, lack of ordinary activity, obesity and cholesterol rich diet. Non- modifiable factors are family history, age and gender. Environmental factors are tobacco, air pollutants, inhaled gases and pesticides. Moreover, psychological factors include depression, anxiety and stress, social isolation and social inactivity. Non-pharmacological therapy includes lifestyle modifications and precautionary measures. Smoking cessation, low cholesterol diet and exercise are lifestyle modifications to prevent the risk of CAD. Pharmacological therapy for CAD includes different agents i.e. anti-platelet agents, anti-coagulating agents, thrombolytic agents, beta blockers, ACE antagonists and lipid lowering agents. When pharmacological therapy fails to treat a patient, then the second option is surgical management. This article also reviews the surgical managements of CAD. Surgical managements for CAD patients involve angioplasty and CABG. Angioplasty is an alternate of CABG because CABG is more complicated surgical procedure than angioplasty.
Keywords: CAD, Etiological Factors, CABG, Angioplasty

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE LIABILITY OF VETERINARY PRACTITIONERS FOR ACTS OF MEDICAL MALPRACTICE

Voroneanu-Popa Rareș-Vasile
Grigore T. Popa University of Medicine and Pharmacy of Iași

Richard Constantinescu
Grigore T. Popa University of Medicine and Pharmacy of Iași

ABSTARCT
Liability for acts of veterinary malpractice represents a distinct area of professional responsibility law, situated at the intersection of medical standards, contractual obligations, and animal welfare regulations. Veterinary practitioners are bound to exercise diligence, professional competence, and adherence to established protocols in the treatment of animals. A breach of these duties may give rise to civil liability, typically under the framework of contractual or tortious claims initiated by the animal's owner. Unlike in human medicine, the legal assessment often focuses on the economic value of the animal, though courts increasingly recognize the broader implications of animal welfare.
Veterinary malpractice may encompass diagnostic errors, negligent surgical interventions, improper administration of medication, or failure to obtain informed consent from the owner. The standard of care is evaluated in relation to what a reasonably prudent veterinary professional would have done under similar circumstances. In cases of proven malpractice, remedies generally involve compensation for the financial loss incurred, and in some jurisdictions, damages may extend to emotional distress of the owner.
Disciplinary liability also plays a central role, as professional bodies may impose sanctions ranging from reprimands to suspension of the license to practice. Thus, veterinary malpractice liability serves not only as a mechanism for compensating aggrieved owners but also as a safeguard for maintaining public trust in the veterinary profession and ensuring compliance with ethical and professional standards.
Keywords: Veterinary Malpractice, Professional Responsibility, Standard of Care, Animal Welfare, Civil Liability

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

EVALUATION OF THE CARCASS CHARACTERISTICS OF ARBOR ACRE BROILER CHICKENS FED DIETS WITH INCREMENTAL LEVELS OF SCENT LEAF (*OCIMUM GRATISSIMUM*) MEAL

Agwu, Ani Ekwe
Department of Animal Health and Production Technology, Federal Polytechnic Ngodo-Isuochi, Abia State, Nigeria

Essien, Kemfon Friday
Department of Animal Science, Bayero University, Kano, Nigeria

ABSTRACT
An experiment was conducted using one hundred and eighty as-hatched Arbor acre broiler chickens to evaluate the effect of different incremental levels of scent leaf (*Ocimum gratissimum*) meal on carcass quality. The broiler chickens were randomly assigned to four dietary treatment groups with a total of 45 chickens and 15 in each replicate all in a completely randomized design. The experimental diets was made up of a control group (T1- 0 % SLM), T2 (2 % SLM), T3 (4 % SLM) and T4 (6 % SLM) respectively. The chickens were given unrestricted access to feed and clean water throughout the eight-week feeding trial. The chickens were reared on a deep floor litter system of production. At the end of the experiment, six birds were randomly selected from each treatment group for carcass evaluation. Data obtained from the study were statistically analyzed using the General Linear Model Procedure of the Minitab 17 software package. The results obtained from the study show significant differences ($p>0.05$) for live weight and breast cut. Although 6 % inclusion gave the highest live weight, it was associated with reduced breast yield possibly due to anti-nutritional factors present at higher concentrations in the SLM. The study recommends a moderate inclusion level of 4 % SLM in the diets of broiler chickens for optimal growth performance and carcass traits.
Keywords: Broiler chickens, Scent leaf meal, Carcass characteristics, Arbor acre

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

PREVALENCE OF CARDIOVASCULAR RISK FACTORS AND METABOLIC SYNDROME IN SUBJECTS ATTENDING THE GENERAL OUTPATIENT DEPARTMENT OF THE FEDERAL MEDICAL CENTER KATSINA STATE, NORTH WEST NIGERIA

A. I. Yaradua
Department of Biochemistry, Faculty of Natural and Applied Sciences, Umaru Musa Yar'adua University, Katsina, Nigeria

A. J. Alhassan
Department of Biochemistry, Faculty of Basic Medical Sciences, Bayero University Kano, Kano, Nigeria

M. K. Atiku
Department of Biochemistry, Faculty of Basic Medical Sciences, Bayero University Kano, Kano, Nigeria

K. I. Matazu
Department of Biochemistry, Faculty of Natural and Applied Sciences, Umaru Musa Yar'adua University, Katsina, Nigeria

A. Nasir
Department of Biochemistry, Faculty of Natural and Applied Sciences, Umaru Musa Yar'adua University, Katsina, Nigeria

L. Shuaibu
Department of Pure and Industrial Chemistry, Faculty of Sciences, Federal University Birnin Kebbi, Birnin Kebbi, Nigeria

Y. Y. Riko
Department of Microbiology, Faculty of Natural and Applied Sciences, Umaru Musa Yar'adua University, Katsina, Nigeria

I. Muhammad
Department of Biochemistry, Faculty of Natural and Applied Sciences, Umaru Musa Yar'adua University, Katsina, Nigeria

ABSTRACT
Metabolic syndrome (MS) describes the presence of factors that increase an individual risk for heart disease and other disorders such as diabetes and stroke, and its occurrence is in the rise in the residents of North-Western Nigeria, The aim of this study was to investigate the prevalence and determinants of metabolic syndrome in subjects from Funtua senatorial zone of Katsina State north-west Nigeria, attending the Outpatient Department of the Federal Medical Center Katsina, Katsina State. A total of 184 (male 96; female 88) subjects aged 10 to 80 years were recruited for the study. Anthropometric parameters and blood pressure of subjects were measured using standard methods; serum lipid profile was determined using enzymatic methods. The results of the study has revealed that 11.5% of the male subjects were under weight, 51.8% were within the normal range, 23.8% of the study male population was found to be overweight and 12.9% were obese, 13.3% of the female subjects were under weight, 51.2% were within the normal range, 21.9% of the study female population was found to be overweight and 13.6% were obese. All serum lipids measurements with the exception of serum LDL-Cholesterol concentration correlated positively with age.

There were no statistically significant differences between the frequencies of total cholesterol, HDL-Cholesterol, LDL-Cholesterol and Triglycerides between the male and female subjects. Decreased HDL-Cholesterol is the most common component of dyslipidemia in both the male and female subjects, while elevated Triglycerides were the least. The prevalence of metabolic syndrome was highest in male (32.36%) than in the female subjects (27.28%). The occurrence of metabolic syndrome is common in the population under study with the male respondents having the highest prevalence. There is a need for a robust and well-designed intervention program to address the complications of the risk factors for metabolic syndrome in the larger population under study.
Keywords: Katsina; Obesity; Metabolic syndrome; Fulani; Nigeria; Lipid profile.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

EVALUATING MICROBIAL COMMUNITIES IN POULTRY MEAT AND THEIR IMPLICATIONS FOR HUMAN HEALTH

Md. Selim Ali
University of Rajshahi, Faculty of Agriculture, Department of Microbiology, Bangladesh
ORCID: 0009-0000-3560-8938

ABSTRACT
The meat of poultry provides the world with the protein it needs. However, poultry meat is easily contaminated with microbes that can cause foodborne illness. The microbes that are found in poultry meat are highly diverse. They comprise a variety of spoilage organisms and pathogenic bacteria of great public health concern. Both of these methods fit well with conventional methods to understand microbes better and their antimicrobial resistance. I have conducted a number of biological tests, such as culture-based testing, staining and microscopy tests, biochemical tests, and tests for antibiotic sensitivity. Data was collected from poultry markets in a total of six locations within Rajshahi city in Bangladesh. The investigation shows a variety of bacteria being present. The bad bacteria are known to cause diseases that occur from eating certain foods. The bacteria include *Salmonella spp., Campylobacter spp., Listeria monocytogenes, and Escherichia coli.* From a human health perspective, the continuity of pathogenic bacteria on poultry products is still an issue. Besides, there is also the issue of antimicrobial resistance and cross-contamination during the processing and handling stage. Moreover, it also evaluates poultry meat's potential as a vehicle of resistant bacteria which also can threaten the health of humans and other animals. The findings highlight how important monitoring and control efforts within the poultry supply chain can reduce microbial contamination and its risks. The study pinpoints key areas for intervention to reduce microbial load and improve the quality and safety of poultry products. In addition to helping avoid foodborne illnesses, an understanding of the dynamics of microbial communities also helps address more general public health issues pertaining to antibiotic resistance. In short, assessing the microbial communities of poultry meat helps in the improvement of food safety management, shelf life enhancement and burden reduction of foodborne disease.
Keywords: Poultry meat, Microbial communities, Foodborne pathogens, *Escherichia coli*, Antimicrobial resistance, Human health.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

SYNTHESIS OF INDOCYANINE GREEN (ICG)-COPPER ION NANOSTRUCTURES AND INVESTIGATION OF THEIR USE AS EFFECTIVE PHOTODYNAMIC AGENTS

Assist. Prof. Cagla Celik YOLDAS
Harran University, Faculty of Pharmacy, Department of Analytical Chemistry, Sanliurfa, Türkiye
ORCID: 0000-0002-5703-2375

ABSTRACT
Nanobiotechnology has undergone rapid advancement due to the advantages of hybrid nanostructures formed as a consequence of the interaction between metal ions and biomolecules. Metal hybrid nanostructures are used in many fields thanks to properties such as easier synthesis, stability, increased activity, high reactivity and the ability to functionalize their surfaces. In this study, indocyanine green-Cu flower-shaped metal hybrid nanostructures (ICG-Cu MHNs) were synthesised by using the organic part of indocyanine green (ICG) dye and the inorganic part of Cu^{2+} ions. ICG is a water-soluble dye that is used as a bioimaging agent and is known for its near-infrared absorption and fluorescence properties. ICG, which is approved by the Food and Drug Administration (FDA), is also an ideal light absorber for laser-assisted photothermal therapy. Photodynamic therapy involves the use of a light-sensitive agent that is activated by light of an appropriate wavelength in order to selectively destroy tumour cells. In this study, ICG-Cu MHNs were synthesised, and the effect of reaction parameters (pH of the medium, incubation time) on the structure was systematically investigated. The morphology of the flower-shaped ICG-Cu MHNs was characterized using Scanning Electron Microscopy. Also, we showed that the structure with optimal morphology can serve as an effective photothermal agent. These ICG-Cu MHNs have the potential to be used as an effective agent in photodynamic therapy for treating tumour cells.
Keywords: Indocyanine green, Nanostructures, Photodynamic therapy

ESSİAC® ÇAYININ TIBBİ DEĞERİ ÜZERİNE KLİNİK BULGULAR VE ETNOBOTANİK VERİLER

Research Assistant Fatma SARI
Istanbul Medipol University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Botany
ORCID ID: 0000-0002-9520-4035

Prof. Dr. Mine KOÇYİĞİT
Istanbul University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Botany
ORCID ID: 0000-0002-7831-0151

ÖZET
Kanada'da 1922 yılından günümüze kadar ulaşmış geleneksel olarak ilk kullanım kayıtları Ojibwa Kızılderililerine ait olan bu tıbbi çayı, bir hemşire olan Rene Claisse tarafından ilk kez hastalar üzerinde kullanılmıştır. Yapılan uygulamalar kanser hastalarının tedaviye olumlu yanıt verdiği yönündedir. Bu ilginç tıbbi çayın orijinal formülasyonunda 4 ana bitki yer almakla birlikte bölge yöre halkının bu karışıma ekleme ve çıkarma yaparak farklı tür bitkiler kullandığı da literatürde yer almaktadır. Essiac çayının orijinal formülasyonunda *Arctium lappa*(Burdock), *Rumex acetocella*(Sheep sorrel), *Rheum palmatum*(Turkey Rhubarb), *Ulmus rubra*(Slippery elm) bulunmaktadır. Essiac® tıbbi çayının in vitro etkilerine ilişkin ilk kapsamlı araştırma olarak inflamatuar yolların orta derecede inhibe edilmesi yoluyla önemli immün modülatör etkiler sergilediği ve reaktif oksijen türlerinin temizlenmesiyle DNA hasarını yok etmeye yönelik etkilerinin bulunduğu yapılmış klinik çalışmalarla desteklenmiş, lipit peroksidasyonu üzerindeki etkileri de bu çalışmalara ilavaten incelenmiştir. Bir başka çalışmada insan tümör hücre hatlarında Essiac® çayının in vitro karşılaştırmasında yalnızca yüksek konsantrasyonlarda antiproliferatif ve farklılaşmayı indükleyici özellikler göstermediği ortaya konulmuştur. İn vivo aktivitelerin aydınlatılması için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Bu çalışmayla bu bitkisel bileşiğe yönelik veri eksikliği belirlenmiş ve gelecekte yapılacak çalışmalara bibliografik katkı sağlaması amaçlanmıştır. Bu çalışmada Essiac® çayına ilişkin mevcut bulgular sistematik bir şekilde derlenerek, klinik araştırmaların yetersizliği vurgulanmış ve bilimsel boşluk açıkça ortaya konmuştur.
Elde edilen sonuçlar neticesinde, söz konusu bitkisel çay karışımının kanser tedavisinde tamamlayıcı potansiyel ajan olma niteliği taşıyacağı ve fitofarmakolojik araştırmalar için değerli bir temel oluşturacağı öngörülmektedir. Bu çalışma, Essiac® çayına dair bilimsel kanıtların güçlendirilmesine katkı sağlamayı ve ilerde yapılacak preklinik ve deneysel çalışmalara yön vermeyi amaçlamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Tıbbi çay, tıbbi bitkiler, ESSIAC çayı, bitkisel tedavi, aromaterapi

CLINICAL FINDINGS AND ETHNOBOTANICAL DATA ON THE MEDICINAL VALUE OF ESSIAC® TEA

ABSTRACT
The traditional use of this medicinal tea, dating back to 1922 in Canada, was first recorded among the Ojibwa Indigenous people and later applied to patients by a nurse, Rene Claisse. Reports indicated that cancer patients responded positively to the treatment. While the original formulation of this unique herbal tea consists of four main plants, the local population has been reported in the literature to modify the mixture by adding or removing different plant species. The original formula of Essiac® tea includes *Arctium lappa* (Burdock), *Rumex acetocella* (Sheep sorrel), *Rheum palmatum* (Turkey rhubarb), and *Ulmus rubra* (Slippery elm).
The first comprehensive in vitro studies on Essiac® tea demonstrated that it exhibits significant immunomodulatory effects through moderate inhibition of inflammatory pathways and prevention of DNA damage by scavenging reactive oxygen species. These findings were further supported by clinical studies, while its impact on lipid peroxidation has also been investigated. Another study on human tumor cell lines revealed that Essiac® tea showed antiproliferative and differentiation-inducing properties only at high concentrations. However, further studies are needed to clarify its in vivo activities.

As a result of the findings, it is anticipated that this herbal tea mixture may serve as a complementary potential agent in cancer treatment and provide a valuable foundation for phytopharmacological research. This study aims to contribute to strengthening the scientific evidence on Essiac® tea and to guide future preclinical and experimental studies.
Keywords: Herbal Tea, medicinal Plants, Essiac Tea, herbal treatment, aromatherapy

Oenothera biennis L., *Borago officinalis* L. ve *Litsea cubeba* (Lour.) Pers. TIBBİ BİTKİLERİNİN AROMATERAPÖTİK DEĞERLENDİRİLMESİ

Arş. Gör. Fatma SARI
İstanbul Medipol Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Botanik Anabilim Dalı
ORCID ID: 0000-0002-9520-4035

Prof. Dr. Ahmet Ulvi ZEYBEK
İstanbul Medipol Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Botanik Anabilim Dalı
ORCID ID: 0000-0003-1053-8771

Arş. Gör. Ayşenur ÖLMEZ
İstanbul Medipol Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Botanik Anabilim Dalı
ORCID ID: 0009-0005-4420-8916

Öğr. Gör. Hediye YURDAKUL
İstanbul Medipol Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi
ORCID ID: 0009-0003-4917-7464

Öğr. Gör. Berna TAHMAZOĞLU
İstanbul Medipol Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi
ORCID ID: 0009-0004-1704-8489

ÖZET
Bu çalışma, *Oenothera biennis* L., *Borago officinalis* L. ve *Litsea cubeba* (Lour.) Pers. türlerinden elde edilen uçucu yağların aromaterapi uygulamalarındaki potansiyelini karşılaştırmalı olarak incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında, ilgili bitkilerin kimyasal bileşenleri, antioksidan, anti-inflamatuvar ve antimikrobiyal özellikleri sistematik derleme yöntemiyle değerlendirilmiştir. Aynı zamanda aromaterapötik etkilerine ilişkin in vivo çalışma verileri analiz edilmiştir. Çalışmanın metodolojisi, son on beş yıl içinde yayımlanmış 120'den fazla akademik kaynağın kapsamlı literatür taramasına dayanmaktadır. Bulgular, *Oenothera biennis* L. sabit yağının özellikle inflamatuvar hastalıklarda semptom azaltıcı etkiler sunduğunu; *Borago officinalis* L. sabit yağının GLA (gama-linolenik asit) içeriği sayesinde anksiyolitik ve hormonal düzenleyici etkiler gösterdiğini; *Litsea cubeba* (Lour.) Pers. uçucu yağının ise sitral, limonen, sitronellal bakımından zengin kimyasal profili nedeniyle antimikrobiyal ve modülasyonel sinir sistemi etkileriyle öne çıktığını göstermektedir. Elde edilen veriler ışığında, bu üç bitkinin farklı aromaterapi uygulama yollarında (inhalasyon, topikal, oral) kullanılabilirliğinin, formülasyon stabilitesi ve klinik etkinlik açısından dikkatle değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.
Anahtar Kelimeler: Aromaterapi, Uçucu yağlar, *Litsea cubeba* (Lour.) Pers., *Borago officinalis* L., *Oenothera biennis* L.

AROMATHERAPEUTIC EVALUATION OF THE MEDICINAL PLANTS *Oenothera biennis* L., *Borago officinalis* L., and *Litsea cubeba*(Lour.) Pers.

ABSTRACT
This study aims to comparatively investigate the potential of essential oils obtained from *Oenothera biennis* L., *Borago officinalis* L., and *Litsea cubeba* (Lour.) Pers. in aromatherapy applications. Within the scope of the research, the chemical constituents, antioxidant, anti-inflammatory, and antimicrobial properties of these plants were evaluated through a systematic review approach. In addition, available in vivo study data regarding their aromatherapeutic effects were analyzed. The methodology of the study was based on a comprehensive literature review of more than 120 academic sources published in the last fifteen years.

The findings indicate that the fixed oil of *Oenothera biennis* L. particularly provides symptom-reducing effects in inflammatory diseases; the fixed oil of *Borago officinalis* L., due to its gamma-linolenic acid (GLA) content, exhibits anxiolytic and hormonal regulatory effects; and the essential oil of *Litsea cubeba* (Lour.) Pers., with its citral-, limonene-, and citronellal-rich chemical profile, stands out for its antimicrobial and modulatory effects on the nervous system. In light of the obtained data, it was concluded that the applicability of these three plants in different aromatherapy routes (inhalation, topical, oral) should be carefully assessed with regard to formulation stability and clinical efficacy.
Keywords: Aromatherapy; Essential oils; *Litsea cubeba* (Lour.) Pers.; *Boragoofficinalis* L.; *Oenothera biennis* L.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

PHYTOCHEMICAL BASIS AND HEPATOPROTECTIVE PROPERTIES OF *Glycyrrhiza glabra*

Arş. Gör. Ayşenur ÖLMEZ
İstanbul Medipol Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Botanik Anabilim Dalı, İstanbul Türkiye
ORCID ID: 0009-0005-4420-8916

Prof. Dr. Şükran KÜLTÜR
İstanbul Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Botanik Anabilim Dalı, İstanbul Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-9413-5210

ABSTRACT
Glycyrrhiza glabra L. (licorice root) is a perennial herbaceous plant that belongs to the Fabaceae family. Its utilisation in both traditional and modern medicine is extensive. The triterpenoid saponins (glycyrrhizin, glycyrrhetinic acid) and flavonoids (liquiritin, isoliquiritigenin, etc.) found in its roots primarily exhibit hepatoprotective activity. It has been demonstrated through rigorous research that these compounds offer a protective barrier to hepatocytes against the potentially deleterious effects of free radicals. In addition, they have been shown to inhibit lipid peroxidation and to significantly improve liver function tests, a consequence of their antioxidant and anti-inflammatory activities.
A series of experiments conducted on animal models have demonstrated that Glycyrrhiza glabra extract has the capacity to reduce liver enzyme levels (ALT, AST, ALP) and to provide a protective effect in liver histopathology. Furthermore, within the domain of phytotherapy, its concomitant administration with hepatotoxic drugs has garnered attention for its potential to mitigate toxicity and augment therapeutic efficacy. Evidence from clinical studies indicates that glycyrrhizin could be a promising therapeutic agent, particularly in the context of drug-induced liver damage.
In this study, the hepatoprotective properties of Glycyrrhiza glabra were compiled along with their phytochemical bases, current research results were evaluated, and its potential for future clinical applications was emphasised.
Keywords: The hepatoprotective effect of Glycyrrhiza glabra, and the role of glycyrrhizin in phytochemistry, with particular reference to liver-protective plants.

GLYCYRRHİZA GLABRA TIBBİ BİTKİSİNİN FİTOKİMYASAL TEMELİ VE KARACİĞER KORUYUCU ÖZELLİKLERİ

ÖZET
Glycyrrhiza glabra L. (meyan kökü), Fabaceae familyasına ait çok yıllık otsu bir bitkidir. Geleneksel ve modern tıpta yaygın olarak kullanılmaktadır. Köklerinde bulunan triterpenoid saponinler (glisirizin, glisiretinik asit) ve flavonoidler (likviritin, isoliquiritigenin vb.) başlıca karaciğer koruyucu olarak etkinlik göstermektedir. Yapılan çalışmalar, bu bileşiklerin antioksidan ve anti-inflamatuvar aktiviteleri sayesinde hepatositleri serbest radikallerin zararlı etkilerinden koruduğunu, lipid peroksidasyonunu engellediğini ve karaciğer fonksiyon testlerinde önemli iyileşmeler sağladığını ortaya koymuştur. Mevcut veriler, bitkinin fitokimyasal profili ile klinik etkinliği arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Hayvan modellerinde yapılan deneylerle Glycyrrhiza glabra ekstraktının karaciğer enzim düzeylerini (ALT, AST, ALP) düşürdüğü ve karaciğer histopatolojisinde koruyucu etki sağladığı görülmüştür. Ayrıca fitoterapide, hepatotoksik ilaçlarla birlikte kombine kullanımı toksisiteyi azalttığı ve terapötik etkinliği artırdığı için dikkat çekmektedir. Klinik çalışmalar, glisirizinin özellikle ilaç kaynaklı karaciğer hasarına karşı umut verici bir ajan olabileceğini göstermektedir.
Bu çalışmada Glycyrrhiza glabra'nın hepatoprotektif özellikleri fitokimyasal temelleriyle birlikte derlenmiş, mevcut araştırma sonuçları değerlendirilmiş ve gelecekteki klinik uygulamalar için potansiyeli vurgulanmıştır.
Anahtar Kelimeler: Glycyrrhiza glabra; Hepatoprotektif etki; Glisirizin; Fitokimya; Karaciğer koruyucu bitkiler

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

A CURRENT PERSPECTIVE ON THE PHYTOTHERAPEUTIC ROLE OF *MORINGA OLEIFERA* IN SEPSIS

Murat TİKEN
PhD Student, Gaziantep University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Gaziantep, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-9592-4542

Prof. Dr. İsmail KOYUNCU
Harran University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Şanlıurfa, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-9469-4757

Özgür YÜKSEKDAĞ
Biologist, Harran University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Şanlıurfa, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-2058-5440

ABSTRACT
Sepsis is a complex clinical syndrome characterized by systemic inflammation, multiple organ dysfunction, and high mortality, resulting from the host's inability to regulate its response to infection. One of the key molecular components of sepsis pathogenesis, the NLRP3 inflammasome, plays a central role in disease progression by triggering the maturation of proinflammatory cytokines such as IL-1β and IL-18 through caspase-1 activation. However, current treatment approaches do not directly target these critical molecular pathways and are primarily limited to supportive and antimicrobial interventions. In this context, the Moringa oleifera plant attracts attention with its bioactive components such as quercetin, kaempferol, and benzyl isothiocyanate; preliminary in vitro and in silico data suggesting that these compounds may inhibit NLRP3 inflammasome activity highlight its phytotherapeutic potential. However, comprehensive studies systematically addressing the effects of Moringa oleifera on the NLRP3 axis in sepsis, synthesizing them at the molecular level, and shedding light on their translational potential have not yet been published in the literature.
This study aims to comprehensively evaluate the effects of Moringa oleifera on biochemical parameters associated with sepsis, such as inflammatory response, pyroptosis, oxidative stress, and immunosuppression, by reviewing scientific studies published between 2015 and 2025 in the PubMed, Google Scholar, and ScienceDirect databases. Additionally, the pharmacokinetic profiles of these compounds, the need for standardized extracts, and the uncertainty surrounding their phase-specific (hyperinflammatory–immunosuppressive) effects are highlighted as key knowledge gaps in the field. Furthermore, the potential use of Moringa oleifera as a functional food supplement or nutraceutical agent is noteworthy in terms of developing nutrition-based complementary strategies against sepsis.
In conclusion, this study offers a unique synthesis that could shed light on innovative adjuvant treatment strategies for sepsis from both molecular biochemistry and phytopharmacology perspectives; it also opens up a scientific discussion on the therapeutic potential of Moringa oleifera that warrants further investigation at the preclinical and clinical levels.
Keywords: Sepsis, Moringa oleifera, inflammation, phytochemicals

SEPSİSTE *MORİNGA OLEİFERA*'NIN FİTOTERAPÖTİK ROLÜNE GÜNCEL BİR BAKIŞ

ÖZET
Sepsis, konağın enfeksiyona verdiği yanıtın düzenlenememesi sonucu gelişen, sistemik inflamasyon, çoklu organ disfonksiyonu ve yüksek mortalite ile seyreden kompleks bir klinik sendromdur. Sepsis patogenezinin temel moleküler bileşenlerinden biri olan NLRP3 inflammazomu, kaspaz-1 aktivasyonu aracılığıyla IL-1β ve IL-18 gibi proinflamatuar sitokinlerin olgunlaşmasını tetikleyerek hastalığın ilerleyişinde merkezi bir rol oynamaktadır.

Ancak mevcut tedavi yaklaşımları, bu kritik moleküler yolakları doğrudan hedeflemekten uzak olup, ağırlıklı olarak destekleyici ve antimikrobiyal müdahalelerle sınırlı kalmaktadır. Bu bağlamda, Moringa oleifera bitkisi, içeriğinde bulunan kuersetin, kaempferol ve benzil izotiyosiyanat gibi biyoaktif bileşenleriyle dikkat çekmekte; bu bileşiklerin NLRP3 inflammazom aktivitesini inhibe edebileceğine dair öncü in vitro ve in silico veriler, fitoterapötik potansiyelini gündeme taşımaktadır. Ne var ki, Moringa oleifera'nın sepsiste NLRP3 eksenindeki etkilerini sistematik olarak ele alan, moleküler düzeyde sentezleyen ve translasyonel potansiyele ışık tutan kapsamlı çalışmalar literatürde bugüne dek yayımlanmamıştır.

Bu çalışma, 2015–2025 yılları arasında PubMed, Google Scholar ve ScienceDirect veri tabanlarında yayımlanmış bilimsel çalışmaları tarayarak, Moringa oleifera'nın inflamatuvar yanıt, piroptozis, oksidatif stres ve immünosupresyon gibi sepsisle ilişkili biyokimyasal parametreler üzerindeki etkilerini bütüncül bir perspektifle değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Aynı zamanda, bu bileşiklerin farmakokinetik profilleri, standardize ekstre gereklilikleri ve fazlar arası (hiperinflamatuar–immünosupresif) etkilerinin belirsizliği, alandaki temel bilgi boşlukları olarak öne çıkarılmaktadır. Ayrıca Moringa oleifera'nın, fonksiyonel gıda takviyesi veya nutrasötik ajan olarak kullanımı yönündeki potansiyelide, sepsise karşı beslenme temelli tamamlayıcı stratejiler geliştirilmesi açısından dikkate değerdir.

Sonuç olarak, bu çalışma hem moleküler biyokimya hem de fitofarmakoloji perspektifinden, sepsiste yenilikçi adjuvan tedavi stratejilerine ışık tutabilecek nitelikte özgün bir sentez sunmakta; aynı zamanda, Moringa oleifera'nın klinik öncesi ve klinik düzeyde araştırılması gereken terapötik potansiyelini bilimsel temelde tartışmaya açmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sepsis, Moringa oleifera, inflamasyon, fitokimyasallar

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE EFFECTS OF POLYPHENOLS ON MITOPHAGY AND CELLULAR AGING: NUTRITION AND MOLECULAR MECHANISMS

Murat TİKEN
PhD Student, Gaziantep University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Gaziantep, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-9592-4542

Prof. Dr. İsmail KOYUNCU
Harran University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Şanlıurfa, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-9469-4757

Özgür YÜKSEKDAĞ
Biologist, Harran University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Şanlıurfa, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-2058-5440

ABSTRACT
Mitochondrial autophagy, a key component of mitochondrial quality control systems, plays a central role in regulating cellular aging. Mitochondrial dysfunction triggers senescence processes by leading to the accumulation of reactive oxygen species (ROS) within the cell, an increase in proinflammatory responses, and disruption of energy balance. Effective control of these processes is critical for the prevention of age-related diseases.
Recent studies have shown that certain polyphenol derivatives (resveratrol, quercetin, epigallocatechin gallate, curcumin, etc.) have mitophagy-enhancing effects. These molecules have been shown to activate various mitochondrial autophagy mechanisms, particularly the AMPK/SIRT1/PGC-1α and PINK1/Parkin signaling pathways, thereby reducing oxidative stress and delaying cellular aging. For example, resveratrol supports mitochondrial biogenesis and energy metabolism by activating PGC-1α via SIRT1, while EGCG has been reported to directly stimulate mitophagy by activating the PINK1/Parkin pathway. From a nutritional perspective, regularly consuming these polyphenols from natural sources is a practical and feasible strategy that supports anti-aging effects. Foods such as red grapes, green tea, blueberries, turmeric, and onions are rich sources of these compounds. To enhance the bioavailability of polyphenols, consumption with fatty foods (e.g., resveratrol), combination with piperine (e.g., curcumin), or nanoformulation techniques can be employed. Additionally, urolithin A, a metabolite formed by the gut microbiota metabolizing ellagitannins, is one of the rare natural compounds capable of inducing autophagy at a pharmacological level. Clinical studies in humans have shown that urolithin A reduces age-related muscle loss and improves overall mitochondrial health by enhancing mitochondrial function. This review is based on original research conducted between 2015 and 2025 in the PubMed, Google Scholar, and ScienceDirect databases.
In conclusion, polyphenols have the potential to slow down the aging process through the modulation of mitophagy, both as pharmacological agents and as functional food components. However, more randomized, controlled studies are needed to translate these effects into clinical practice.
Keywords: Polyphenols, Mitophagy, Cellular Aging, Oxidative Stress

POLİFENOLLERİN MİTOFAJİ VE HÜCRESEL YAŞLANMA ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: BESLENME VE MOLEKÜLER MEKANİZMALAR

ÖZET

Mitokondriyal otofaji, mitokondriyal kalite kontrol sistemlerinin önemli bir bileşeni olup, hücresel yaşlanmanın düzenlenmesinde merkezi bir rol oynar. Mitokondriyal disfonksiyon, hücre içinde reaktif oksijen türlerinin (ROS) birikmesine, proinflamatuar yanıtların artmasına ve enerji dengesinin bozulmasına yol açarak yaşlanma süreçlerini tetikler. Bu süreçlerin etkili bir şekilde kontrol edilmesi, yaşa bağlı hastalıkların önlenmesi için kritik öneme sahiptir.

Son zamanlarda yapılan çalışmalar, bazı polifenol türevlerinin (resveratrol, quercetin, epigallocatechin gallate, curcumin vb.) mitofajiyi artırıcı etkileri olduğunu göstermiştir. Bu moleküllerin, çeşitli mitokondriyal otofaji mekanizmalarını, özellikle AMPK/SIRT1/PGC-1α ve PINK1/Parkin sinyal yollarını aktive ederek oksidatif stresi azalttığı ve hücresel yaşlanmayı geciktirdiği gösterilmiştir. Örneğin, resveratrol, SIRT1 aracılığıyla PGC-1α'yı aktive ederek mitokondriyal biyogenezi ve enerji metabolizmasını desteklerken, EGCG'nin PINK1/Parkin yolunu aktive ederek mitofajiyi doğrudan uyardığı bildirilmiştir. Beslenme açısından, doğal kaynaklardan bu polifenolleri düzenli olarak tüketmek, yaşlanma karşıtı etkileri destekleyen pratik ve uygulanabilir bir stratejidir. Kırmızı üzüm, yeşil çay, yaban mersini, zerdeçal ve soğan gibi gıdalar bu bileşiklerin zengin kaynaklarıdır. Polifenollerin biyoyararlanımını artırmak için yağlı gıdalarla birlikte tüketilmesi (örneğin resveratrol), piperin ile kombinasyonu (örneğin kurkumin) veya nanoformülasyon teknikleri kullanılabilir. Ek olarak, bağırsak mikrobiyotasının ellagitanninleri metabolize ederek oluşturduğu bir metabolit olan urolithin A, farmakolojik düzeyde otofaji indükleyebilen nadir doğal bileşiklerden biridir. İnsanlar üzerinde yapılan klinik çalışmalar, urolithin A'nın yaşa bağlı kas kaybını azalttığını ve mitokondriyal fonksiyonu güçlendirerek genel mitokondriyal sağlığı iyileştirdiğini göstermiştir. Bu inceleme, 2015 ile 2025 yılları arasında PubMed, Google Scholar ve ScienceDirect veritabanlarında yapılan orijinal araştırmalara dayanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Polifenoller, Mitofaji, Hücresel Yaşlanma, Oksidatif Stres

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

RICHARD SCHECHNER'İN TEORİSİNDE PARADİGMA, PERFORMATİVİTE VE PERFORMANS SÜREKLİLİĞİ

Res. Asst. Sündüz ADİLAK
Malatya Turgut Özal University, Faculty of Art, Design and Architecture, Department of Performing Arts, Malatya, Türkiye
ORCID: ID/ 0009-0005-4951-7451

ÖZET
Richard Schechner'in teorik çerçevesi, yirminci yüzyılın ikinci yarısında disiplinlerarası bir disiplin olarak ortaya çıkan Performans Çalışmaları alanını önemli ölçüde etkilemiştir. Performans, tiyatroyla sınırlı olmayıp, toplumsal, sanatsal ve ritüel bir kültürel olgudur. Onun yaklaşımının merkezinde, kültürel fenomenleri ve performansın doğasını analiz etmek için kritik araçlar sağlayan "yeniden canlandırılmış davranış", 'performatif' ve "ritüel-davranış döngüsü" olarak isimlendirdiği üç anahtar kavram bulunmaktadır. Schechner'in teorik yaklaşımı, performansı salt estetik bir fenomen yerine kültürel ve sosyal bir davranış modeli olarak yeniden tanımlayarak performans çalışmalarında paradigmatik bir kırılma yaratmaktadır. Analiz üç ana eksen etrafında yapılandırılmıştır. "Yeniden canlandırılmış davranış" kavramı, orijinal bağlamından koparılmış davranış dizilerinin yeniden yaratılması ve temsil edilmesini sağlayan temel bir mekanizmadır. Başlangıçta dil felsefesi alanında ortaya çıkan performatiflik kavramı, bedensel ve kültürel eyleme de uygulanabilir hale gelmiştir. "Davranış-ritüel döngüsü" ise geleneksel kategorileri ritüel, oyun, sanat ve spor arasındaki dinamik bir ilişki spektrumuyla değiştirmiştir. Bu çalışma da Schechner'in teorisinin sosyal ve kültürel uygulamalara içkin performativiteyi sorgulamak amacıyla temel bir analiz çerçevesi sağlamaktadır. Çalışma, bu kavramların çağdaş sahne biçimleri ve günlük davranışların analizi için kalıcı geçerliliğini ortaya koyarak, Schechner'in tam anlamıyla bir akademik disiplinin kurucusu olarak mirasını pekiştirmeyi amaçlamaktadır.
Anahtar kelimeler: Richard Schechner, Performans Çalışmaları, Restore Edilmiş Davranış, Performativite, Performans Teorisi.

PARADIGM, PERFORMATIVITY AND THE PERFORMANCE CONTINUUM IN RICHARD SCHECHNER'S THEORY

ABSTRACT
Richard Schechner's theoretical framework has significantly influenced the field of Performance Studies, which emerged as an interdisciplinary discipline in the second half of the twentieth century. Performance is not limited to theater rather it is a cultural phenomenon which is social, artistic and ritual. At the core of his approach are three key concepts "re-enacted behavior," "performative," and "ritual-behavior cycle" which provide critical tools for analyzing cultural phenomena and the nature of performance. Schechner's theoretical approach creates a paradigmatic shift in performance studies by redefining performance not as a purely aesthetic phenomenon but as a cultural and social behavioral model. The analysis is structured around three main axes. The concept of "re-enacted behavior" is a fundamental mechanism that enables the re-creation and representation of behavioral sequences detached from their original context. The notion of performativity, initially formulated within the philosophy of language, has been broadened to encompass bodily and cultural actions.The "behavior-ritual cycle" has replaced traditional categories with a dynamic spectrum of relationships between ritual, play, art, and sport. This study also provides a fundamental analytical framework for questioning the performativity inherent in social and cultural practices, as outlined in Schechner's theory. The study aims to reinforce Schechner's legacy as the founder of an academic discipline by demonstrating the enduring validity of these concepts for the analysis of contemporary stage forms and everyday behavior.
Keywords: Richard Schechner, Performance Studies, Restored Behavior, Performativity, Performance Theory.

GİRİŞ

20. yüzyılda performans çalışmaları, dramatik edebiyat ve sahne sanatlarının estetiğine odaklanmaktan, insan davranışının kendisinin geniş kapsamlı, disiplinlerarası bir araştırmasına doğru radikal bir dönüşüm geçirdi. Bu entelektüel devrimin ön saflarında, vizyoner bir teorisyen, öncü bir yönetmen ve TDR (The Drama Review) dergisinin etkili editörü Richard Schechner yer almaktadır. Akademisyen ve Performance Group'un uygulayıcısı olarak ikili rolünü üstlenen Schechner, tiyatro çalışmalarına katkıda bulunmakla kalmadı aynı zamanda günümüzde Performans Çalışmaları olarak bilinen bir paradigma değişimini aktif olarak tasarladı. Bu alan, performansı sahne kemerleriyle sınırlı nadir veya özel bir olay yerine insan yaşamının temel bir süreci, ritüel, oyun ve spordan sosyal, mesleki, cinsiyet, ırk ve sınıf rollerinin canlandırılmasına, şifaya ve medyaya kadar uzanan eylemlerin "geniş spektrumu" veya "sürekliliği" olarak yeniden tanımlamaktadır (Schechner, 2013, s. 2). Bu çalışma, Schechner'in kavramsal araç setinin, özellikle de geri kazanılmış davranış, "iki kez sergilenen davranış" olarak performans ve ritüel-davranış döngüsü kavramlarının, performansı anlama, analiz etme ve bağlamsallaştırma biçimlerimizi temelden ve geri dönülmez bir şekilde değiştirdiğini, performansı estetik bir nesne olarak yücelttiği kaideden etkili bir şekilde indirip, kültürel ve sosyal davranışın birincil kalıbı olarak yeniden konumlandırdığını savunacaktır.

Schechner'ın akademik ve pratik çalışmaları, geleneksel tiyatro bilimindeki katı sınırları sürekli olarak sorgulamıştır. TDR'deki editörlük liderliği, disiplinlerarası söylem için önemli bir platform sağlarken, Performance Group ile yaptığı deneysel çalışmalar, teorileri canlı olarak test etmek, sanatçı ile izleyici arasındaki, sanat ile ritüel arasındaki sınırları bulanıklaştırmak için bir laboratuvar görevi görmüştür. Bu uygulama odaklı yaklaşım, Schechner'in kendisinin "büyülü bir yeniden adlandırma eylemi, evrimsel bir gelişim aşaması ve revizyonist bir okuma" olarak tanımladığı Performans Çalışmaları'nın temellerinin atılmasında önemli bir rol oynadı (Schechner, 2013, s. 228-229). Bu "yeniden adlandırma" yüzeysel olmaktan uzaktı; kültürler ve bağlamlar arasında çok çeşitli performatif eylemleri kapsayabilecek yeni bir analitik çerçeveye geçişi işaret ediyordu.

Bu yeni çerçevenin merkezinde, Schechner'in "günlük yaşamda, şifada, ritüelde, oyunda ve sanatta her türlü performansın temel süreci" olarak tanımladığı, yeniden kazanılmış davranış kavramı yer almaktadır (Schechner, 2013, s. 34). O, bu davranışları tek bir kaynaktan ayrı, 'dışarıda', "benden" ayrı olarak tanımlamaktadır Bu fikir, "Performans demek: asla ilk kez değil. İkinci kez, n'inci kez demek. Performans, 'iki kez sergilenen davranış'tır" (Schechner, 1934, s. 36) şeklindeki ifadesinde güçlü bir şekilde özetlenmiştir. Schechner, "tüm davranışlar geri kazanılmış davranışlardır – tüm davranışlar daha önce sergilenen davranışların parçalarının yeniden birleştirilmesinden oluşur" (Schechner, 2013, s. 35) diyerek, Shakespeare'in monologlarından günlük selamlaşmalara kadar her şeyi incelemek için evrensel bir bakış açısı sunmaktadır. Bu kavram, performansta özgünlük ve gerçeklik mitini yıkar ve bunun yerine tüm eylemlerin önceden var olan kültürel kodların yeniden birleştirilmesi olduğunu öne sürmektedir.

Böylece bu persperktifle araştırmacılar da analiz nesnelerini köklü bir şekilde değiştirip, geliştirmektedir. Martin'in belirttiği gibi Schechner'ın yeniden canlandırdığı davranış, Joseph Roach'un "vekillik" gibi kavramlarıyla birlikte, "performansın hafızayı nasıl yarattığını ve pekiştirdiğini" belirlemeye yardımcı olur (Martin, 2013, s. 15). Kültürel yeniden üretimi, doğası gereği performatif bir süreç olarak çerçevelemektedir. Bu, Martin'in Marvin Carlson aracılığıyla tartıştığı gibi "sadece geçmiş performansların ve oyuncuların hayaletlerinin değil 'orijinal'in arayışının da musallat olduğu" bir yer olan tiyatro koşuluyla uyumludur (Martin, 2013, s. 15). Schechner'in teorileri hem tiyatroda hem de daha geniş anlamda kültürün performansında da bu bağımlılığını analiz etmek için gerekli kelime dağarcığını sağlamaktadır.

Bu nedenle, bu çalışma Schechner'in paradigmasının yeni bir performans ontolojisi önerdiğini savunacaktır. Geri kazanılmış davranış kavramının, otantik ve yapay arasındaki geleneksel ayrımları nasıl istikrarsızlaştırdığını araştıracaktır. Ardından, "performans gösterimi" modeli ve "ritüel-davranış döngüsü"nün, geniş bir yelpazede performansların yapısını ve etkinliğini analiz etmek için nasıl dinamik yöntemler sağladığını analiz edecektir.

Son olarak, bu değişimin derin etkilerini değerlendirerek sonuca varacaktır: tüm dünyayı performans analizi için potansiyel bir metin haline getirerek, Schechner'in çalışması, akademisyenlerin sosyal gerçekliğin, kimliğin ve gücün kendisinin performatif yapısını sorgulamasına olanak sağlamıştır.

1. PERFORMANSIN KÖKENLERİNE İNİŞ: DAVRANIŞIN YENİDEN CANLANDIRILMASI

Ritüel törenlerden tiyatro sahnesine kadar geniş ve çeşitli yelpazede performansın özü, uzun zamandır yoğun bilimsel araştırmaların konusu olmuştur. Birçok teori mimesis, katarsis veya iletişime odaklanırken, bunların hepsinin temelinde derin ve temel bir mekanizma yatmaktadır: geri kazanılmış davranış kavramı. Öncelikle performans teorisyeni Richard Schechner tarafından geliştirilen bu kavram, performansın kendisini radikal bir şekilde yeniden tanımlayarak, gerçekleştirilen tüm eylemlerin esasen spontan olmadığını, yeniden gözden geçirilmiş, yeniden düzenlenmiş ve yeniden sunulmuş davranışlar olduğunu savunur. Bu bölümde, geri kazanılmış davranış kavramı ayrıntılı olarak açıklanacak, mekanizması analiz edilecek ve günlük yaşam, ritüel ve klasik tiyatrodan örnekler aracılığıyla evrenselliği gösterilecek ve nihayetinde, sanatsal veya sosyal tüm performansların geri kazanılmış davranış mekanizması üzerine inşa edildiği savunulacaktır.

Temelde, geri kazanılmış davranış, insan faaliyetlerinin, şeritlerinin orijinal bağlamlarından çıkarılması, depolanması ve daha sonra sunum için yeniden somutlaştırılması sürecini ifade eder. Schechner, “geri yüklenen davranış, bir film yönetmeninin bir film şeridini ele aldığı gibi ele alınan canlı davranıştır. Bu davranış şeritleri yeniden düzenlenebilir veya yeniden yapılandırılabilir; onları var eden nedensel sistemlerden (sosyal, psikolojik, teknolojik) bağımsızdırlar. Kendi yaşamları vardır” (Schechner, 2013, s. 34) diyerek güçlü bir benzetme sunar. Bu “kendi yaşamları” çok önemlidir. Davranış artık ilk ortaya çıktığı andaki psikolojik dürtü veya sosyal koşullara bağlı değildir. Bunun yerine, modüler bir birim, izleyici için düzenlenebilen, cilalanabilen ve çerçevelenebilen tekrarlanabilir bir eser haline gelir. Prova ve yönetimi mümkün kılan da tam olarak bu özelliktir. Schechner'in belirttiği gibi, "Geri getirilen davranış, maske veya kostüm gibi giyilebilir. Şekli dışarıdan görülebilir ve değiştirilebilir. Tiyatro yönetmenleri, piskopos konseyleri, usta sanatçılar ve büyük şamanlar bunu yapar: performans puanlarını değiştirir“ (Schechner, 1934, s. 37). ”Performans puanı", bu geri kazanılmış davranışların yapılandırılmış dizisidir — oyuncunun günlük benliğinden ayrı bir eylem planıdır.

Bu mekanizma, Schechner'ın performansı “iki kez sergilenen davranış” olarak tanımlamasının temelini oluşturur. İlk davranış, yaşanmış deneyimin akışı içindeki ham genellikle yönlendirilmemiş eylemdir. İkinci davranış ise bunun bilinçli olarak yeniden canlandırılması, yani sergilenen versiyonudur. Bu sadece taklit değildir; dönüştürücü bir yeniden yapma eylemidir. İlk ve ikinci davranış arasındaki fark, anlamın üretildiği, sanatın uygulandığı ve geleneğin uygulandığı yerdir. Bu, uygulama, eleştiri ve sembolik yorumlamanın alanıdır.

Bu sürecin evrenselliği, sıradan sosyal etkileşimleri incelediğimizde ortaya çıkar. Basit bir el sıkışma eylemini ele alalım. İlkel, belki de orijinal haliyle, bu eylem, silahsız olduğunu göstermek için yapılan içgüdüsel bir jest olabilir. Ancak, çağdaş toplumda, kimse o anda spontane olarak el sıkışmayı icat etmez. Bunun yerine, bireyler restore edilmiş bir versiyonunu sergilerler. Kültürel olarak belirli bir “skor” öğrenmişlerdir: uygun baskı, süre ve bağlam (iş toplantısı mı yoksa gündelik selamlaşma mı?). Bu davranış, sosyal geleneklerin geniş arşivinden alınır, bir ömür boyu gözlem ve uygulama yoluyla prova edilir ve profesyonellik, güven veya dostluğu iletmek için yeniden canlandırılır. Tamamen restore edilmiş davranış üzerine inşa edilmiş bir mikro performanstır.

Daha karmaşık bir ölçekte, ritüel ve törenler, kolektif düzeyde işleyen restore edilmiş davranışların en tipik örnekleridir. Katolik Eucharist veya Hindu puja gibi dini ayinler, her gerçekleştirildiğinde yeniden icat edilmez. Bunlar, nesiller boyunca aktarılan, titizlikle korunmuş bir senaryo, restore edilmiş davranışların (kelimeler, jestler, şarkılar ve hareketler) bir dizisidir. Ritüelin gücü, kendiliğindenliğinden değil sadık bir şekilde tekrarlanmasından kaynaklanır. Katılımcılar kişisel, anlık duygularını ifade etmezler, kendilerinden bağımsız olarak var olan kutsal bir kalıbı yeniden somutlaştırırlar. Bu, Victor Turner'ın performansı toplumsal bir ayna ve pota olarak gören görüşüyle örtüşmektedir. Turner, performans türleri aracılığıyla toplulukların “topluluğun zayıflıklarını araştıran, liderlerini hesap soran, en değerli değerlerini ve inançlarını kutsallıktan arındıran, karakteristik çatışmalarını tasvir eden ve bunlara çözüm önerileri sunan ve genel olarak mevcut durumunu değerlendiren” eserler sunduğunu

savunmuştur (Turner, 1982, s. 11). Bu derin sosyal işlev ancak sergilenen davranışların geri yüklenmesi, nesnelleştirilmesi, incelenmesi ve insanlık durumunu yansıtacak şekilde manipüle edilmesi sayesinde mümkündür.

Bu kavram en açık şekilde tiyatro sanatında uygulanmaktadır. Dolayısıyla bir oyuncu Hamlet'in "Olmak ya da olmamak" monoloğunu sahnelediğinde, gerçek zamanlı olarak kendi intihar düşüncelerini ifade etmiyor. Yüzyıllar önce yazılmış bir davranış şeridi yani Shakespeare'in metni üzerinde çalışıyor. Bu davranış şeridi, orijinal nedensel sistemden (Shakespeare veya Richard Burbage ne hissediyordu?) koparılmış ve kendi efsanevi yaşamını sürdürmüştür. Oyuncu ve yönetmen, bu restore edilmiş davranışı yeniden düzenlemek, analiz etmek ve duygusal olarak yüklemek için çalışır ve yeni bir performans skoru oluşturur. Hız, duraklamalar, tonlama ve hareketlere karar verirler, davranışın "maskesini" etkili bir şekilde değiştirerek yeni bir yorum sunarlar. Turner, Schechner'ın fikirleriyle diyalog halinde, bu süreci deneysel tiyatronun özü olarak tanımlar ve bunu "sergilenen", başka bir deyişle "geri getirilen" deneyimden başka bir şey olarak tanımlar... bu deneyimde anlam, orijinal deneyimi "yeniden yaşayarak" ortaya çıkar... ve uygun bir estetik biçim kazanır (Turner, 1982, s. 81). "Yeniden yaşama" oyuncunun kendi deneyiminden ziyade geri getirilen davranış şeridinde kodlanmış deneyimdir.

Geri kazanılmış davranış mekanizması, bütün performansları anlamak için temel bir bakış açısı sağlar. Toplumsal görgü kurallarının bilinçsizce uygulanmasından, kutsal ritüellerin ve klasik tiyatronun bilinçli bir şekilde yeniden canlandırılmasına kadar süreç tutarlıdır: davranış, yaşamın sürekli akışından alınır, şekillendirilebilir bir nesneye dönüştürülür ve bir amaç doğrultusunda yeniden sergilenir. İnsanların kültürlerini uygulamalarına, geleneklerini korumalarına ve sanatlarını yaratmalarına olanak tanıyan, davranışı parçalara ayırma, inceleme ve yeniden yapılandırma yeteneğidir. Yeniden canlandırılan davranış, performansın temel birimidir, "iki kez sergilenen" insan eyleminin geniş ve karmaşık evreninin inşa edildiği atomik yapıdır. Görünür gösterinin altında yatan görünmez mimaridir.

2. PERFORMANSIN YAPI TAŞI

"Performatif" kavramı, performans çalışmalarının temel taşıdır ve eylem, varlık ve sosyal gerçekliğin doğasını inceleyen eleştirel bir mercek görevi görür. Ancak bu kavramın yolculuğu sahnenin ötesinde, dil felsefesinin kesin ve analitik dünyasında başlar. Dilbilimsel bir anomali olmaktan kültürel ve bedensel icranın büyük bir teorisine dönüşen bu evrim, anlamın nasıl yaratıldığı ve kimliklerin nasıl oluştuğu konusundaki anlayışta temel bir değişimi işaret eder. Bu bölüm, performatif kavramını J.L. Austin'in konuşma eylemi teorisindeki temel ifadesi, Judith Butler'ın feminist ve queer teorisinde radikal bir şekilde benimsemesi ve yeniden bağlamsallaştırması, ardından Richard Schechner'in performans teorisinde geniş kapsamlı uygulamasıyla diyalektik gelişimini birlikte izleyecektir.

2.1. Dilbilimsel Köken: J.L. Austin ve Konuşma Eylemi

Performatifin felsefi temelleri, J.L. Austin tarafından 1955 yılında Harvard Üniversitesi'nde verdiği ve daha sonra *How to Do Things with Words* (1962) adıyla yayınlanan William James Konferansları'nda atılmıştır. Austin'in projesi, dilin temel işlevini bir durumun tanımlanması olarak gören ve sonuçta "doğru" ya da "yanlış" ifadelerle sonuçlanan mantıksal pozitivist felsefe geleneğine yönelik bir eleştiri olarak başladı. Ancak Austin, bu basit sınıflandırmaya uymayan bir tür ifadeye dikkat çekti. O, bir eylemi tanımlamak yerine, aslında söylendiği anda o eylemi gerçekleştiren cümleleri belirledi.

Austin'in titizlikle tanımladığı gibi bu ifadeler "A. hiçbir şeyi 'tanımlamayan', 'bildirmeyen' veya 'belirlemeyen', 'doğru veya yanlış' olmayan ve B. cümlenin söylenmesi, normalde bir şey söylemek olarak tanımlanmayacak bir eylemin gerçekleştirilmesi veya bu eylemin bir parçası olan" ifadelerdir (J.L.Austin, 1962, s. 5). Klasik örnekler arasında "Evet, kabul ediyorum" (evlilik töreninde), "Bu gemiye Queen Elizabeth adını veriyorum" (geminin gövdesine bir şişe kırarken) veya "Beş dolar bahse girerim" sayılabilir. Her durumda, sözler bir düğün, isim verme veya bahis hakkında bir rapor değildir; düğün, isim verme veya bahistir. Austin bu ilkeyi "söylemek, yapmaktır" şeklinde özetlemiştir. Ayrıca, "performatif terimi elbette 'perform' kelimesinden türemiştir: bu terim, sözlerin söylenmesinin bir eylemin gerçekleştirilmesi olduğunu belirtir. Sözlerin söylenmesi, aslında, genellikle eylemin gerçekleştirilmesinde önemli bir olaydır hatta en önemli olaydır" (J.L.Austin, 1962, s. 6-8).

Austin'in keşfi, dile dünyayı şekillendiren, dönüştürücü bir güç kazandırdığı için devrim niteliğindeydi. Erika Fischer-Lichte'nin özetlediği gibi "Bu cümleleri söylemek dünyayı etkili bir şekilde değiştirir. Performatif ifadeler, atıfta bulundukları sosyal gerçekliği ortaya çıkardıkları ölçüde, kendilerine atıfta bulunurlar ve kurucu niteliktedirler. Konuşma, dönüştürücü bir güç içerir" (Fischer-Lichte, 2008, s. 24). Ancak Austin'in çerçevesi öncelikle dilbilimseldi ve bir konuşma eyleminin başarılı ya da başarısız olmasının koşullarıyla (mutluluk/mutsuzluk) ilgileniyordu. Çalışması bir kapı açtı ancak bu kapıdan geçip onun mantığını sözel alanın ötesine uygulamak sonraki düşünürlere kaldı.

2.2. Bedensel Dönüşüm: Judith Butler ve Kimliğin Performatifliği

Austin'in kavramının en etkili ve radikal uzantısı filozof Judith Butler'dan geldi. Cinsiyet Belası (2014) ve sonraki çalışmalarında Butler, performatifliği kullanarak kimlik, özellikle de cinsiyetle ilgili özcü kavramları yıkmaya çalıştı. Butler'ın en önemli hamlesi, performativiteyi kasıtlı, teatral bir "performans"tan ayırmak ve bunun yerine onu zorunlu, tekrarlayan ve alıntılama içeren bir sosyal süreç olarak çerçevelemekti.

Butler için cinsiyet, davranışlarla ifade edilen biyolojik bir gerçeklik değildir, bilinçli olarak seçilen bir rol de değildir. Bunun yerine, "cinsiyet gerçekliği performatiftir yani basitçe, sadece sergilendiği ölçüde gerçektir" (Butler'dan akt. Schechner, 2013, s. 151) olduğunu savunur. Cinsiyetin özellikleri (kişinin yürüyüşü, konuşması, giyinme şekli ve arzuları) önceden var olan bir iç çekirdeğin ifadelerinden ziyade zamanla bu çekirdeğin illüzyonunu üreten eylemlerdir. Butler bunu şöyle açıklamaktadır: "Cinsiyet özellikleri ifade edici değildir, performatif ise bu özellikler ifade ettikleri veya ortaya çıkardıkları söylenen kimliği etkili bir şekilde oluştururlar" (Butler'dan akt. Schechner, 2013, s. 152). Bu süreç tekil bir olay olmayan sürekli bir zamansal projedir: "performatiflik tek seferlik bir edim değil tekerrir ve ritüeldir, beden bağlamında doğallaştırılmasıyla etkilerini gösterir, bir bakıma, kültürel olarak sürdürülen zamansal bir süreç olarak kavranmalıdır." (Butler, 2014, s. 20).

Butler, drag örneğini de alay etmek için kullanmaz, cinsiyetin kendisinin taklitçi yapısını ortaya çıkarmak için kullanır. O, "drag, 'gerçekliğin' genellikle varsaydığımız kadar sabit olmadığını ortaya çıkarır. Bu örneği kullanmaktaki amacım, cinsiyet normlarının uyguladığı şiddete direnmek için cinsiyet 'gerçekliğinin' zayıflığını ortaya çıkarmaktı" (Butler, 2014, s. 29) diye belirtir. Bu, performatif kavramını kesin olarak bedenin alanına taşır. Fischer-Lichte'nin yorumladığı gibi "Butler, cinsiyet kimliğinin (tüm kimlik biçimleri gibi) önceden var olan (örneğin ontolojik veya biyolojik) kategorilere dayanmadığını, bedenin eylemlerinin sürekli oluşumu tarafından ortaya çıkarıldığını savunur... Bedensel, performatif eylemler önceden var olan bir kimliği ifade etmez, aksine bu eylemler aracılığıyla kimliği yaratır" (Fischer-Lichte, 2008, s. 26-27). Butler böylece kendi ima ettiği soruyu yanıtlar: konuşma eylemlerinin dilbilimsel teorisi bedensel hareketlerle ilgilidir çünkü konuşma kendisi dilbilimsel sonuçları olan bedensel bir eylemdir ve söz ile eylem arasındaki sınırı bulanıklaştırır.

2.3. Performansın "Gösterme-Yapma" Olarak Ele Alınması

Austin performativiteyi dilde, Butler ise disiplinli bedende konumlandırırken, performans teorisyeni Richard Schechner bu kavramı evrenselleştirerek onu tüm bir disiplinin temel aksiyomu haline getirdi. Schechner, öncüllerinin görüşlerini benimserken, bunları sosyal gerçekliğin oluşumunun ötesine taşıyarak ritüel ve oyundan spora ve günlük yaşama kadar tüm davranışların analizine kadar genişletir.

Schechner'ın tanımı kasıtlı olarak geniş ve hiyerarşiktir. O, "'Performans sergilemek' şu bağlamlarda da anlaşılabilir: Var olmak, Yapmak, Yapmayı göstermek, 'Yapmayı göstermeyi' açıklamak... 'Yapmayı göstermek' performans sergilemektir: yapmayı işaret etmek, vurgulamak ve sergilemek. 'Yapmayı göstermeyi açıklamak' performans çalışmalarıdır" (Schechner, 2013, s. 28) demiştir. Bu çerçeve her şeyi kapsar. "Var olmak" temel durumdur. "Yapmak" herhangi bir eylemdir. "Yapmayı göstermek" davranışı, görülmesi ve yorumlanması için çerçeveleme eylemidir ve bu, geleneksel anlamıyla performansın alanıdır (tiyatro, dans, ritüel). Son olarak, "yapmayı göstermeyi açıklamak" performans çalışmalarının kendisinin meta-disiplinlerarası çalışmasıdır.

Bu şema, Austin'in "söylemek yapmaktır" ifadesini "icra etmek yapmaktır/olmaktır" şeklinde radikal bir şekilde genişletir. Schechner'e göre, çerçevelenen, vurgulanan veya sergilenen her eylem, performatif güce sahip bir performans haline gelir.

Buna Austin'in incelediği performatif ifadeler, Butler'ın analiz ettiği cinsiyetli davranışlar ve Schechner'in kendisi tarafından yürütülen sanatsal deneyler dahildir. Örneğin, Fischer-Lichte, "Richard Schechner ve Performans Grubu'nun, oyuncular ve izleyiciler arasındaki müzakerelerin farklı yönlerine odaklanarak, farklı seyirci katılımı biçimlerini denediklerini" anlatır (Fischer-Lichte, 2008, s. 41). Bu deneyler sadece tiyatro alanındaki yenilikler değildi; performatif eylemlerin (bu durumda katılımı davet etme eyleminin) etkinliğin sosyal gerçekliğini nasıl dönüştürebileceğini, sanat ve yaşam, oyuncu ve seyirci arasındaki sınırı nasıl bulanıklaştırabileceğini araştıran deneylerdi.
Performatifin diyalektik yolculuğu, giderek artan kapsam ve güce sahip bir kavramı ortaya koymaktadır. Austin, sosyal gerçekleri yaratmak için dilbilimsel bir mekanizma belirlemiştir. Butler, beden hareketlerinin tekrarı yoluyla işleyen bu mekanizmanın, kimliklerimizin en mahrem gerçeklerini nasıl yarattığını göstermiştir. Son olarak Schechner, bu kurucu sürecin bir istisna olmadığını, insan davranışının temel bir koşulu, kültürün itici gücü olduğunu savunarak makro bir çerçeve sunmuştur.
Ortaya çıkan temel argüman açıktır: Schechner, Austin ve Butler'ın çalışmalarına dayanarak, performatif kavramını konuşma eylemlerinin sınırlarından çıkararak, tüm bedensel ve kültürel performansların dönüştürücü gücünü açıklamak için birincil araç olarak kullanmıştır. Odak noktası, ifadelerin doğruluk değerinden eylemlerin etkinliğine kaymaktadır. Düğün yemininden cinsiyetçi jestlere ve ritüelleştirilmiş tiyatro eserlerine kadar performatiflik ortak bir temadır: Bu, paylaşılan canlandırma yoluyla gerçekliklerimizi var eden, sürdüren ve en önemlisi, onları dönüştürme gücüne sahip olduğumuz süreçtir. Schechner'e göre sahne, eylemin gösterildiği her yerdir ve dolayısıyla gerçekliğin yaratıldığı ve yeniden yaratıldığı her yerdir.

3. RİTÜEL-DAVRANIŞ DÖNGÜSÜ

Richard Schechner'ın performans çalışmaları, Batı'nın katı kategorizasyon eğilimine temel bir meydan okuma niteliğindedir. Performans türlerini ayrı, izole varlıklar olarak ele almak yerine, bunların dinamik, iç içe geçmiş ve dönüştürücü doğasını yakalayan bir model önerir. En özlü şekilde "Ritüel-Davranış Döngüsü" (veya süreklilik) olarak görselleştirilen bu model yalnızca bir şema olmanın dışında insan ifade davranışına ilişkin anlayışımızı yeniden şekillendiren güçlü bir analitik araçtır. Bu model, ritüel, oyun, spor, sanat ve popüler eğlence gibi faaliyetlerin akıcı bir spektrumda var olduğunu, birbirlerini sürekli olarak etkilediğini ve bağlam, amaç ve işleve göre konumlarını değiştirdiğini varsayar. Bu bölüm, bu önemli diyagramın ayrıntılı bir analizini sunarak, ikili düşünceyi nasıl dekonstrüe ettiğini ve kutsal bir töreni bir futbol maçına, Bali'deki horoz dövüşünü bir Broadway oyununa bağlayan performatif özü nasıl ortaya çıkardığını gösterecektir.
Ritüel-Davranış Döngüsünün temel dayanağı, izolasyonun reddedilmesidir. Schechner'in belirttiği gibi, "Bu karmaşık durumu düzenlemenin bir yolu, performans türlerini, performatif davranışları ve performans etkinliklerini bir süreklilik içinde düzenlemektir. Bu türler, davranışlar ve etkinlikler birbirinden bağımsız değildir. Görünür ışık spektrumunda olduğu gibi birbirleriyle karışırlar; sınırları belirsizdir. Birbirleriyle etkileşime girerler" (Schechner, 2013, s. 49). Işık spektrumuna yapılan bu benzetme çok önemlidir. Kırmızının turuncuya kesin bir ayrım çizgisi olmadan karıştığı gibi son derece ritüelleştirilmiş bir etkinlik oyun unsurları içerebilir ve bir oyun, belirli koşullar altında ritüelin ciddiyetini üstlenebilir. Daire, bu kesintisiz karışımı görsel olarak temsil eder, çeşitli performans etkinliklerini çevresine yerleştirir ve kişinin, başlangıcı ve sonu belli olan doğrusal bir ölçekten ziyade sonsuz bir döngü boyunca birinden diğerine geçebileceğini ima eder.
Bu akışkanlığa rağmen Schechner tüm spektrumu sabitleyen iki temel, diyalektik olarak zıt kutup belirler: oyun ve ritüel. "Düz bir çizgi üzerinde zıt uçlarda yer alsalar da, oyun ve ritüelleştirme birbirleriyle yakından ilişkilidir. Bazı yönlerden, diğer her şeyin temelini oluştururlar" (Schechner, 2013, s. 50). Bu ilişki, modelin motorudur. Oyun, özgürlüğü, kendiliğindenliği ve içsel belirsizliği ile karakterize edilir; oyuncuların kendileri tarafından değiştirilebilen kurallara tabidir. Buna karşılık ritüel, sabitliği, tekrarlanabilirliği ve sonucun kesinliği ile karakterize edilir; kuralları aşkındır ve değişmez, katılımcıları daha büyük bir kozmik veya sosyal düzene bağlamaya hizmet eder. Schechner, daha önceki çalışmalarında, bu zıtlıkları paradoksal bir şekilde birleştiren ortak özellikleri daha ayrıntılı olarak ele alır ve bunların hepsinin "1) özel bir zaman düzeni; 2) nesnelere atfedilen özel bir değer; 3) mal açısından verimsizlik; 4) kurallar" içerdiğini belirtir.

Genellikle bu faaliyetleri gerçekleştirmek için özel yerler (sıradan olmayan yerler) ayrılır veya inşa edilir“ (Schechner, 1988, s. 6). Bu, ister kutsal bir tapınağa ister bir tiyatroya, ister bir futbol sahasına girilsin, bu faaliyetleri sıradan yaşamdan ayıran bir ”performatif çerçeve" oluşturur.

Bu iki kutup arasındaki geniş alan, oyun özgürlüğü ile ritüelin kısıtlamaları arasında arabuluculuk yapan faaliyetlerle doludur. Schechner şöyle belirtir: “Oyunlar, sporlar ve tiyatro (dans, müzik) bu iki uç nokta arasında arabuluculuk yapar” (Schechner, 1988, s. 13). Örneğin, profesyonel bir futbol maçı saf oyun değildir; kuralları bir yönetim organı (FIFA) tarafından belirlenir ve maç sırasında oyuncular tarafından değiştirilemez, bu da maça ritüel bir katılık kazandırır. Ancak sonucun belirsizliği oyunun temel bir özelliğidir. Tiyatro genellikle karmaşık bir orta yol izler ve ritüelin senaryolu, tekrarlanabilir yapısı ile oyunun canlı, risk dolu ve potansiyel olarak dönüştürücü enerjisi arasında bir denge kurar.

Ritüel-Davranış Döngüsünün gerçek analitik gücü, tek bir faaliyetin tüm spektrumdaki hareketini haritalama yeteneğinde ortaya çıkar. Bir faaliyetin doğası sabit değildir, bağlamı ve amacı tarafından belirlenir. Schechner mükemmel bir örnek verir: “Aynı faaliyet bile – örneğin kriket – büyük farklılıklar gösterir. Test maçındaki kriket, mahalle sahasında oynanan kriketle aynı değildir. Ve Trobriand Adaları'nda kriket, kasabalar arasında dansın, vuruş ve saha oyunlarının olduğu ritüel bir karşılaşmaya dönüştürülmüş ve ev sahibi takım her zaman kazanmaktadır, bu da yine bambaşka bir şeydir" (Schechner, 2013, s. 50). Bu tek örnek, tüm modeli göstermektedir. Mahalle kriketi, spektrumun oyun tarafına eğilimlidir: kurallar esnektir, sonuç eğlence amaçlıdır ve üretkenlik (profesyonel açıdan) sıfırdır. Profesyonel bir test maçı, ulusal gurur ve ticari çıkarların ağırlığıyla ortada bir yerde yer alır. Ancak Trobriand kriketi, ritüel tarafına doğru kararlı bir şekilde kaymaktadır. Sonuç önceden belirlenmiştir (ev sahibi takım her zaman kazanır) ve etkinliğin birincil işlevi atletik rekabetten ziyade son derece stilize edilmiş, performatif bir karşılaşma yoluyla sosyal bağların, statünün ve kültürel kimliğin yeniden teyit edilmesidir.

Bu dönüştürücü potansiyel, Clifford Geertz'in Bali horoz dövüşü analizinde mükemmel bir şekilde örneklenmiştir. Geertz, bu olayı basitçe kumar (oyun/spor) veya dini bir kurban (ritüel) olarak tanımlamanın ötesine geçer. Bunun yerine, bunun öncelikle sembolik ve yorumlayıcı bir işlevi olan “derin bir oyun” olduğunu savunur. Geertz, “Horoz dövüşü... bir ifade aracıdır; işlevi sosyal tutkuları yatıştırmak ya da artırmak değil tüyler, kan, para ve kalabalık aracılığıyla bunları sergilemektir” (Geertz, 1972, s. 443-444) demektedir. Horoz dövüşü, Balililerin kendileri hakkında, statü, rekabet ve varoluşun kaosu hakkında anlattıkları bir hikayedir. Spor unsurları (rekabet, bahis) ve hatta ritüel kurban unsurları içermesine rağmen Schechner'in dairesinde tek bir kategoriye sınırlandırılamaz. Tüm bu unsurların birleştiği bir bağlantı noktası olarak var olur ve etkili (sosyal statü üzerinde gerçek bir etkisi vardır) ve eğlenceli bir performans yaratarak dairenin birleştirmeye çalıştığı çizgileri bulanıklaştırır.

Schechner'ın Ritüel-Davranış Döngüsü basit bir sınıflandırmadan çok daha fazlasıdır. Performans analizini katı sınıflandırma kısıtlamalarından kurtaran dinamik bir çerçevedir. Akışkanlığı, bağlamı ve oyun ile ritüel arasındaki diyalektik ilişkiyi vurgulayarak, insan performans davranışlarının geniş yelpazesini incelemek için sofistike bir mercek sağlar. Kriket veya horoz dövüşü gibi tek bir faaliyetin, farklı zamanlarda farklı topluluklar için farklı işlevler ve anlamlar içeren bir spektrumda nasıl kayabileceğini görmemizi sağlar. Model bize, performansın özünün ne olarak adlandırıldığı değil ne yaptığı, yani zamanı, mekânı, kuralları ve nesneleri nasıl kullanarak günlük yaşamın gerçekleriyle etkileşime giren, yorumlayan ve dönüştüren anlamlı bir deneyim yarattığı olduğunu öğretir.

SONUÇ

Richard Schechner'ın çalışmaları, performansın sahneyle sınırlı olmadığını, aksine varoluşun temel bir biçimi olduğunu savunarak insan davranışını anlamak için devrim niteliğinde bir bakış açısı sunar. İncelenen üç temel kavram (Yeniden Kazanılmış Davranış, Performatif Refleksivite ve Ritüel-Davranış Döngüsü) hepsini birbirine bağlayan bir çerçeve oluşturmakta ve performansın doğasını topluca yeniden tanımlamaktadır.

Tekrar edilen ve yeniden canlandırılan temel “davranış parçaları” olan geri kazanılmış davranış, tüm performansların temel yapı taşıdır. Bu kavram, kültürlerin kendilerini yansıtmak ve incelemek için bu geri kazanılmış davranışları kullandıkları süreç olan performatif refleksivite ile sorunsuz bir şekilde bağlantılıdır.

Son olarak, Ritüel-Davranış Döngüsü, bu davranışların işlediği dinamik bir harita sunarak ritüel, oyun, spor ve sanat arasındaki akıcı sürekliliği gösterir. Schechner'in savunduğu gibi bu faaliyetler birbirine karışır, sınırları belirsizdir ve sürekli etkileşim halindedir (2013, s. 49). Bu kavramlar birlikte, performansın davranışları alıntılamak, yeniden çerçevelemek ve yeniden yorumlamak için sürekli, dinamik bir süreç olduğunu gösterir.

Bu çerçevenin gücü, geniş uygulanabilirliğinde yatmaktadır. Sadece tiyatroyu değil günlük yaşamın, siyasetin, dinin ve dijital kültürün performanslarını analiz etmek için de önemli bir araç sağlar. Siyasi mitingler, dini törenler, sosyal medya etkileşimleri ve hatta günlük rutinler, belirli etkili veya eğlenceli sonuçlar için tasarlanmış, yeniden yapılandırılmış davranışlar olarak incelenebilir; bunların ritüel-oyun spektrumundaki konumu, bağlam ve niyete göre değişir.

Schechner'in teorik mirası, yeni bir analitik paradigma armağanıdır. Kavramları, çağdaş sosyal ve kültürel yaşamı oluşturan karmaşık performansları deşifre etmek için hayati bir araç seti sunarak, derin bir şekilde geçerliliğini korumaktadır. Bize, performansın sadece izleyicileri olarak sınırlı kalmadığımızı, performansın sürekli ve aktif yaratıcıları olduğumuzu öğretir.

KAYNAKÇA

Butler, J. (2014). *Cinsiyet Belası: Feminizm ve Kimliğin Altüst Edilmesi.* Metis Yayınları.
Fischer-Lichte, E. (2008). *The Transformative Power of Performance: A New Aesthetics.* Routledge.
Geertz, C. (1972). *The İnterpretation of Cultures.* Basic Books.
J.L.Austin. (1962). *How to Do Things with Words.* Oxford University Press.
Martin, C. (2013). *Theatre of the Real.* Palgrave Macmillan.
Schechner, R. (1934). *Between Theater & Anthropology.* University of Pennsylvania Press.
Schechner, R. (1988). *Performance Theory.* Routledge.
Schechner, R. (2013). *Performance Studies : An Introduction.* Routledge.
Turner, V. (1982). *From Ritual to Theatre: The Human Seriousness of Play.* PAJ Publications.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

FROM TEXT ANALYSIS TO CHARACTER CREATION: THE ROLE OF LABAN MOVEMENT ANALYSIS IN CONTEMPORARY ACTING

Res. Asst. Sündüz ADİLAK
Malatya Turgut Özal University, Faculty of Art, Design and Architecture, Department of Performing Arts, Malatya, Türkiye
ORCID: ID/ 0009-0005-4951-7451

ABSTRACT
Exploring the fundamental role that the body and movement play in acting is a groundbreaking step that can take us beyond the drama text. This exploration is shaped around Laban Movement Analysis. This analysis helps us understand physical behavior and apply it to character building. Laban Movement Analysis provides a framework that allows the actor to transform textual instructions, the body's internal characteristics, and psychological conflicts into a uniform "movement profile." The text consists of several sections. Following an explanation of the fundamental concepts of Laban theory—Body, Form, Space, and Effort—it focuses specifically on the four Effort factors: space, weight, time, and flow. This work also touches upon their possible applications in acting. It then examines the place of Laban Movement Analysis within the fundamental pedagogical and methodological traditions of acting, using Stanislavski (physical actions), Chekhov (psychological gestures), and Meyerhold (biomechanics) as reference points. The study reveals the similarities, differences, and integrative potential of this approach. It emphasizes that Laban Movement Analysis is a methodological bridge between theory and practice. This suggests that the practice be included in acting training programs and encourages research on other theater texts and genres.
Keywords: Laban Movement Analysis, Acting, Dramatic Text Analysis, Acting Pedagogy, Concretization.

METİN ANALİZİNDEN KARAKTER YARATIMINA: ÇAĞDAŞ OYUNCUDA LABAN HAREKET ANALİZİNİN ROLÜ

ÖZET
Bedenin ve hareketin oyunculukta oynadığı temel rolü incelemek, bizi drama metninin ötesine taşıyabilecek çığır açıcı bir adımdır. Bu inceleme, Laban Hareket Analizi etrafında şekillenmektedir. Bu analiz fiziksel davranışı anlamaya ve karakter inşasında uygulamaya yardımcı olmaktadır. Laban hareket analizi, oyuncunun metinsel talimatları, bedenin içsel özelliklerini ve psikolojik çatışmalarını ortaya çıkarabilecek tek tip bir "hareket profiline" dönüştürebileceği bir çerçeve sunmaktadır. Metin birkaç bölümden oluşmaktadır. Laban teorisinin temel kavramları olan Beden, Biçim, Mekân ve Çaba'nın açıklanmasının ardından, özellikle dört Çaba faktörü olan mekân, ağırlık, zaman ve akışa odaklanılır. Ayrıca bu çalışma bunların oyunculuktaki olası uygulamalarına da değinilir. Ardından, Stanislavski'yi (fiziksel eylemler), Çehov'u (psikolojik jestler) ve Meyerhold'u (biyomekanik) referans noktaları olarak kullanarak, Laban Hareket Analizi'nin oyunculuğun temel pedagojik ve metodolojik geleneklerindeki yerini incelemektedir. Çalışma, bu yaklaşımın benzerliklerini, farklılıklarını ve bütünleştirici potansiyelini ortaya koymaktadır. Laban Hareket Analizi'nin teori ve pratik arasında metodolojik bir köprü olduğunu vurgulamaktadır. Bu, uygulamanın oyunculuk eğitim programlarına dahil edilmesini önermektedir, diğer tiyatro metinleri ve türleri üzerine de araştırmaları teşvik etmektedir.
Anahtar Kelimeler: Laban Hareket Analizi, Oyunculuk, Dramatik Metin Analizi, Oyunculuk Pedagojisi, Somutlaştırma.

INTRODUCTION
For a long time, acting as an art demands a detailed study of dramatic text. Looking at the language, subtext, and given circumstances is certainly very important, but relying on a text analysis only can impose heavy limits.

This carries the risk of creating an intelligent performance that does not move the body. So while an actor understands a character on the inside, this is not instinctively reflected on the outside. As Jean Benedetti emphasizes, " Physical action is the basis of acting. This is what an audience sees, interprets – movement, stance, gesture – to understand the meaning of the play. The body language of the cast will convey much of that meaning, even if, for some reason, the dialogue cannot be heard or understood." (Benedetti, 1998, s. 39). This statement makes the primary tool in a theatrical situation the body, and meaning is both constructed and communicated through bodily behaviour as much as it is through language.

As a result, an actor must have far more than the skill to understand the vital importance of physicality and movement in the process of character building. The words that actors say in front of the audience on stage are not the only things that can shape a narrative. Their gestures of hands, postures of body, and physical expression also contribute to the same. All these things together add richness to a performance and help the audience believe it more. A strong physical vocabulary is key to original physicality and transformative storytelling. The work is not just about mimicking or making generic gestures; it is an in-depth and exploratory work that seeks to concretize the inner world of the character. Benedetti explains Stanislavski's work in detail: "A mental state can produce a physical state. Sometimes we see someone walking down the street smiling. They are thinking about something that makes them happy, but are unaware of their own facial expression" (Benedetti, 1998, s. 92). Actors are often told to 'get out of their heads' and connect with their bodies. This mind-body connection is essential to a convincing performance. The actor must reverse engineer the process; it is through controlled physicality that they express a pre-determined inner world. Also, these physical expressions are not random; they usually form a "series of habitual actions that have their own logic and must be performed in a specific order." (Benedetti, 1998, s. 26). This is what Stanislavski called Organic Actions.

In order to order this physical finding and go beyond intuitive guessing, the performers require a sound analytical framework. The work presents Laban Movement Analysis, a comprehensive system that provides just such a useful tool for analyzing and creating character-specific movement. Rudolf Laban's methodology is based on the conviction that movement is a direct expression of the inner self. Because "The source whence perfection and final mastery of movement must flow is the understanding of that part of the inner life of man where movement and action originate" (Laban & Ullmann, 1971, s. xi). Laban Movement Analysis does a great job of figuring out the connection and divides any movement into basic elements using it. " It is possible to determine and to describe any bodily action by answering four questions: (1) Which part of the body moves? (2) In which direction or directions of space is the movement exerted? (3) At what speed does the movement progress? (4) What degree of muscular energy is spent on the movement?" (Laban & Ullmann, 1971, s. 27). By using this strategy, players make choices that are objective and repeatable. The study argues that the structured framework of Laban Movement Analysis offers a clear procedure for actors to translate insights from dramatic text into a consistent and coherent physical language for dramatic personages that is objective and fully integrated. By creating a movement profile that stresses technical accuracy and authentic motivation, Laban Movement Analysis allows actors to do so. As Jean Newlove says, mere imitation is not enough: "The actor has to probe beyond this outer shell and search for an inner attitude, whether conscious or unconscious, which is directly linked to the movements observed" (Newlove, 2001, s. 12). Laban Movement Analysis facilitates this research in this regard. Students find this method extremely practical because they believe that "it is very valuable to be able to write a basic abbreviation on the margin of the script as a guide for interpreting the character's movement behavior" (Newlove, 2001, s. 69). Therefore, Laban Movement Analysis is essential to the practice of actor training and rehearsals. This study seeks to demonstrate, through practice-based text analysis and a theoretical framework grounded in the ideas of Laban, Newlove and Stanislavski, how Laban Movement Analysis serves to bridge the internal and external, thus enabling a fuller and more concrete way of performance that begins in the place where the text finishes.

1. THE BASICS OF LABAN MOVEMENT ANALYSIS

Rudolf Laban's work on movement analysis was pivotal in bringing movement studies to the fore in the humanistic field. Today, Laban Movement Analysis has become an extraordinarily powerful tool for actors trying to create complex, physically expressive characters with a precise vocabulary for defining, interpreting, and notating movement. Hackney states, "Laban Movement Analysis provides a framework for describing, visualizing, interpreting, and documenting human movement" (Hackney, 2002, s. 237). This system is based on the understanding that "Body movement is not a symbol for expression, it is the expression" (Hackney, 2002, s. 36). Laban Movement Analysis assumes that movement is the primary tool through which internal states are transformed into external reality. his is perfectly summarized by Laban and Lawrence, who state that "Effort is the bridge between our intentions and the realisation of them by our movements and actions" (Laban & Lawrence, Effort, 1974, s. 12). Additionally, "A person's efforts are visibly expressed in the rhythms of his bodily motion" (Laban & Lawrence, Effort, 1974, s. 2). Therefore, an actor's most important task is to skillfully portray the physical manifestation of the character's inner world.

Laban Movement Analysis breaks down movement into several interconnected components. The most functional ones for the actor are Body, Shape, Space, and the critically important Effort.

1.1. Body: The Instrument of Action

The body component answers the question: What is moving? This involves being aware of which body parts are engaged, how they are connected to each other, and the concept of "body memory," where repeated physical patterns become ingrained. It is important to know how the body is put together. Bartenieff and Lewis say it like this: "The body is a three-dimensional structure. It has length, width, and depth — a length axis, a width axis, and a depth axis" (Bartenieff & Lewis, 1980, s. 37). In order to achieve original and effective movement as a performer, one must be able to build relationships through this three-dimensional structure; thus moving away from isolated actions and developing integrated believable actions.

1.2. Figure: Expression Form

The shape component explains how the body changes shape to express intention or response. It explores how we structure ourselves in relation to our environment and others. This begins with the most basic movements. "Primary body movement shapes, supported by the process of breathing, foreshadow later spatial shapes. The earliest identification of the primary shapes can be seen in the baby's amoeba-like movements that go toward or away from the body center... The continuity, flux or flow in the movements, already has a shape quality, Shape Flow, as the body hollows and bulges, shrinks and grows with breathing" (Bartenieff & Lewis, 1980, s. 103). For an actor, this "Shape Flow" is the fundamental reference point. A character, without uttering a single word, can 'grow' and expand or shrink in shame and empty themselves by using these basic shaping patterns.

1.3. Effort: The Essence of Characterization

Space refers to the place where movement occurs. It includes awareness of personal space (kinesphere) and the general space of the stage or environment. Bartenieff and Lewis define the kinesphere as the personal space we can reach: "By extending the farthest reaches of the length, width, and depth of the body in the upright position, a sense of the three-dimensional space around it is created. We call that reach space around the body the kinesphere" (Bartenieff & Lewis, 1980, s. 43). A character's use of space defines their relationship with the world. A character who uses a small, confined kinesphere may be introverted or mysterious, while a character who confidently occupies a large kinesphere and the overall stage space may be authoritative or entitled. The paths traced in space (doors, circles, straight lines) further reveal the character's intentions and thoughts.

1.4. Effort: The Essence of Characterization

Effort, undoubtedly the most important component for an actor, defines how the movement is performed, that is, its qualitative texture. It plays a key role in revealing the character's inner attitude and dynamics.

Bartenieff and Lewis state, “Laban identified space, weight, time, and flow as motion factors toward which performers of movement can have different attitudes depending on temperament, situation, environment, and many other variables. The attitudes toward the motion factors he called in German antrieb... In English translation, antrieb has become Effort “(Bartenieff & Lewis, 1980, s. 69). Laban and Lawrence also state that “The human body engine is constructed in such a manner that in principle all imaginable effort-combinations can be performed with relative ease and balance” (Laban & Lawrence, Effort, 1974, s. 50) and “Movements guided into definite directions are always accompanied by definite effort combinations” (Bartenieff & Lewis, 1980, s. 56). “Each of these combinations might be appropriate or inappropriate to definite jobs” (Bartenieff & Lewis, 1980, s. 16) and therefore may or may not be appropriate for certain characters and situations. Each Effort factor occupies a spectrum between two opposing qualities and forms the eight “Action Drives” that constitute the basic palette of human expression.

1.4.1. Field: Direct / Indirect

This concerns the player's attitude towards attention and orientation. “Direct or Indirect... The difference between pointing to something specific or making an encompassing reference to the area in which it exists illustrates different ranges of the Space Effort: Direct in the former and Indirect in the latter” (Bartenieff & Lewis, 1980, s. 73). A detective examining evidence (Direct) has sharp, focused attention, while a dreaming artist (Indirect) has soft, unfocused awareness and perceives everything around them.

1.4.2. Weight: Heavy / Light

This factor relates to attitudes toward impact and commitment. " Strong or Light... When an object is smashed with a fist, the attitude toward Weight is Strong, as opposed to Lightness in picking up a very small, delicate object" (Bartenieff & Lewis, 1980, s. 73). While a judge may use Heavy Weight to express their unwavering authority when rendering a decision, a lover's touch may be characterized by Light Weight to express tenderness and care.

1.4.3. Time: Instantaneous / Continuous

This factor concerns the player's attitude toward urgency and decision-making. “Sudden or Sustained... Response to the unexpected, such as the touch of fire, elicits the Sudden Time Effort element, while embracing a dear friend is more likely to elicit the Sustained Time Effort element” (Bartenieff & Lewis, 1980, s. 74). A tense thief moves with Instant Time, erratic and fast, while a wise, elderly ruler moves with Constant Time, displaying calm and conscious control.

1.4.4. Flow: Restricted / Free

This factor also concerns the player's attitude towards control and emotional release. "Free or Bound... Free Flow can be observed in the swinging of a heavy object before flinging it away... Bound Flow can be observed in a gesture of cautious refusal or in the tightening of one’s chest in a state of fear" (Bartenieff & Lewis, 1980, s. 71). A child running freely in the park exhibits Free Flow, while a soldier standing rigidly still exhibits Controlled Flow, carefully controlling his every movement.

This effort skillfully utilizes these qualities, enabling the player to make precise character selections. This skill requires training because “Efficient effort-training presupposes that the trainer knows about the rules governing the transitions between efforts” (Bartenieff & Lewis, 1980, s. 42). The good news is “Once correctly assessed, individual effort can be changed and improved by training, because in the end all education is based on effort-training” (Bartenieff & Lewis, 1980, s. 3). A talented player learns the economics of movement like a skilled worker: " The shape of the less essential efforts is of great interest to the observer. Much time and energy are wasted through the insertion of complicated roundabout movements between essential efforts “ (Laban & Lawrence, Effort, 1974, s. 55). Bu nedenle” The skilled worker will reduce to the minimum the space distances between essential actions caused by roundabout movements " (Laban & Lawrence, Effort, 1974, s. 55) and will focus only on the actions that truly define the character.

Therefore, this work combines functionality and expressive power. Hackney states: "The functional and the expressive are in intimate relationship. The work we are exploring in this book activates connections to facilitate integration and enrich life" (Hackney, 2002, s. 10). This integration is very deep because "Movement both initiates and changes emotional feelings and how we think conceptually. It is thus possible to link body training with many areas of life experience" (Hackney, 2002, s. 59). By embodying the principles of Laban Movement Analysis, an actor not only represents a character but also truly lives that character by using their body—the fundamental tool of storytelling—to its fullest potential.

2. THE ROLE OF LABAN MOVEMENT ANALYSIS IN ACTOR TRAINING

Modern theory of acting has developed from various threads of psychophysical investigations, as one can say, it's a continuum. The contributions of Stanislavski, Chekhov, and Meyerhold are well-known areas, but a greater emphasis could be placed on the role of Rudolf von Laban's Movement Analysis as a core and unifying language for actor training. Despite its choreographic origins as a framework for conceptualizing, defining, and notating dance and human movement, LMA is a precise vocabulary and systematic methodology for the body, the actor's most basic instrument.

Laban Movement Analysis is not a technique in itself. It is a system for observing, defining, and interpreting movement. The Body, Effort, Shape, and Space can let us look at any movement from more than one point of view. For performers, it is more than blocking or gestures but a kind of qualitative expression. The actual action being performed, such as walking, is of secondary importance to how the action is being performed. This process of moving from quantitative to qualitative acting ties bodily action to inward impulse as a natural follow-on to contemporary acting goals.

2.1. Laban and Stanislavski as Means of Expressing Physical Action

The Laban Movement Analysis relates strongly to Stanislavski's system in connection with his later work on the Physical Action Method. Stanislavski's insistence that "acting activates the mind-body-spirit continuum" (Carnicke, 2009, s. 24) finds a practical analytical tool in Laban Movement Analysis. Stanislavski guides the actor to discover what an action is and why it is done ("What am I doing?" and "Why am I doing it?"), while Laban Movement Analysis provides a vocabulary for how it is done. It enables actors to make nuanced choices about the Effort qualities (Weight, Time, Space, Flow) of a specific physical action, thereby coloring the action with specific psychological and emotional textures. This is particularly relevant to Stanislavski's more holistic "Active Analysis"; this analysis put into practice his "deep commitment to the improvisational state of mind" (Carnicke, 2009, s. 39). The process of Active Analysis allows actors to use the Laban Movement Analysis to identify and shift the movement qualities of their actions, which were scored during their improvisation. This allows actors to get a wider range of movements and produce more authentic and embodied actions. It provides scientific observable criteria that ground the search for a "scientific system based on the physical body," while not forbidding the artistic spontaneity praised by Stanislavski.

2.2.Chekhov's Psychological Gestures: The Bridge That Makes Visible

The most evident connection is between Laban Movement Analysis and Michael Chekhov's technique. Chekhov's idea of the Psychological Gesture (that is, a gesture that signifies a character's main drive or psychological essence in an exaggerated way) is a straight application of what Laban Movement Analysis eventually provided a language for. Chekhov points out that while ordinary gestures "are too small, too weak, and too particular", archetypal gestures shake "the whole body, the whole psychology and the whole spirit" (Bağcı, 2021, s. 25).

Laban Movement Analysis is an ideal tool for deconstructing, constructing, and refining Psychological Gesture. An actor can use Laban Movement Analysis to identify the precise spatial pattern (Figure), dynamic characteristics (Effort), and physical initiation (Body) of Psychological Gesture. An example of a Psychological Gesture is whether your push into space (ambition) is strong, direct, and continuous, or light, indirect, and sudden (fear)? Moreover, Laban Movement Analysis is a fitting description of the somatic feedback mechanism at the heart of the Psychological Gesture: "Chekhov argued that focusing on the somaesthetic (body aesthetic) experiences caused by these motor actions leads actors to

concretize the character's mood and attitudes as if they were their own" (Bağcı, 2021, s. 25). Through manipulation of the "Effort" and "Shape" components, actors are given a conscious ability to change their "somatic aesthetic experiences" with Laban Movement Analysis. This affects their mental state directly, enhancing their embodiment of the character.

2.3. Meyerhold's Biomechanics: Precision and Expression

Laban Movement Analysis and Meyerhold's Biomechanics share similar views that the actor's body is a trained, efficient, and highly expressive mechanism. Both systems break movement down into its components. However, their fundamental aims differ. Biomechanics, a pre-acting training system, aims to develop through very stylized studies an instrument that is sensitive, nimble, and balanced. The aim is to be precise and effective.

Laban Movement Analysis, by contrast, is largely an analysis and creativity framework, and not a training program. The goal is not to teach a style, but to give a universal language to create any style. Biomechanics can be used to analyze movement patterns but it is much more than this. It goes from Stanislavski's even more psychologically realistic to Chekhov's creative archetypes. Biomechanics can tell the actor what to do, whereas Laban Movement Analysis can help the actor discover how to do it and what it means.

2.4. Contemporary Traces: Viewpoints Technique

The Viewpoints approach of Anne Bogart and Tina Landau demonstrates the influence of Laban Movement Analysis in contemporary usage. The elements of viewpoint: Tempo, Duration, Kinesthetic Response, and Spatial Relationship, which divide the stage into parts of time and space, can be regarded as a philosophical outcome of Laban's ideas. Like Laban Movement Analysis, it hopes to help actors become conscious of the fundamentals of performance. Viewpoints can be seen as an improvisational system for the stage that takes Laban's theories of space and time as a basis for a collective creation and spatial composition. Although it is a useful methodological tool for integration, Laban Movement Analysis, which has great benefits, is not sufficiently used in Turkish actor training and not sufficiently theorized. Even though schools say they aim for 'psychophysical' acting, most training is separate: Stanislavski's text analysis is not together with movement classes that are mainly dance or general physical theatre. An opportunity to bridge this gap is the Laban Movement Analysis.

3. METHODOLOGY

According to the principles of interpretive research, qualitative text analysis methodology is employed to produce a detailed movement profile of a dramatic character. The research process is iterative and reflective, as is acknowledged in qualitative research, "the researcher views data collection, analysis, and report writing as closely related activities, linking these stages together, collecting another data set while analyzing one, and beginning to write the report" (Creswell, 2013, s. 52). The non-linear way allows you to go back-and-forth between the text, categories and findings.

The analytical logic guiding this study is inductive. Inductive ordering of data. From more detailed perspectives to more general ones. These may be labelled codes, categories, themes, dimensions, etc. The process is now in use to collect supporting evidence for identified themes and interpretations (Creswell, 2013, s. 52). As a result of this analytical approach, a theme developed in a qualitative report reflects the different perspectives of those participating in the study (Creswell, 2013, s. 47). In this case, the "participants" are the linguistic and descriptive bits of the text itself and the emerging theme is a coherent pattern of movement that brings together various textual clues.

Since the subject of the study is a dramatic text, the analysis is also framed by semiotics, that is, the study of signs. As stated by Keir Elam, the fundamental assumption of theater semiotics is that "the audience begins with the assumption that every detail is an intentional sign, and everything that cannot be related to representation is transformed into a sign of the actor's reality, never excluded from semiosis" (Elam, 1993, s. 11). The principle allows for a close reading of the playtext, considering every stage direction and descriptive adjective to be a form of movement and thus potentially indicative of character.

The data source for the analysis is Shakespeare's Hamlet, and a special focus on the character Hamlet. The character's psychological state and colourful language enable the dance maker to work with movement. The analysis was conducted in three separate stages:
To derive references to the protagonist's physical positioning and movement on stage as well as the emotional impact desired from the staging, Hamlet was thoroughly scanned for the dialogue and stage direction. It involves what other people or Hamlet says, along with what the author says to do.
The textual clues collected were coded and categorized based on the Laban Movement Analysis system. The framework offers good words to evaluate human movement. Textual signs of spatial relationships were analyzed under the Space category, reflecting the proxemic (space usage) principle that "the analysis of performance systems and codes may therefore focus primarily on the organization of architectural, stage, and interpersonal space" (Elam, 1993, s. 62). Cues related to gestures, posture, and body parts are classified under the Body category based on the kinesic view that "body movement as a means of communication" is a culturally specific system of "relevant movement units" (Elam, 1993, s. 70). Furthermore, explanations regarding the nature of movement have been interpreted through the Effort category, consistent with the analysis of sound quality, as "the actor's voluntary vocal activities... convey (character-related) dramatic information" (Elam, 1993, s. 82); this concept can be easily extended to physical effort.
The data will then be synthesized into a evidence-based "Movement Profile" for Hamlet. This profile will detail Hamlet's likely movement preferences and spatial usage. It will also reveal how his internal conflicts manifest physically. A concrete performance plan will then be created based on the profile. It's imperative to recognize the key limitations of this technique. Being based entirely on text, this method must involve a great deal of interpretation. The researcher's extraction of movements from the language is a subjective process. The profile cannot be construed as a definitive record of how the character should be played. The profile is a logical argument supported by the text for how the character's movements might be understood. It is of high utility to directors, actors, and literary scholars.

4. FINDINGS

This part discusses the results of applying Laban Movement Analysis to the figure of Hamlet in William Shakespeare. The audience reads everything as if intended. This text is analyzed based on the semiotic idea that the audience reads everything as if intended. It refers to an analytical approach to the text where students treat all adjectives, speech, and stage direction as a valuable data point that expresses the character. Following the qualitative research model summarized by Creswell (2013), after working inductively to create a broader movement profile based on these specific textual details, Hamlet's tragic nature will be understood, and its usefulness for performance will be discussed.
The evidence shows that the character does not have a quality of movement per se, but rather a violent, swift back-and-forth between Effort factors that clash; he uses Conflicted Space, and his body is the battleground of the conflict.

4.1. Effort Analysis: The Action-Inaction Pendulum

Hamlet,as a character, is subject to a struggle between Indirect, Limited (a la. melancholy, hesitation, intellectual cycles) flow and Sudden, Powerful actions.

4.1.1. Indirect/Limited Effort: This is Hamlet's default state, his physically manifest "strange mood. His mother Gertrude begs him to shake off this state: "Good Hamlet, cast thy nighted color off, And let thine eye look like a friend on Denmark" (Shakespeare, 2007, s. 48). This prayer is for him to take up a more Direct and Free quality. Hamlet himself states that this state is bigger than mere external being; it is an inner reality. "This is not merely my black cloak, dear mother, / .../ There is something within me beyond what appears" (Shakespeare, 2007, s. 48). A feeling of being caged in his own body and mind becomes a bound flow that is perfectly mirrored in his existential anguish: " "To be or not to be, that is the question" (Shakespeare, 2007, s. 114). He often interacts with this round about avoidance, similar to when he purposely rejects Polonius and gives him a vague and unfocused response: "Words, words, words" (Shakespeare, 2007, s. 94).

4.1.2. Strong/Sudden Effort: This situation is an intense outburst of pent-up disappointment and anger. It rarely persists but emerges at shocking, decisive moments. Polonius' murder is the best example of this: after the murder, he feels no remorse, but abruptly and sharply rejects him: "You wretched, thoughtless, meddlesome fool, farewell! / I thought you were a better man. Try your luck" (Shakespeare, 2007, s. 29). He also often expresses himself vocally when the pressure building up inside him wants to release physically: "Ah, if this stiff body would melt, / Melt into raw flesh!" (Shakespeare, 2007, s. 50). Even during the performance, he cannot control his sudden powerful reactions, as when he shouts, "The gagging raven cries for vengeance!" in the play within the play (Shakespeare, 2007, s. 130).

4.2. Location: Elsinore Prison

Hamlet is essentially proxemic in his relationship with space (Elam, 1993, s. 62); It restricts accessibility with unpermitted entry in some cases. He does not control the space; he is trapped by it. His famous statement, "Denmark is a prison" (Shakespeare, 2007, s. 96), is more than a metaphor; it is also a description of the spatial experience. Elsinore Castle becomes a cage that restricts his movement.

His interactions with others evolve and confuse this personal space. His actions with Ophelia are lustful but also disturbing. They cross the line of being inappropriate. "May I lie in your lap?" ... "No, my lord." ... "Then may I lay my head in your lap?" (Shakespeare, 2007, s. 124). The physical proximity of his indirect questioning is a psychological tactic. On the other hand, when he meets the Ghost, he carefully moves and looks about: "You came so suspiciously / I will speak with you" (Shakespeare, 2007, s. 65). He doesn't advance headlong but with worried curiosity.

4.3. Body and Shape: The Decline of Form

The text continuously alludes to a body having collapsed under the weight of its own load.

- **Posture:** Gertrude's description is the clearest evidence: "let the night color go" and "her eyes looking down / searching for her noble father in the dust" (Shakespeare, 2007, s. 48). It combines downward gaze, a true form of depression and mourning, a body drawn with gravity down and inward.
- **Gestures:** Her gestures probably reflect her struggle in life: in her melancholic states, they may be slow, heavy, and indirect (bound flow), but in her explosive moments, they can become sharp and sudden. Marcellus observes that Hamlet's response is sudden and keen to the summons of the ghost: "See how he beckons, and would have you go with him / As if he were lame" (Shakespeare, 2007, s. 66).
- **Internal/External**: Hamlet is a concrete example of an introverted personality. His worldview is defined by this introverted attitude: "How weary, stale, flat, and unprofitable seem to me all the uses of this world!" (Shakespeare, 2007, s. 50). His energy is devoted to internal processing rather than external interaction until it is violently forced out.

However, this collapsed state is not absolute. Whenever he takes decisive action, his body goes through a radical change. As he chooses to go after the spectre, a tremendous power floods through his entire body. My destiny cries out, / And every little vein in this body / Is hardened like the nerves of the Nemean lion" (Shakespeare, 2007, s. 67). My destiny cries out, / And every little vein in this body / Is hardened like the nerves of the Nemean lion" (Shakespeare, 2007, s. 67)

4.4. Concretizing the Labyrinth of Melancholy

Hamlet's tragic indecision and inner conflict are concretely revealed through this Laban Movement analysis profile. He cannot make a decision; he is a body at war with himself. The consistent and very troubling switching between the move characteristics Limited/Indirect and Strong/Sudden is the somatic expression of his dilemma: paralysis of the intellect (Limited) versus duty of the avenger (Sudden/Strong). His limited use of space and slumped posture physically express the immense psychological pressure he is under, as if the weight of the world's "garden overgrown with weeds" were literally pressing down on his shoulders. The Laban Movement Analysis framework allows us to go beyond understanding his conflict textually and enables us to see and feel him in the suggested rhythm of his movements.

For an actor, it can provide a concrete physical point beyond the psychological motivation sought by Stanislavski. While Stanislavski asks, "What is my goal?", Laban Movement Analysis asks, "How should I move to achieve this goal?"

The text does not specify how Hamlet moves in each scene. Laban Movement Analysis provides the logic to fill in these gaps. One instance is the "To be or not to be" soliloquy, whose Bound Flow and Indirect Space characteristics suggest a slow and meandering tempo. There would be a gaze downwards and perhaps an ambiguous hand movement tracing a circle without touching the ground. This physically embodies circular thought.

The actor can follow Hamlet's journey through his movements. In the earlier scenes, someone who is a thinker is shown making a restrained movement effort. In the effects scene after the sea voyage, and especially after the duel, we see that he becomes more frequent and continuous, with powerful/sudden actions. We see a progression towards more and more powerful/sudden actions, as the tragic develops from thinker to 'actor', to 'condemned actor'. The view of the analysis movement provides a different and complementary viewpoint to other important acting theories.

Stanislavski's system is ideal for a character's inner, psychological truth. Conversely, if psychological efforts find no clear physical manifestation, at times they may be converted into a performance inward. Laban Movement Analysis presents the exact how-tos to bring inner intentions into the outside world. It answers the question of how Hamlet's "melancholy" actually appears and feels in space and time.

Chekhov's technique using the "Psychological Gesture" is closer to Laban Movement Analysis. Both deal with archetypal, expressive movements. But it is Laban Movement Analysis that provides a more detailed, analytical, and systematic classification of the various constituent factors of movement (Effort, Space, Shape). While Chekhov could identify a single general gesture for Hamlet, Laban Movement Analysis can map the complex and contradictory interactions of numerous movement impulses occurring simultaneously or in rapid succession, which is much more faithful to Hamlet's fragmented nature.

Hamlet's Laban Movement Analysis does not supplant the character's psychological or textual analysis. Rather, it makes concrete and performable the depth of his existential crisis. Hamlet's tragedy is expressed not just in words but also in dance; specifically, the helpless, disordered, and fatal dance of a soul who cannot make up its mind between thought and action.

CONCLUSION

This research has defended Laban Movement Analysis as a good way to help understand the characters in a drama through qualitative text analysis. As has been observed, this process is an inherently iterative and intertwined one; that is, data is both collected as much as it is analysed and interpreted. Further, the evidence this provides is based on the semiotic principle that anything textual can be regarded as a potential sign. Using this model to understand Shakespeare's Hamlet, I argue that the protagonist's profound inner conflict (the oscillation between intellectual paralysis and violent action) is encoded in the text. Specifically, it has been demonstrated that we transition between Attached/Indirect and Strong/Sudden Effort qualities, usage of constrained Space, as well as simultaneous yet contradictory movement profiles determined by a physically collapsing body under psychological weight. According to this study, Laban Movement Analysis is an important tool that connects theoretical analysis to actual performance. More than reading a psychological or textual interpretation, it gives a specific, concrete vocabulary for making a character. This suggests that for actor training and practice, actors have moved away from what motivates the character to knowing how the motivation manifests in the body in movement in space and time. It provides the actor with a concrete "point" and shifts from the 'why' question to the "how" question. It is very important to recognize the study's limitations. Although complex, the analysis is limited to a single character, and its findings are interpretive in nature. Essentially, it is the researcher's inferences about language and actions which is being investigated by virtue of it being a text-based analysis. Although the process is systematic, it is nonetheless subjective. Consequently, future studies should build on this work. It would be useful to do the same sort of analysis on characters in comedy or absurd theatre, as their movement patterns can differ significantly from those in tragedy.

This would serve to further affirm and establish the applicability of Laban Movement Analysis. Similarly, Laban Movement Analysis can be applied to the rich tradition of Turkish theater texts in the same way that dance researchers have traditionally not critiqued theater plays. Works of authors such as Haldun Taner, Turgut Ozakman, and Anton Chekhov (as staged in Turkey) can be analyzed for movement characteristics specifically linked to their culture. By using the Laban Movement Analysis as a foundation for actor training, it might develop a system that helps actors to be able to physically convey the total complexity of the characters they embody. Ultimately, this might establish a concrete link from dramatic theory to performance practice.

REFERENCES

Bağcı, E. (2021). Michael Chekhov oyunculuk tekniğindeki psikolojik jest kavramının psikanaliz üzerinden incelenmesi. Bursa: Uludağ Üniversitesi.

Bartenieff, I., & Lewis, D. (1980). *Body Movement.* Gordon and Breach Science Publishers.

Benedetti, J. (1998). *Stanislavski and the Actor.* Routledge.

Carnicke, S. M. (2009). *Stanislavsky in Focus.* Routledge .

Creswell, J. W. (2013). *Nitel Araştırma Yöntemleri.* Siyasal Kitabevi.

Elam, K. (1993). *The Semiotics of Theatre and Drama.* Methuen & Co.

Hackney, P. (2002). *Making Connections.* Routledge.

Laban, R., & Lawrence, F. (1974). *Effort.* Macdonald & Evans Limited.

Laban, R., & Ullmann, L. (1971). *The Mastery of Movement.* Plays,Inc.

Newlove, J. (2001). *Laban for Actors and Dancers.* Routledge.

Shakespeare, W. (2007). *Hamlet.* Remzi Kitabevi.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

GELENEKSEL TÜRK KÜLTÜRÜNDE MENDİLLERİN ŞEKİL, KUMAŞ VE SÜSLEME ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

Dr. Öğr. Üyesi Derya BULUÇ
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu Giyim Üretim Teknolojisi Programı, İstanbul, Türkiye,
ORCID: 0000-0003-2221-060X

ÖZET
Geleneksel Türk Kültüründe mendiller, işlevsel bir kullanım nesnesi olmanın ötesinde, estetik ve simgesel yönleriyle de dikkat çeken kültürel bir taşıyıcı unsurdur. Mendil Türk Kültüründe günlük kullanımın vazgeçilmezlerinden olduğu gibi giyim-kuşamında tamamlayıcısı olarak kullanılmıştır. Bu çalışma, geleneksel mendillerin biçimsel özellikleri, üretildikleri kumaş türleri ve süsleme teknikleri açısından incelenmesini amaçlamaktadır.
Mendillerin şekilleri kare formunda olup, kenar süslemeleri ve kullanılan kumaş türleri kullanılan kişiye ve yere göre farklılıklar göstermektedir. Bölgesel dokuma türlerine göre; pamuk, keten, ipek ve tülbent gibi kumaşlar kullanılmıştır. Mendillerin süslemesinde, iç kısımlarında nakış, tel kırma, kenarlarında iğne oyası ve boncuk işlemeleri yapılmıştır.
Çalışmada, farklı mendil örnekleri, müze koleksiyonları ve ilgili literatürden faydalanılarak mendillerin form özellikleri, kullanılan kumaş türleri ve geleneksel süsleme teknikleri analiz edilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Mendil, Geleneksel Türk Kültürü, Kumaş, Nakış

AN EXAMINATION OF THE SHAPE, FABRIC, AND DECORATIVE FEATURES OF HANDKERCHİEFS IN TRADITIONAL TURKISH CULTURE

ABSTRACT
In traditional Turkish culture, handkerchiefs stand out not only as functional items but also as cultural carriers with aesthetic and symbolic dimensions. Handkerchiefs have been indispensable in daily life and have also served as complementary accessories in clothing. This study aims to examine traditional handkerchiefs in terms of their formal characteristics, the types of fabrics used, and decorative techniques.
Handkerchiefs are typically square-shaped, and their edge decorations and fabric types vary depending on the user and region. Based on regional weaving traditions, fabrics such as cotton, linen, silk, and muslin have been used. For decoration, embroidery and metal thread work are applied to the inner parts, while needle lace and beadwork embellish the edges.
In this study, various handkerchief samples were analyzed in terms of their form, fabric types, and traditional decorative techniques, utilizing museum collections and relevant literature.
Keywords: Handkerchief, Traditional Turkish Culture, Fabric, Embroidery

Giriş

Türk Dil Kurumuna göre Mendil; Burun ve ter silmekte, el ve yüz kurulamakta kullanılan küçük, kare biçiminde dokuma bezidir. Geniş anlamda Mendil; genellikle kare biçiminde, pamuk, keten veya ipek gibi dokuma kumaşlardan yapılan, kişisel temizlik, süslenme, sembolik ifade ve sosyal etkileşim gibi çok yönlü işlevlere sahip bir tekstil ürünüdür. Tarih boyunca hem gündelik yaşamda hem de törenlerde, dini ritüellerde ve sosyal ilişkilerde önemli roller üstlenmiştir (Tanrıbuyurdu, 2010 s.87).
Türkler mendile, elin yağının veya alnın terinin silinmesinden dolayı yağlık adını da vermiştir. Divanü Lûgat-it-Türk'te "ulatu" kelimesi mendil anlamında kullanılmış ve "burun temizlemek için koyunda taşınan ipek kumaş parçası" olarak açıklanmıştır. (Atalay, 1992: 136).
Geleneksel Türk kültüründe mendil, yalnızca bir temizlik aracı değil; aynı zamanda sembolik, estetik ve iletişimsel işlevler taşıyan çok yönlü bir kültürel objedir. Doğumdan ölüme kadar hayatın her evresinde yer alan mendiller, bireylerin sosyal rollerini, duygularını ve toplumsal aidiyetlerini ifade etmede önemli bir araç olarak kullanılmıştır.

Bu çalışma, geleneksel Türk kültüründe önemli bir yere sahip olan mendillerin şekil, kumaş türleri ve süsleme teknikleri bağlamında incelenmesini amaçlamaktadır. Tarihsel süreç içinde özellikle kadınların el emeğiyle işlediği mendiller; nakış, oya, boncuk işlemesi gibi süsleme unsurlarıyla zenginleşmiş ve duygusal ifadelerin aracı olmuştur. Çalışmada, Anadolu'nun farklı bölge ve zamanlarına ait örnekler üzerinden mendillerin form özellikleri, kullanılan kumaş türleri ve geleneksel süsleme teknikleri analiz edilmiştir.

Tarihi Akış İçerisinde Mendil

"Mendil Türklerde ilk kez görsel olarak Göktürk Yazıtlarıyla birlikte bulunan kafa kısmı kopmuş bir heykelin elinde ve Uygur duvar resimlerinde rastlanmıştır (Uysal, 2020: 110). Mendilin tanımlandığı anlamda burun ve ter silmek için kullanılmasına 10.yy. da başlanmış olduğundan bahseden Berker; bu bilgiye Kaşgarlı Mahmud'un Hicri 464'te yazdığı Divanı Lugat-it Türk adlı eserinde insanın burnunu temizlemesi için cebinde taşıdığı ipekli kumaş veya herhangi bir bez parçası olarak geçen "Ulatu" kelimesinin mendil olduğunu söylemiştir. 11. yüzyılda karakteristik kimliğini kazanan mendilin 12. ve 13. yüzyıllarda bu kimliğinin yanı sıra sembol ve süs olarak kullanılmaya başlanmıştır. 16. yüzyılda Venedik yolu ile Osmanlı Türklerinden bir ihtiyaç ve süs malzemesi olarak doğudan batıya geçmiştir.

Mendil, Türk kültüründe günlük kullanımın vazgeçilmezlerinden olduğu gibi giyim- kuşamın da en önemli tamamlayıcısı olarak görülmüştür. Gerek halk arasında gerekse Osmanlı saray çevresinde kıyafeti tamamlayıcı özelliğiyle, süs amaçlı elde taşınan mendillerin yaygınlığı bilinmektedir. Bu döneme ait minyatür ve portrelerde padişahların ellerinde gördüğümüz mendiller bu durumu daha da iyi örneklendirmektedir (Tanrıbuyurdu, 2010 s.87). Görsel 1'de Fatih Sultan Mehmet'in elinde mendili ile resmedilmiş bir minyatür yer almaktadır.

Görsel 1. Fatih Sultan Mehmet Elinde Merasim Mendili ile 15.yy (Berker, 1977, s. 8).

Mendillerin Biçimsel Özellikleri

Mendillerin şekilleri kare formunda olup, kenar süslemeleri ve kullanılan kumaş türleri kullanılan kişiye ve yere göre farklılıklar göstermektedir.

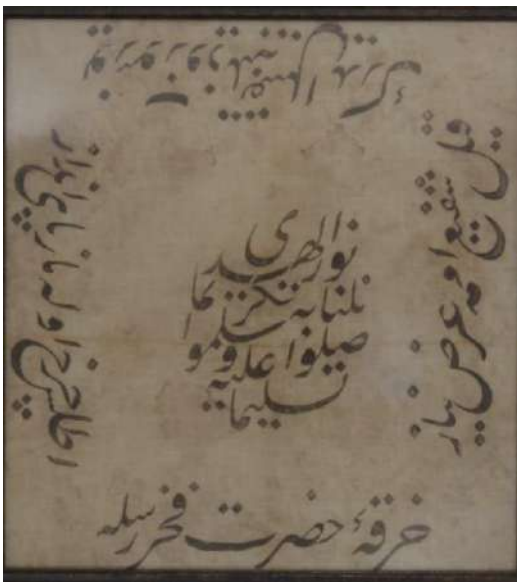
Osmanlı zamanına ait mendillerin malzeme ve süsleme tekniklerine ait bilgi Topkapı sarayında yer alan şehzade ve sultan mendillerinden öğrenilmektedir. Bu yüzyıllara ait mendiller çok ince ketenden el tezgahında üretilmiştir. Genel olarak 55*55 cm ve 65*65 cm ölçülerindedir. Ketenin doğal rengi kullanılmakla birlikte lacivert, tarçini, yağ yeşili ve siyah zeminli mendillerde bulunmaktadır. İşlemelerde altın, gümüş ve sim çok kullanılmıştır. Mendilin her iki yüzünün de kullanılmaya elverişli olması için hesap işi denilen nakış işlemesi yapılmıştır.

Mendillerde kullanılan motifler, mendili çevreleyen 5 cm genişliğinde yazma bordürleridir. Bordürlerin arasında işleme motifleri bulunmaktadır. Bu motifler yarım haç, sekiz köşeli yıldız, rozet, zik zak yollar, kartuşlar ve kaydırılmış eksenli baklavalardır. Ayrıca bu yazma motiflerin arasına ve içine yerleştirilen işleme motifleri ise stilize çiçek, yaprak, pars beneği, kuş madalyon ve küfi yazılar şeklindedir. Çiçek motifleri genellikle lale, karanfil, sümbül, kozalak ve enginar yaprağı kullanılmıştır (Berker, 1977, s. 8-9).
Geleneksel Türk kültürüne ait mendiller kullanılan yere ve kişiye göre değişmekle birlikte boyutları 25*25 cm ile 65*65 cm arasında, çoğunlukla keten, ipek ve pamuklu kumaşlardan, sim sırma işleme, hesap işi, tel kırma, kanaviçe, baskı gibi iç süslemeleri iğne oyası ve dantel gibi kenar süslemelerinden oluşmaktadır.

Mendil Çeşitleri
Günümüzde eskisi kadar önemli olmasa da yakın zamana kadar toplumumuzda önemli bir yere sahip olan mendil bir çeşit kültür taşıyıcısı olarak görülmektedir. Mendil günümüze değin çeşitli alanlarda farklı sebeplerle kullanılmıştır. Süs ve temizlik eşyası olarak veya örf, adet ve geleneklerde kültürel bir simge halinde karşımıza çıkmaktadır (Tanrıbuyurdu, 2010 s. 196).

Anlam Yüklü Mendiller
Bu grupta yer alan mendiller tarihi akış içerisinde özel olarak üretilen belirli törenler, dini ritüeller ve tarihi olaylarla ilişkilendirilen özel anlam taşıyan mendillerdir.

1. Destimal Mendilleri
Osmanlı Devleti'nde 18 ve 19. yüzyıllarda destimal törenleri yapıldığı bilinmektedir. Her yıl Ramazan ayının on beşinde Topkapı Sarayı'nda gerçekleştirilen Hırka-i Saadet ziyaretinde Osmanlı padişahı tarafından destimal adı verilen mendiller dağıtılırdı. Bu mendiller, Hz. Muhammed'in kullanmış olduğu hırkaya temas ettirilerek kutsallaştığına inanılan eşyalardı. Destimal Hırka-i Saadet'e (Peygamberimiz Hz. Muhammed'in hırkası) değdirilen tülbende verilen bir isimdir ve destimal padişahlar tarafından Ramazan ayının ortasında dağıtılmış olan bir mendil çeşididir (Solak-Berkli, 2022 s 741-752). Görsel 2'de yer alan Destimal mendili tülbent üzerine yazma baskı yapılmıştır. Mendilin boyutu 58*62 cm'dir.



Görsel 2. Destimal Mendili (Aydemir, 2008 s. 68)

2. Merasim Mendilleri
Osmanlı zamanında Sultan'ın elinde taşıdığı, süslü ve gösterişli mendillerdir. Boyutları 56*56 cm ve 65*65 cm ölçülerindedir.

Merasim mendillerinin kenarlarındaki bordür işlemeleri o kadar geniş yer kaplamaktadır ki geriye kalan kısmı ter ve burun silmeye elverişli değildir. Görsel 3' te yer alan 16. yüzyıla ait merasim mendili keten kumaş üzerine altın telli bordür işlemeli zemin üzerine mavi, kırmızı, yeşil siyah ipek ve gümüş telle madalyon, bulut, stilize çiçek nakışları bulunmaktadır. İşlemelerden kalan orta kısmı dört yapraklı yonca şeklini hatırlatmaktadır (Berker, 1977, s. 10).

Görsel 3. Merasim Mendili (Berker, 1977, s. 12)

3. Hatıra Mendilleri

Savaşlarda kazanılan zaferler, kraliyetle ilgili olaylar, bilgi amaçlı metinler, haritalar gibi devrin önemli olaylarının basıldığı tarihi belge niteliğindeki mendillerdir. Görsel 4'te yer alan Hatıra Mendili kurtuluş savaşının zaferine adanmak üzerine yapılmış olan mendildir. Mendilin üst bölümünde "Hatıra-yı Zafer" yazmaktadır. Yine üst bölümdeki dairelerin içinde, İstiklal Marşı'ndan alıntılar yer almaktadır. Sağ üst köşedeki dairenin içinde "Korkma, Sönmez Bu Şafaklarda Yüzen Al Sancak. O Benim Milletimin Yıldızıdır Parlayacak", sol üst köşedeki dairenin içinde "Dalgalan Sen de Şafaklar Gibi Ey Nazlı Hilal, Olsun Artık Dökülen Kanlarımın Hepsi Helal" yazmaktadır. Boyutları 42*45 cm'dir (Aydemir, 2008 s. 119).

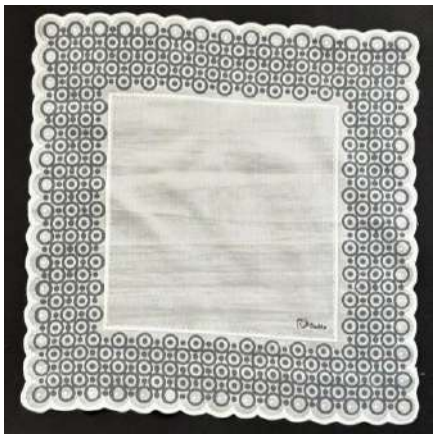
Görsel 4. HATIRA-YI ZAFER (Aydemir, 2018 s.119)

Kullanım Yerine ve Kişisine Göre Mendiller

Günlük yaşamda bireylerin kullanımlarına yönelik mendillerdir.

1. Damat Mendilleri

Beyaz veya pastel tonlarda olup, daha sade ama zarif süslemelere sahiptir. Genellikle gelin tarafından hediye edilir ve üzerinde işleme, harf veya küçük motifler yer alabilmektedir. Görsel 5'te yer alan Damat Mendili 30*30 cm boyutlarında, ipekli kumaştan jakar dokumadır.



Görsel 5. Damat Mendili (1970 Mehmet Uruşak'a ait Damat Mendili, Fotoğraf Derya Buluç)

2. Gelin Mendilleri

Genellikle ipek ya da ince keten kumaştan yapılan, kare şeklinde boyutları 27*27 cm civarındadır. Kenarları oyalı, köşe kısmında harf ya da çiçek motifi işlemeli mendillerdir. Düğün mendilleri beyaz renkli, kına mendilleri kırmızı renklidir.

Kına gecelerinde gelin ve damadın eline kına yakıldığında ellerine kırmızı bir mendil sarılır. Kırmızı mendil sarılmasının sebebi gelin ve damadı nazardan ve kötü ruhlardan korumak içindir. Bazı yörelerde de gelin, eşinin evine alıyla girip kefeniyle çıksın, diye düşünülerek gelinin bir eline kırmızı bir eline de beyaz mendil bağlanır (Ünalan, 2023 s.109). Kına mendillerinde genellikle tel kırma işleme yapılmaktadır. Görsel 6'da yer alan Gelin Mendil'i 26*26 cm boyutunda, pamuklu kumaştan yapılmıştır. Bir köşesinde dantel anglez tekniği kullanılmış olup, tül üzeri harf işlemeli, kenarları dantel şerit ile çevrelenmiştir.

Görsel 6. Gelin Mendili (1925 Ayten Oylum'a ait Gelin Mendili, Fotoğraf Derya Buluç)

3. Çocuk Mendilleri

Bayramlarda büyüklerin çocuklara el öpmeliği olarak mendil vermeleri sevgi göstergesiydi (Şimşek, 1960 s. 2123). Çocuk mendilleri genellikle pamuklu kumaştan üretilmektedir. Mendil süslemesinde baskı, nakış ve kanaviçe işlemeler yapılmaktadır. Renkli ve neşeli desenler, hayvan figürleri, çiçek motifleri veya nazar boncuğu gibi koruyucu semboller desen olarak kullanılmaktadır.

Görsel 7'de yer alan çocuk mendilleri pamuklu kumaştan olup boyutları 25*25 cm'dir. Sol görselde yer alan çocuk mendilinde baskı tekniği, sağ üst görsel çiçek nakış işlemeli, sağ alt görsel figür işlemelidir.

Görsel 7. Çocuk Mendili (Fotoğraf Derya Buluç)

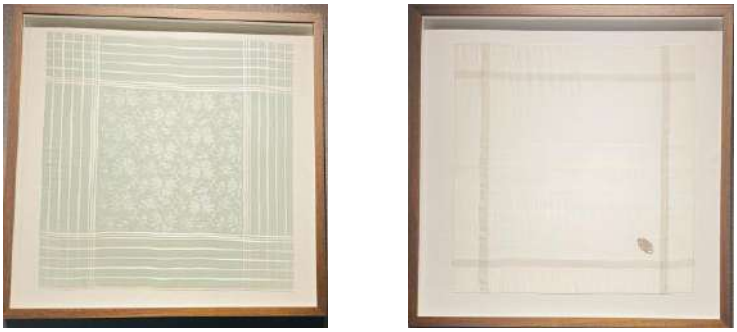
4. Bebek Yüz Mendili

Bebekler uyuduklarında yüzlerini örtmek için bebek yüz mendilleri kullanılmaktadır. Tülbent, şifon, müslin gibi ince kumaşlar tercih edilmiştir. Kenarları oya işlemelidir. Görsel 8'de yer alan Çocuk Mendili ipekli şifon kumaştan olup boyutu 45*45 cm'dir. Kenarları iğne oyalıdır.

Görsel 8. Bebek Yüz Mendili (Fotoğraf Derya Buluç)

5. Atatürk Mendilleri

Cumhuriyet Dönemi'nde Mustafa Kemal Atatürk Türk hakanlarının ikonografik oturuşunu devam ettirmiş; ancak gücün, iktidarın simgesi olan mendil modernizmin etkisiyle ceketin mendil cebinde yer almıştır (Uysal,2020:110). Atatürk'ün takım elbiseleriyle birlikte köstekli saati ve göğüs cebinden mendilinin hiç eksik olmadığından söz edilmektedir. Gömleklerine ve mendillerine adının baş harfleri GMK işlenmiştir.



Görsel 9. Atatürk Mendilleri (Maziden Atiye Zarafet Sergisi, 2024, Fotoğraf Derya Buluç)

Sonuç

Bu çalışma, geleneksel Türk mendillerinin biçimsel özellikleri, kullanılan malzemeler ve süsleme teknikleri üzerinden kültürel bir çözümleme sunmaktadır. Mendiller; yalnızca temizlik aracı değil, aynı zamanda sosyal iletişimde, dini ritüellerde, törenlerde ve kişisel duyguların ifadesinde kullanılan çok yönlü bir kültür öğesi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Her mendil, taşıdığı renk, desen ve işleme ile ait olduğu dönemin estetik anlayışını ve toplumsal değerlerini yansıtmaktadır. Özellikle merasim, destimal ve hatıra mendilleri, tarihsel olaylara, dini inançlara ve toplumsal hafızaya dair sembolik anlamlar taşırken; erkek, kadın ve çocuk mendilleri bireysel kullanım bağlamında çeşitlenerek mendilin gündelik yaşamdaki yerini göstermektedir.

Mendil hem maddi kültürün bir parçası hem de manevi anlamların taşıyıcısıdır. Bu yönüyle, halk bilimi, sanat tarihi ve tekstil kültürü açısından önemli bir araştırma nesnesidir. Zamanla unutulmaya yüz tutmuş olan mendil geleneği, bu tür çalışmalar sayesinde yeniden görünür kılınmakta ve kültürel miras olarak gelecek kuşaklara aktarılmaktadır.

Sonuç olarak mendil sadece bir bez parçası değil; bir sessiz anlatıcı, bir duygusal taşıyıcı ve bir kültürel sembol olarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

Atalay, B. (1992). Divânü Lügati't-Türk Tercümesi I. TDK Yayınları.

Berker, N. (1977). Türk Mendil Kültürü. *Sanat Dünyamız*, Sayı: 9, 8-12.

Karakaya, B., (2020). Osmanlı'da Mendil Alışkanlıkları, https://www.gzt.com/nihayet/osmanlida-mendil-aliskanliklari-3546897

Solak, N.D., Berkli, Y., (2022). Türk-İslam Kültüründeki Destimal Geleneği İle Hristiyan İnancındaki Kutsal Mendil İkonografisinin Karşılaştırılması, *Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Sanat Tarihi Dergisi*, Cilt: 31, Sayı: 1, 741-771.

Stone, C., (2007). The Skill Of The Two Hands. *Aramco World*, May/June Volume 58, Number 3, p. 30-37.

Şimşek, S., (1960). Mendilin Hikayesi. *Türk Folklor Araştırmaları*, Nisan, Sayı 129, s. 2123-2125.

Tanrıbuyurdu, G., (2010). Bir Kültür Taşıyıcısı Bir Gizli Dil: Klâsik Türk Şiirinde Mendil. *Milli Folklor*, 22 (87), 196-203.

Türkyılmaz, D., (2024) Aşkın ve Ayrılığın Sessiz Dil: Türkülerde Mendilin Simgesel Yolculuğu. *Akademik Dil ve Edebiyat Dergisi*, 8(3), 1358-1380.

Uysal, Günay (2020). Dede Korkut Hikâyelerinde Mendil Sözcüğünün Kavramsal Alanı, *Uluslararası Dede Korkut Bilgi Şöleni ve Deli Dönmez'e Ad Verme Çalıştayı*, İstanbul: s.106-120.

Ünalan, Ö., (2023). İşlevsel Halk Bilimi Kuramı Çerçevesinde Türk Halk Kültüründe Mendil, *Motif Akademi Halkbilimi Dergisi*, 2023, Cilt: 16, Sayı: 41, 98-122

Yetim, F. (2017). Beypazarı Yöresi Geleneksel Kadın Giyiminde İşlemeli Çevre Hırka Örnekleri". *İdil Dergisi*, 6 (29), s.401-422.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

A CONCEPTUAL ASSESSMENT OF THE RELATIONSHIP BETWEEN GRAPHIC DESIGN AND HEDONIC CONSUMPTION

Arş. Gör. Dr. Duygu KIZILDEMİR
Batman University, Faculty of Fine Arts, Department of Graphic Design, Batman, Turkey,
ORCİD: ID/ 0000-0003-1687-8179

ABSTRACT
It is evident that today's modern consumer society does not only target consumption based on needs, but also clearly embraces consumption focused on pleasure and desire. Thus, consumption is moving away from functionality and becoming a means of emotional satisfaction for society. This situation not only alters the supply-demand cycle in consumption but also influences the working methods of the graphic design field, transforming the design approach focused on need into one that produces designs aimed at selling imagery and emotional experiences. Graphic design elements such as color, form, composition, and typography are strategically designed and positioned to attract the consumer's attention, direct their emotional responses, and create desire for the brand. The aim of this study is to reveal that graphic design does not merely offer a formal aesthetic, but also functions as an important dynamic that ensures the continuity of consumer culture. In this context, a qualitative approach has been adopted as the methodology. A theoretical framework regarding the relationship between hedonistic consumption, sensory experience, and graphic design has been established through a literature review. Current examples of graphic design used in advertising and brand communication have been examined. Document and visual analyses show that graphic design accelerates the consumption cycle by stimulating individuals' desires and emotional orientations. The products of this field, which solidifies the position of brands in the market, are not only produced with formal concerns in mind, but also take on social and cultural functions.
Keywords: Graphic Design, Consumer Society, Hedonic Consumption

GRAFİK TASARIMIN HEDONİK TÜKETİMLE KURDUĞU İLİŞKİ ÜZERİNE KAVRAMSAL BİR DEĞERLENDİRME

ÖZET
Modern tüketim toplumunun bugün yalnızca ihtiyaç temelli tüketimi hedeflemediği, haz ve arzu odaklı tüketimi belirgin olarak benimsediği görülebilmektedir. Böylece toplum için tüketim işlevsellikten uzaklaşmakta duygusal tatmin aracı haline gelmektedir. Bu durum tüketimdeki arz talep döngüsünü değiştirmekle birlikte grafik tasarım alanının çalışma biçimini de etkilemektedir; ihtiyaca yönelik tasarım anlayışını imaj ve duygusal deneyim satmak için üretilen tasarım anlayışına dönüştürmektedir. Renk, biçim, kompozisyon, tipografi gibi grafik tasarım ögeleri tüketicinin dikkatini çekmek, duygusal tepkilerini yönlendirmek ve markaya yönelik arzu ortaya çıkarmak için stratejik biçimde kurgulanmakta ve konumlandırılmaktadır. Çalışmanın amacı, grafik tasarımın yalnızca biçimsel bir estetik sunmadığını, aynı zamanda tüketim kültürünün sürekliliğini sağlayan önemli bir dinamik olarak işlev gördüğünü ortaya koymaktır. Bu bağlamda yöntem olarak nitel bir yaklaşım benimsenmiştir. Literatür taramasıyla hedonik tüketim, duyusal deneyim ve grafik tasarım ilişkisine dair kuramsal bir çerçeve oluşturulmuştur. Reklam ve marka iletişiminde kullanılan güncel grafik tasarım örnekleri incelenmiştir. Doküman ve görsel analizler göstermektedir ki grafik tasarım, bireylerin arzularını ve duygusal yönelimlerini harekete geçirerek tüketim döngüsünü hızlandırmaktadır. Markaların pazardaki yerini sağlamlaştıran bu alanın ürünleri sadece biçimsel kaygılarla üretilmemekte aynı zamanda toplumsal ve kültürel işlevler üstlenmektedir.
Anahtar kelimeler: Grafik Tasarım, Tüketim Toplumu, Hedonik Tüketim

GİRİŞ

Günümüz toplumunda tüketim olgusu, yalnızca temel ihtiyaçların karşılanması sürecini ifade etmekten uzaklaşmıştır. Bu olgu, haz, arzu ve kimlik inşası gibi çok boyutlu süreçlerle iç içe geçmiş bir toplumsal yapı hâline gelmiştir. Modern tüketim toplumu yapısı bireyleri yalnızca ihtiyaç temelli alışverişlere değil, aynı zamanda duygusal tatmin ve sembolik anlamlara yönlendirmektedir. Bu bağlamda, tüketim artık yalnızca ekonomik bir faaliyet değil, aynı zamanda kültürel, psikolojik ve estetik bir deneyim olarak nitelendirilmektedir.

Hedonik tüketim anlayışı, bireylerin ürün ve hizmetlerden elde ettiği mutluluk, keyif, haz ve duygusal tatmini ön plana çıkarmaktadır. "Hedonik tüketim, eğlence, hayal gücü, duygusal heyecan dürtüleriyle gerçekleşir. Hedonik tüketim kavramı, birçok ürünü yalnızca ürünün tüketicide bıraktığı duygusal ve öznel yansıması için tüketen insanı tanımlar" (Emül & Yücel, 2021: 6). Bu anlayış, tüketim eyleminin salt işlevsellikten ziyade haz arayışına dayandığını ortaya koyar. Renkler, dokular, biçimler, duygusal çağrışımlar, hedonik tüketimin temel bileşenlerini oluşturur. Tam da bu noktada grafik tasarım, hedonik tüketimin en güçlü araçlarından biri olarak öne çıkar.

Grafik tasarım, yalnızca görsel iletişimin bir unsuru değil, aynı zamanda tüketim kültürünün üretilmesi, yeniden kurgulanması ve topluma aktarılması sürecinde merkezi bir rol üstlenmektedir. Görsel, renk, slogan gibi seçimler aracılığıyla markalar, tüketicinin duygularına doğrudan hitap eden stratejiler geliştirmektedir. Bu durum, grafik tasarımın tüketim toplumunda yalnızca estetik bir işlev görmediğini, aynı zamanda haz ve arzu üretiminin temel aktörlerinden biri hâline geldiğini göstermektedir.

Bu bağlamda Coca-Cola'nın "Taste the Feeling" veya "Enjoy the Moment" kampanyaları, mutluluk ve paylaşım duygusunu görsel dil aracılığıyla somutlaştırmakta, bir arzu nesnesine dönüştürmektedir. Ülker'in "Mutluluk Her Yerde" söylemi, küçük anların keyif alınan deneyimlerle bütünleşmesini vurgulayarak tüketiciyi duygusal bir tatmin sürecine davet etmektedir. Nike'ın "Just Do It" kampanyası ise başarı, cesaret ve sınırların ötesine geçme arzusunu görselleştirerek tüketimi yalnızca bir spor ürününden çok daha fazlası hâline getirmektedir. Dolayısıyla grafik tasarım, tüketim toplumunun haz ve mutluluk vaatleriyle şekillenen hedonik tüketim pratiklerinin görselleştirilmiş hâlidir. Bu çalışma, grafik tasarımın hedonik tüketim bağlamındaki rolünü ve tüketim toplumunun bu görsel dil üzerinden nasıl üretildiğini incelemeyi amaçlamaktadır.

HEDONİZM VE TÜKETİM

Tüketici toplumu tarafından üretilen ve beslenen tüketici türü, Nietzsche'nin alaycı fakat öngörülü "son adam" karikatüründen esinlenen John Carroll tarafından ustalıkla tasvir edilmiştir. Bu toplumun ilkesinde "Kendini kötü hissediyorsan ye" söylemi vardır. Tüketici çoğunlukla melankoli içerisindedir. Tüketici kendini sürekli boş, soğuk, yavan, hisseder ve sürekli sıcak, canlı, heyecanlı şeylerin peşindedir. Kötü histen kurtulmanın yolunun tüketmekten geçtiğini düşünür. "Tüket ve iyi hisset!" Fikri bu noktada hayat bulur. The Beatles'ın deyimiyle insan "mutluluğu içinde hisset"melidir. İhtiyaç duyulan tatmin, insanın içinde üretilen anlamlarda gizlidir, tükettiklerinde değil (Bauman, 2010: 86).

Tüketici nesnelerle tutkularını, yeteneklerini ve egosunu tatmin etmeyi istemektedir. Hatta tüketici kimliklerini tükettikleriyle oluşturmakta, kendini nesnelerle tanıtmakta ve nesnelere büyük anlamlar yüklemektedir. Tüketilen ürünler kimliklerin göstergelerine dönüşmüş durumdadır. Kimin neyi tükettiği analiz edilerek deneyimlerine, yaşam kalitesine ilişkin bilgi edinilebilmektedir (Belk, 1995, aktaran Özcan, 2011: 137).

Tüketim bağlamında hedonik anlayışı ise kavramsal olarak ilk kez Hirschman ve Holbrook (1982) kullanmıştır. Tüketicilerin satın alma deneyimlerini duygusal açıdan değerlendirerek sadece ürün ve hizmetlerden fayda sağlamak amacıyla tüketim yapılmadığını vurgulamışlardır. Tüketiciler ihtiyaç ve somut fayda edinimi dışında ürünlere haz ve keyif alma istemiyle yönelmekte, bir duygusal tatmin aracı olarak görmektedirler (Aktaran Akgün & Diktaş, 2017: 66).

Hedonizm Fransızca "Hedonisme" kelimesinden gelmekte olup, kökeni Antik Yunancada "Hedys" "tatlı ve hoş" kelimesinden türetilen (hedone) "zevk veya keyif" kelimesine dayanmaktadır (Ray & Sampaolo, 2018, aktaran Coşkun, 2019: 27). Bramble (2016: 87) hedonizmi kişinin yaşamı üzerinden değerlendirmiştir ve onun iyi ve kötü yönlerinin yalnızca haz ve acı tarafından belirlenmesi olarak tanımlamıştır.

Hedonizm terimi genel olarak psikolojik ve etik olmak üzere iki başlıkta incelenmektedir (Okuno, 2011, aktaran, Coşkun, 2019: 27). Psikolojik hedonizm sadece acını ve hazzın insan davranışlarını güdülediğini savunmaktadır. Etik hedonizm ise yalnızca hazzı değerli görerek acı ve hazsızlığın değersiz olduğunu vurgulamaktadır. Jeremy Bentham "Ahlak ve Yaşamanın İlkelerine Giriş" eserinin ilk iki cümlesinde psikolojik ve etik hedonizme birlikte yer vermiş, bütünleştirmiştir: "Doğa, insanlığı iki egemen efendinin —acı ve haz— yönetimine vermiştir. Ne yapmamız gerektiğini de ne yapacağımızı da yalnızca onlar belirler." Hedonizm düşüncesine katkı sunan isimler arasında Aristoteles, Platon, Aristippos, Epikuros, Butler, Hume, Aquinas, Mill, Brentano, Moore, Ross, Sidgwick, Nietzsche, Ryle, Broad ve Chisholm sayılabilir.[1]

Antik Çağ'da hedonizm "en yüksek iyi nedir" sorusuna verilen haz cevabıyla ortaya çıkmıştır. Aristippos maddi hazlar üzerinde dururken, Epiküros manevi hazlara öncelik vermiştir. Haz 19. Yy'da faydacı yaklaşımla ele alınmış, ilk faydacı düşünürlerden Bentham haz ve acının ölçülebileceğini iddia etmiştir. Mill ise hazzı nitelikle bağdaştırmıştır. Bütününe bakıldığında hedonizm anlayışında kişinin iyi yaşamı haz ile mümkündür ve kişi iyi bir yaşam için haz oluşturacak davranışlar sergilemektedir (Şengül, 2021: 195). Haz kişiyi mutlu kılacak tüm hisler olarak nitelendirilmiş, hoşnutluk, coşku, sevinç, tatmin, rahatlama, haz alma, huzur, sevme, neşe, mutluluk, övünç, memnuniyet, minnettarlık, başkasının şanssızlığından zevk alma vb. duygusal deneyimler bu bağlamda değerlendirilmiştir.[2] Dolayısıyla insana dair en kolay biçimde algılanabilecek kuram hedonizmdir; kişi hayatı boyunca haz peşinde koşmakta, doğası gereği acı ve ıstıraptan kaçınmaktadır.[3]

Tüketim toplumunun ve kapitalist sistemin devamlılığı için haz ve arzuya dayalı hedonik tüketimin varlığı gerekli görülmektedir. Bunun sebebi tüketim kültürünün temelinin tüketicinin tükettiklerinden aldığı keyif ve haz tarafından belirlenmesidir. Bu haz arayışı iyi veya kötü, doğru ya da yanlış olarak tanımlanmaz. Ayrıca tüketimin sadece maddi koşullar sağlanmasıyla tanımlanmamasından kaynaklı bütün düzey ve sınıftan insanın tüketim kültürünün sürecinden etkilenmesi mümkün olabilmektedir. Tek şart iyi tüketici olmaktır. "Hedonist tüketimin en belirgin özelliği kişinin elindeki nesnelerle yetinmemesi ve sürekli bir arayış içinde olmasıdır." Bir üründen beklenen tatmin duygusu giderildiğinde yeni ürün arayışı başlamaktadır. Stephen Gould'un tanımladığı "arzu, ölüm ve arzunun yeniden doğumu" döngüsü bu yapıyı açıklar: Nesneye duyulan arzu yükselir, tüketimle doyurulur, kısa süreli bir tatmin yaşanır, ardından arzu sönümlenerek tüketici yeni nesnelere yönelir (Belk, 1995 & Arslan, 2002'den aktaran Özcan, 2011: 141).

Şengül (2021: 196) hedonik tüketim ile ilgili tüketim anını, öncesini ve sonrasını kapsayan bir süreçten bahseder. Bu süreç arzu ve duygusal haz alma duygusu ile güdülenmektedir. Hedonik tüketimde tüketici ihtiyaçtan ziyade zevk, mutluluk arayışına girmekte bu duyguları yaşamayı öncelemektedir. Bu bir döngüye dönüşmekte, tüketici aynı hissi tekrar tekrar yaşamak için tüketmeye devam etmektedir.

Tay ve Diener (2011) daha fazla haz odaklı ürüne sahip olmanın ve bunları tüketmenin, kişisel mutluluğa ve iyiliğe ulaşmanın en kestirme yolu olduğundan bahseder. Ancak tüketimin azalmasının hedonik tüketim bağlamında açtığı ruhsal sıkıntılara dair literatürün sınırlı olduğunu ve bu konunun büyük bir öneme sahip olduğunu belirtirler. Bu konuya ilişkin bir araştırmada ortaya konan bir sonuç olarak belirli ürünlerin tüketimi baskılandığında tüketicilerde stresin ortaya çıktığını ve bu stresin ilgili ürünlerin tüketimiyle hafifletilebileceğini ifade etmişlerdir (Aktaran Li & Zeng, 2025: 3).

Genel olarak tüketici piyasasının tüketicileri baştan çıkardığına dair söylemlerde bulunulur. Ancak bunu yapabilmek için baştan çıkarılmayı bekleyen bir tüketici kitleye ihtiyaç vardır. Başarıya ulaşmış bir tüketim toplumunda tüketiciler aktif biçimde baştan çıkarılmayı beklemektedir (Bauman, 2010: 87).

Hedonizmin bireysel istek ve arzuları yücelten bakış açısının modern tüketim toplumunun sürdürülebilirliği açısından büyük öneme sahip olduğu belirgindir. Modern tüketim toplumu ile ilişkisi bağlamında, üretim ayağını oluşturan modern endüstriyel toplumun ortaya çıkışında ise bireyin kendi davranışları üzerindeki kontrolünü ve kendisinin efendisi olmasını önceleyen çilecilik düşüncesinin de önemli bir rol üstlendiği belirtilmiştir. Nitekim mantık ve kanıtların gösterdiği üzere, modern üretici ve

[1] https://plato.stanford.edu/eNtRIeS/hedonism/(Erişim Tarihi: 03.08.2025).
[2] https://plato.stanford.edu/eNtRIeS/hedonism/(Erişim Tarihi: 03.08.2025).
[3] https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2022/jan/23/hedonism-is-overrated-to-make-the-best-of-life-there-must-be-pain-says-yale-professor (Erişim Tarihi: 04.08.2025).

tüketicilerin 18. yüzyılda İngiltere'de hemen hemen aynı dönemde ortaya çıkmıştır. Bu durum modern tüketim toplumu ile modern endüstriyel toplumun ve onların meşruiyet temellerini oluşturan Weber'in Protestan Etiği'nin nedensellik ilişkisi olmaksızın eşzamanlı geliştiğini göstermektedir (Campbell, 2020, aktaran Kayacan, 2013: 15). Özellikle postmodern dönemin tüketim kültüründe hazza yapılan vurgu, tüketim üzerinden yaratılan haz arzusunun sürekliliğini sağlamaktadır. Zira bir nesnenin tüketim aracı olabilmesinin temel koşulu, bireyin o nesneden haz duyabilmesidir (Channey, 1999, aktaran Özkan & Erciş, 2024: 43).

TÜKETİM TOPLUMU VE GRAFİK TASARIM İLİŞKİSİ

Marshall (1999) tüketim toplumu terimini üretimden ziyade tüketimin ön planda olduğu; bireylerin boş zaman etkinlikleri ve mal tüketim biçimleri etrafında toplumsal yapının biçimlendiği bir toplum modeli olarak tanımlar. Ona göre bu yapıda öne çıkan yönelimler tartışmalı görülse de genel olarak refah seviyesinin artması, toplumun burjuva değerlerine yönelmesi, popüler kültürün kitlesel ölçekte yaygınlaşması, sınıfsal ayrımların belirsizleşmesi, tüketim odaklı yeni sektörlerin oluşması ve bireyselliğin belirginleşmesi gibi dönüşümler bu yönelimleri oluşturmaktadır (Aktaran Bayhan, 2011: 223).

Tüketim toplumuyla birlikte, tarihte ilk kez bilinçli bir toplumsal girişimle karşı karşıya olunduğu söylenebilmektedir. Bu girişim geri döndürülmesi mümkün görülmeyen, doyum sınırını aşan ve yerine başka bir şeyin konulamayacağı bir sistemle tamamen bütünleşmiştir. Oluşturulan bu sistemle, yaşamın hemen her alanında karşılıklı etkileşim içinde olduğu açıkça anlaşılabilen doğal güçlerin, insani ihtiyaçların ve teknolojik gelişmelerin yerini almak hedeflenmektedir. Sistemin itici temel gücünü ise nesnelerin bilinçli biçimde dayatılması ve sürekli olarak yerine yenisinin konmasının toplumun büyük kesimlerince sorgulanmadan benimsenmesi oluşturmaktadır (Baudrillard, 2011: 165).

Tüketim toplumu için tüketime dayalı geliştirilen ekonomi düşüncesine göre tüketici sürekli değişen ürünlerle geçici doyuma ulaştırmalıdır. Bauman bunun iki anlama geldiğinden bahseder ilki tüketime sunulan ürünlerin hazırlanması uzun bir zaman gerektirmemeli hemen tüketilmeli ve tatmin duygusu oluşturulmalıdır. İkincisi ise bu istek ve tatmin duygusu ürünün zamanı dolar dolmaz yeni bir ürüne ve ona ulaşma arzusuna yöneltilmelidir (Bauman, 2010: 85). Tüketim kültürünün yarattığı tüketici yapısı bu arzuyla biçimlendirilmektedir. Bu sistemde tüketim yaşamın temel gayesi olarak empoze edilmekte bunun sonucu olarak bireyler tüketimden uzaklaştığı zamanlarda eksiklik ve yetersizlik duygusu yaşamaktadır. Baudrillard çalışmasında tüketiciye seslenerek zihninde hiçbir zaman bozulmayan bir nesne canlandırmasını ve bu durumu tüketici olarak sorgulamasını ister. Ona göre hiçbir zaman bozulmayan nesneler ve yenisini alamayacak olma hissi tüketicide düş kırıklığına yol açacak ve korkutucu olacaktır (Baudrillard, 2011: 164).

Tüketim toplumunda yaratılan sistemde bireylerin tüketim kalıplarını diğer bireylerin tüketim kalıplarıyla kıyaslaması sağlanmıştır. Böylece toplumsal düzende görebilme ve imrenebilme daha eşitlikçi bir yapıya büründürülmüştür. Bireyler tüketim ürünlerine sahip olamasalar bile onları görebilme ve izleyebilme hakkına sahip olmuş, herkesin bir gün sahip olabileceğine olan ideolojik vaat sürdürülebilirlik kazanmıştır. Yeterli gelire sahip olmayan bireylerin bile bu yöntemle umut ve hayalleri canlı tutularak tüketim sisteminin devamlılığı sağlanmıştır (Yavuz, 2013: 222).

Bauman'a göre tüketicilerin nesneye duydukları istek, umut ve hayalleri uzun süre canlı tutulamıyorsa odaklanması sağlanmıyorsa, memnuniyetsizlik oranları yüksekse, kolaylıkla ilgi duyup hızla ilgi kaybediyorlarsa bu sistemin hedeflediği amaç elde edilmiş demektir. Üretilen her ürün tüketiciler tarafından öngörülen oranda tüketildiği, yeterli talebin ve satışın sağlandığı veya tüketicinin üründe doyuma ulaştığı hissedildiğinde yerine yenisi geçmelidir. Üretilen bu tüketim kültürü arzulama kadar unutmayla da ilişkilendirilmektedir. Artık geleneksel ihtiyaç ve ihtiyaçların giderilmesi süreci tersine işlemektedir, tüketim ihtiyacın sınırlarının dışına çıkmış tüketim fikri asıl ihtiyaç haline getirilmiştir. "Tatmin vaadi ve umudu, tatmin edileceği vaat edilen ihtiyaçtan önce gelir ve her zaman, mevcut ihtiyaçtan daha yoğun ve çekici olacaktır" (Bauman, 2010: 86).

İhtiyaç kavramının değişmesi kitlelerin toplumsal yaşamın getirdiği sorunlarla başa çıkma yollarını da değiştirmektedir. İlk modern pazarlama araştırmacılarından Paul Nystrom, modern çağın yol açtığı toplumsal yorgunluk ve bitkinlik hâline dikkat çekmektedir.

Ona göre, bu durum bireylerde "yararsızlık felsefesi"ne ve başarılarla ilgili bir tür hayal kırıklığına sebep olmuştur. Nystrom, modern toplumun bu tükenmişliğe karşı bir çıkış yolu olarak "modanın egemenliği altındaki daha yüzeysel şeyleri" değiştirmeye yöneldiğini savunur. Bu bağlamda, fiziksel ve duygusal olarak yorgun düşen birey, yaşam koşullarını doğrudan değiştirmeye çalışmak yerine, çevresini yeni ürün ve hizmetlerle canlandırarak duygusal bir rahatlama arayışına girer. Böylece birey, tüketim yoluyla geçici bir yenilenme, mutluluk ve tatmin duygusu elde etmeye çalışmaktadır. Bu eğilim, tüketim kültürünün ihtiyaçların yanı sıra psikolojik boşlukları da hedef aldığını göstermesi bakımından önemlidir (Lasch, 1997: 126).

Toplumun bir tüketim toplumuna evrilmesinde, yaratılan kültürel kodlara ek olarak, onun temsil ettiği yaşam tarzının öne çıkarılması da etkili olmaktadır. Çünkü tüketim toplumunda satın almanın güdülenebilmesi temel ihtiyaçların karşılanmasından çok, prestij kazanma, belirli bir sosyal gruba dahil olma, sınıf atlama, kimlik oluşturma ve statü gösterme gibi simgesel anlamlarlar üzerinden gerçekleşmektedir. Bu süreçte grafik tasarımcılar, ürünlere bu simgesel değerleri kazandıran ve onları görsel anlatımla kullanıcıya aktaran önemli aktörler hâline gelmektedir. Tasarımlar aracılığıyla tüketiciye; ürünü kullandığında yaşamında olumlu bir dönüşüm yaşayacağı, toplumsal konumunun yükseleceği, belli bir kimlik ya da aidiyet duygusuna sahip olacağı gibi mesajlar iletilmekte, bu anlatılar mitolojik ya da kültürel referanslarla desteklenmektedir (Bostancı vd., 2018: 774).

Grafik tasarım bir görsel iletişim yolu olarak bilinir ve grafik tasarımcı her gün karşılaşılan imgeleri birer mesaj aktarım ileticisi olarak göstergeleştirebilme yetisine sahiptir. Bu iletiler görselleştirilirken nesneler birer kurgu ögesi olarak tasarlanmakta anlam oluşturma sürecine eklenmektedir (Kaptan & Sayın, 2020: 811). Üzerine düşünülerek belli stratejilerle oluşturulan her iletişim yöntemi toplumsal inşa sürecinde kullanılmaktadır. 2. Dünya savaşı sonrası tüketim için oluşturulan toplum anlayışı belirgin biçimde manipüle edilmiş, grafik tasarım ise bu sürecin devamlılığının sağlanmasına bir aracı olarak hizmet vermiştir. Fordist üretimle dönüştürülen tüketim kültürü grafik tasarımla ve reklamla beslenmiştir (Bostancı, 2016: 589).

Press ve Cooper'a (2008) göre tasarım çevremizdeki nesnelere işlev, biçim ve ambalaj kazandırır. Tasarım her mesajda için bir sunum biçimi ve nesnenin nasıl okunması gerektiğine dair bir yol belirler; kültürel anlamları tasarım içinde aktif anlam ögelerine dönüştürür. İzleyici tarafından gerçekleştirilen her okuma içinde bulunulan kültürel bağlama ve hedef kitlenin ihtiyaçlarına göre şekillenir. Bu aktif, kompleks ve bilinçli mekanizma sonucunda her tasarım nesnesinin anlamı hedef kitle için oluşturulmuş olur. Tasarımın üretilmesi ve yorumlanması sürecinde ürün ve reklama hedef kitlenin değerleriyle örtüşen sembolik bir değer kazandırılır ve tüketici algısı yönlendirilir (Aktaran Pankinaa vd., 2016: 8775). Tasarım, bu şekilde piyasa mekanizmalarının bir parçası olur ve kültür, üretim ve tüketim sisteminde belirli bir yer edinir. Bu nedenle her tasarım için taşıdığı misyon ve izler kitlenin sosyo-kültürel bileşeni en önemli unsurlardır. Tüketim toplumunda tüketim nesnesi bireyi daha mutlu, daha gelişmiş, daha ilham almış hissettirmelidir (Pankinaa vd., 2016: 8775).

Aslında her grafik tasarımcı bu mesleği seçmesinin öncesinde hatta çocukluğundan itibaren başta yaşadığı toplum olmak üzere birçok toplumun kültürel kodlarını tanımış ve kabul etmiştir. Bu durum hali hazırda tasarımcının yaptığı çalışmalara yansıyacaktır; tasarlanan her ürün bu değerleri çoğaltarak taşıyacak ve aktaracaktır. Örneğin çocukluğunda cinsiyetlerin renklerle belirlendiği toplumda büyüyen bir grafik tasarımcı bu renkleri tasarımlarında da aynı anlamsal bütünlükle vermek isteyecektir. Böylece sistemin üretmiş olduğu ideolojiye katılarak, bilinçli veya bilinçsiz şekilde bu ideolojiye hizmet edecektir (Bostancı vd., 2018: 771).

Bugün tasarımın odağı ürün mühendisliğinden reklamcılık ve pazarlamaya kaymıştır. Tüketim kültürü, yalnızca ihtiyaçları değil, statü, kimlik ve aidiyet gibi simgesel değerleri de hedef alarak bireyleri sürekli tüketime yönlendirmektedir. Grafik tasarım bu simgesel değerleri görsel formlara dönüştürerek toplumun ihtiyacını ve tüketimini nesneden imaja çevirmektedir. Geçicilik, hızlı değişim arzusu ve medya etkisiyle şekillenen bu yapı, tek kullanımlık nesneleri ve "atıktan tasarım" gibi yaklaşımları yaygınlaştırmıştır. Estetik değerler artık piyasa kurallarına hizmet ederken, grafik ve iletişim tasarımı da sürekli değişim talebini canlı tutmakta; ürünlerin hızla değersizleşmesini ve tüketicinin sürekli eksiklik hissine kapılmasını pekiştirmektedir. Bu süreçte tasarım, yaşamı dengelemekten çok, tüketim döngüsünü hızlandıran ve bireyde tatminsizlik duygusunu besleyen bir araca dönüşmüştür.

Karmaşık görsel ve işitsel bilgi akışı, sinyaller, imgeler, reklam teklifleri, nesnel dünyanın sürekli güncellenmesi ve eskilerin yenilerle değiştirilmesi, birey üzerinde sarsıcı bir etki yaratmakta ve tüketim bağımlılığına dönüşen hastalıklara zemin hazırlamaktadır (Pankinaa vd., 2016: 8774).
Tasarım özgünlük ve farklılık kavramları üzerinden bireyleri satın almaya yönlendirme çabası içerisindedir. Aslında seri üretim mantığı çerçevesinde bakıldığında hiçbir ürün kişisel ve farklı değildir; her şey bir bütünün parçasıdır. Baudrillard kişiselleştirme ve farklılaşma mantığının kabul edilmesinin sebebini üretilen modelin bunu zihinsel bir süreç olarak işlemesinden kaynaklandığını, kişisel bilince ithaf edilemeyeceğini söyler. "Burada tuhaf olan şey herkesin kafasında yer etmiş, yarım yamalak bir düşünce doğrultusunda kendini diğerlerinden kesinlikle farklı biri olarak görmesidir." Yaratılan bu sistemde "kişiselleştirme ve bütünleşme süreçleri" bir bütündür. "Bu sistemin gerçekleştirebildiği bir mucizedir" (Baudrillard, 2011: 178). Gelinen noktada gelişen teknoloji koşulları da göz önüne alındığında grafik tasarım alanı ürünlerin pazarlama ve satış değerinin belirlenmesi açısından önemli bir konuma ulaşmıştır. Ancak tüketimin devamlılığının sağlanması bağlamında hayati bir öneme sahip olan bu alana sistem içinde manipülatif bir rol biçilmiştir (Bostancı, 2016: 588). Güçlü yan anlamlara sahip bütün sistemler gibi o da dikkat çekmek için yarışmaktadır ve tüketim alanında etkin bir pozisyonda olduğunun farkındadır; bugün neyin, neden ve nasıl tüketilmesi gerektiğini söyleyebilecek en yetkili kaynak olarak görülmektedir.

GRAFİK TASARIM VE HEDONİK TÜKETİM

Tüketim toplumunda bireyler bugün toplumsal kimliklerini inşa etmek, ait oldukları veya olmak istedikleri gruplarda kabul edilmek ve görünür olmak için tüketmektedir. Kendine ve topluma yabancılaşmış, nereye ait olduğunu bilmeyen bireyler için satın alma eylemi, arzu edilen grubun bir parçası olma ve sosyal statü kazanma yoluyla haz sağlayan bir araç hâline gelmektedir. Tüketimin verdiği mutluluk daha çok tüketme isteğini beraberinde getirmektedir. Belli bir markayı satın alabilme ve kullanabilme gücü sosyal yaşamda belirleyici bir rol oynar. Tüketilen ürünün imgesi satın alan kişiye aktarılır ve kişiyi satın alınan markanın üyesi yapar (Özdemirci, 2012: 218). Bu bağlamda tasarım stratejileri ürün pazarlamasından daha çok imaj pazarlaması üzerinden yürütülür. Grafik tasarımlarında kullanılan ögeler, tüketicinin bu haz odaklı yönelimlerini destekleyecek biçimde seçilirler ve kurgulanırlar.
Görsel kültürün oluşumunu ve yayılımını sağlayan grafik tasarım; toplumların kültürel yapısını, düşünce biçimlerini ve sosyolojik, ekonomik, teknolojik dinamiklerin yansımalarını da içinde barındırır. Bu yönüyle grafik tasarım, toplumların görsel kültürünün korunmasında, yenilenmesinde ve gelişmesinde önemli bir aktör olarak değerlendirilmelidir. Reklam afişleri, kültürel bir unsur olma özelliğiyle toplumların yönlendirilmesinde geçmişten günümüze sıklıkla kullanılmıştır ve kullanılmaya devam etmektedir. Grafik tasarımın, özellikle tüketim toplumu bağlamında gelişen teknolojik yeniliklerle birlikte, toplumların kimliğini doğrudan etkilediğini söylemek mümkündür (Sevindik vd., 2019: 45)
Tasarım çalışmalarında anlatılar kurgulanırken, ikna edici içerikler oluşturmak amacıyla duyulara hitap eden stratejilerden faydalanılmakta ve bu yolla tüketicilerle bağ kurulmaya çalışılmaktadır. Günümüz reklam tasarımları, rekabet koşullarını dikkate alarak ürettiği çalışmalarla tüketim toplumunu sürekli döngü içinde tutmayı hedeflemektedir. Tasarım ürünleri hazırlanırken duygular ön plana alınmaktadır ve satın alınan ürünler ile mutluluğa ulaşmaya hizmet kampanyaları kurgulanmaktadır. Bu bağlamda ortaya çıkan tasarımlar haz odaklı iletilerle donatılırlar, sevginin, keyif almanın temel nokta olduğu içeriklerle üretilirler. Hatta çoğunlukla kitlenin sadece tasarımla etkileşim kurduğu aşama bile duygusal bir tatmin hissiyatı yaşatabilir, tasarımın kendisi de bir tüketim ürünü haline gelebilir. 21. Yüzyıl toplumunun gereksinimleri temel tüketimden fazlasıdır, bu toplum yapısının asıl ihtiyacı duygusal tüketimdir. Bu sebeple reklam ve tasarım sektörleri bireyleri duygusal tüketime yönlendirmektedir. Bir başka deyişle bu sektörler bir kurum ya da marka ile ilgili değer oluşturarak tüketicilerde belli bir haz ve keyif alma dürtüsü yaratmaktadır.
"Rokeach'a göre; kişilerin sahip oldukları değersel amaçsal ve bu 'amaçsal değerler'e ulaşmak için davranış biçimlerini içeren 'araçsal değerler' olarak iki yönde değerlendirilebilinir."

Bu ayrıma göre amaçsal değerler mutluluğun, rahatlığın, keyfin, özgürlüğün, güvenliğin sağlandığı ve sosyal olarak kabul görüldüğü gibi bireylerin ulaşmak istediği durumları kapsarken, araçsal değerler ise temiz, dürüst, kibar, yaratıcı ve akılcı olma gibi ara değerleri içerir (Zeybek, 2014: 73). Örneğin "Digiturk" markasının "Digi digi digi Türkler, mutlu mesut aileler", "Anadolu Hayat" markasının "Evdeki huzur, zenginlik budur"[4] veya "Haribo" markasının "Çocuk ya da büyük ol HARİBO'yla mutlu ol"[5] sloganları bu bağlamda değerlendirilebilir.

Örneğin fotoğrafların da bir grafik tasarım ögesi olarak toplumlardaki gerçeklik algısından dolayı yoğun olarak kullanıldığı görülebilmektedir. Fotoğraflar görülene en çok benzeyen haliyle izleyici üzerinde daha belirgin duygusal etkiler uyandırabilmektedir. Fotoğraf reklamın yapılış amacını yerine getirmek için bilinçli biçimde seçilen ve kullanılan bir anlatım dilidir. Kullanıcıyı gerçek yaşamla hayaller arasında bırakacak biçimde kurgulanan fotoğraflar, mutlu olmanın anahtarı gibi yaratılan imajın tüketiciye en gerçekçi biçimde sunulma yolunu oluştururlar. Böylece pazarlanan şey ürün değil mutluluk ve haz haline gelir. Fotoğraflar aracılığıyla "hayal ettiğiniz dünyaya kavuşmak işte bu kadar kolay" mesajı aktarılır. Bu da hedef kitlenin idealize ettiği o dünyaya ulaşmak için sürekli yarış halinde kalmasını sağlamaktadır. Asıl nokta şudur ki döngünün devam edebilmesi için her zaman daha fazlası üretilecek ve pazarlanacaktır (Demir, 2024: 376).

Bazen bir tüketicinin bir ürünü tercih etmesi için tek neden tasarımında o ürünün kendisi için yapıldığı mesajını görmesi ve o ürün için tasarımda vaat edilen mutluluğu, heyecanı yaşayabilme ihtimalidir. Bir ürüne atfedilen duygu ve anlam aynı zamanda tüketicisine yüklenen duygu ve anlam olabilmektedir. Bir ürün için mutluluğu ifade etmek başka bir şeydir, mutluluk olmak ya da yaratmak başka bir şeydir. Reklam tasarımı içinde ürün sadece bir göstergedir ve ürün tüketilmediği sürece öyle de kalacaktır. Ancak tüketim sonrası duyguya dönüşür ve bu bir reklam tasarımının hedeflediği sonuçtur. Örneğim bir banyo losyonu heyecan duygusunu temsil edebilir ve aslında yapabileceği tek şey budur. Bir duygu barındırmaz sadece duyguyu yaşatabileceğinin sözünü verir. Bir kişi mutlu olduğu için çikolata almak isteyebilir ya da mutlu olmak için çikolata alabilir. Bu ikisi farklı şeylerdir. İlkinde ürün bir duygu uyandırması beklenmez sadece bir nesnedir. İkincisinde ise bir duygu arayışı vardır (Özdemirci, 2012: 209).

Bu bağlamda, reklam kampanyaları için üretilmiş grafik tasarım örnekleri incelendiğinde hedonik yaklaşımın izleri görsel, tipografi ve kompozisyon açısından belirgin olarak tespit edilebilmektedir. Haz ve mutluluk odaklı oluşturulan kurguların ürünlerin değil yaşanacak hislerin üzerine kurulduğu açık bir biçimde görülebilmektedir.

Görsel 1. "Ülker", "Mutluluk Her Yerde" Kampanyası
https://thebrandage.com/2015/11/19/ulker-yeni-kampanyasiyla-mutlu-olmak-icin-beklemeyinkucuk-mutluluklari-fark-edin-mutluluk-her-yerde-diyor/ (06.09.2025).

[4] https://www.prestij.com.tr/a-dan--z-ye.html (Erişim Tarihi: 06.09.2025).
[5] https://www.haribo.com/tr-tr (Erişim Tarihi: 06.09.2025).

Ülker'in "Mutluluk Her Yerde" kampanyasında kullanılan görsel, markanın hedonik tüketim stratejisini doğrudan yansıtmaktadır. Görselde bir çocuk ve babası market raflarının önünde yer almakta, çocuğun elinde tuttuğu "Ülker Çokokrem" kutusu mutluluğun kaynağı olarak öne çıkarılmaktadır. Çocuğun yüzündeki sevinç ifadesi ve babasının gülümsemesi, ürünün aile içi bağlarla bütünleşen bir haz deneyimine dönüştürüldüğünü göstermektedir. Kullanılan kırmızı ve beyaz kurumsal renkler hem markanın görünürlüğünü artırmakta hem de mutluluk temasını güçlendirmektedir (Görsel 1).
Reklamın merkezinde yer alan "Mutluluk Bulunur" sloganı, el yazısı tipografisiyle sıcak ve samimi bir ton yaratmaktadır. Bu söylem, "mutlu olmak için beklemeyin, küçük mutlulukları fark edin, mutluluk her yerde" kampanya mesajıyla birleşerek tüketimi gündelik hayatın olağan bir parçası ve mutluluk anlarının kaynağı olarak konumlandırır. Sıradan bir alışveriş deneyiminin bu şekilde duygusal bir tatmin sürecine dönüştürülmesi, markanın tüketiciyle kurmak istediği duygusal bağı güçlendirmektedir.
Kampanya, özellikle çocuklukla özdeşleşen saf mutluluk ve aile değerleri üzerinden haz dürtüsünü harekete geçirmektedir. Çocuğun masumane mutluluğu, ürün tüketimiyle doğrudan ilişkilendirilir. Böylece ürün, sadece fiziksel bir gıda değil, aynı zamanda paylaşılan anıların ve aile içindeki bağların simgesi hâline gelir. Bu durum, tüketiciyi ürüne yönlendirirken markaya karşı duygusal bir yakınlık oluşturur.
Ülker, "Mutluluk Her Yerde" kampanyasıyla sıradan bir market alışverişini bile mutlulukla ilişkilendirmekte, tüketimi yalnızca ihtiyaç karşılamanın ötesinde bir haz deneyimi olarak konumlandırmaktadır. Bu yaklaşım, markanın ürününü gündelik yaşamın ayrılmaz bir parçası hâline getirerek tüketiciyle duygusal bir bağ kurmasını sağlamaktadır.[6]

Görsel 2. "Coca Cola", "Taste The Feeling" Kampanyası
https://thinkmarketingmagazine.com/coca-cola-egypt-launches-unified-marketing-campaign-taste-feeling-slogan/ (07.09.2025).

Coca-Cola'nın "Taste the Feeling" kampanyası, markanın grafik tasarım ögelerini haz dürtüsünü tetikleyecek biçimde nasıl kullandığının güçlü bir örneğini sunmaktadır. Kampanyada kullanılan kırmızı, markanın kurumsal kimliğini güçlendirdiği gibi iştahı açıcı ve enerjik bir etki yaratmaktadır. Rengin kontrast oluşturacak şekilde öne çıkarılması, şişe ya da kutunun görsel merkeze taşınmasını sağlamaktadır. Tipografide kullanılan akıcı ve yuvarlak hatlı yazı karakteri ise samimiyet ve sıcaklık duygusu uyandırarak izleyicinin duygusal bağ kurmasını kolaylaştırmaktadır (Görsel 2).
Reklamların görsel dili, haz duygusunu tetikleyecek çeşitli sahnelerle kurgulanmıştır. Gülümseyen gençler, paylaşım anları, romantik buluşmalar ya da konser atmosferleri gibi fotoğraflar, izleyiciye yalnızca bir içecek değil, keyif dolu bir yaşam tarzı yansıtır.

[6] https://thebrandage.com/2015/11/19/ulker-yeni-kampanyasiyla-mutlu-olmak-icin-beklemeyinkucuk-mutluluklari-fark-edin-mutluluk-her-yerde-diyor/ (Erişim Tarihi: 06.09.2025).

Özellikle şişeden süzülen su damlaları, serinlik ve ferahlık hissini somutlaştırarak ürünün fiziksel tüketiminden öte duygusal bir deneyim vaat eder. Bu kompozisyonlarda ürün genellikle merkezdedir ve etrafında mutluluk anlarını yaşayan insanlar yer alır.

Kampanyanın temel stratejisi, Coca-Cola'yı sadece susuzluğu gideren bir içecek olarak değil, bireysel ve toplumsal haz anlarının sembolü olarak algılanmasını sağlamaktır. Böylelikle tüketim eylemi, fizyolojik bir ihtiyaçtan ziyade duygusal tatmin sağlayan bir deneyim hâline gelmektedir. Reklamlar, paylaşım ve aidiyet duygusunu pekiştirmekte, tüketiciyi ürün üzerinden toplumsal bir birlikteliğin parçası olmaya davet etmektedir.

"Taste the Feeling" kampanyası, Coca-Cola'yı sıradan bir gazlı içecekten öte, mutluluk, keyif ve anıların taşıyıcısı olarak sunar.[7] Bu bağlamda marka, tüketim kültürünün hedonik yönünü kullanarak ürünü bir ihtiyaç nesnesi olmaktan çıkarıp kolektif hafızaya kazınan bir mutluluk ritüeline dönüştürmektedir.

Görsel 3. "Coca Cola", "Enjoy The Moment" Kampanyası
https://www.coca-colacompany.com/media-center/coca-cola-invites-gen-z-to-live-fully-in-the-moment (07.09.2025).

Coca-Cola'nın bu yeni kampanyası da ürünün susuzluğu giderebilecek bir içecek olmanın dışında anı değerli kılan bir unsur olarak konumlandırılması üzerine kuruludur. Hedonik tüketim, ihtiyacı karşılamaktan çok duygusal tatmin, keyif ve deneyim yaşama üzerine odaklanır. Bu bağlamda Coca-Cola, tüketiciyi anın tadını çıkarmaya davet ederken markasını mutluluğun, aidiyetin ve birlikte olmanın sembolü hâline getirmektedir (Görsel 3).

Kampanyanın merkezinde anda kalmak teması yer almaktadır. Günümüz genç kuşağı, dijital mecralarda yoğun vakit geçirerek gerçek anlardan uzaklaşma riski taşımaktadır. Coca-Cola bu duruma karşı bir çözüm önerir: Telefonu bir kenara bırakıp sevdikleriyle geçirdikleri anların tadını çıkarmak. Burada haz unsuru, Coca-Cola'nın yalnızca susuzluğu gidermesi değil, birlikte geçirilen zamanı daha anlamlı, eğlenceli ve unutulmaz kılmasıdır.[8]

Kampanyada kullanılan görsel ve söylemler, haz odaklı reklam iletişiminin belirgin stratejilerini barındırır. Mutluluk ve keyif ön plana çıkarılır; arkadaşlık, paylaşım ve aidiyet duyguları Coca-Cola içme deneyimiyle doğrudan ilişkilendirilir. Ayrıca ürün, duyulara hitap eden tasvirlerle desteklenir. Buz gibi serin bir Coca-Cola'nın açılış sesi veya görsel sunumu, izleyicide duyusal bir arzu ve tatmin beklentisi uyandırır.

"Enjoy the Moment with a Coca-Cola" kampanyası, haz odaklı reklam iletişiminin güçlü bir örneğini sunmaktadır. Coca-Cola, ürünü sadece bir içecek olarak değil; mutluluğun, keyfin, aidiyetin ve anda kalma deneyiminin aracı olarak sunmaktadır.

[7] https://www.historyoasis.com/post/taste-the-feeling (Erişim Tarihi: 07.09.2025).
[8] https://www.coca-colacompany.com/media-center/coca-cola-invites-gen-z-to-live-fully-in-the-moment (Erişim Tarihi: 07.09.2025).

Böylece marka, hedonik tüketim kültürünün temel unsurlarını kullanarak tüketiciyle duygusal bir bağ kurmaktadır. Böylece ürünün değerini işlevsellikten öteye taşıyarak bir yaşam deneyimiyle bütünleştirmektedir.

Görsel 4. "Nike", "Just Do It" Kampanyası
https://krows-digital.com/nikes-just-do-it-campaign-a-masterclass-in-marketing-excellence/ (08.09.2025).

Nike'ın kampanyasında öne çıkan görsel, sporun yalnızca fiziksel bir performans olmadığını; aynı zamanda bireye haz, özgüven ve tatmin sağlayan bir deneyim olduğunu vurgulamaktadır. Sporcu, havada estetik ve güçlü bir hareket sergilerken, bu anın görsel dili "sınırların ötesine geçme" temasını yansıtmaktadır. "Do things history could only dream of" ifadesi, tarihte imkânsız görülen şeyleri başarma çağrısıyla birlikte başarıdan doğan hazzı öne çıkarmaktadır (Görsel 4).

Kampanya, bireyleri yalnızca spor yapmaya değil, aynı zamanda hayallerinin peşinden gitmeye davet eder. Burada haz, sadece fiziksel tatminden ibaret değildir. Zorlu bir hareketi başarmak, engelleri aşmak ve kendi potansiyelini keşfetmek; izleyicide duygusal bir doyum yaratmaktadır. Nike, böylece sporun disiplin boyutunu arka planda bırakıp, onu bireysel tatminin, gururun ve mutluluğun kaynağı olarak konumlandırmaktadır.[9]

Reklamın haz odaklı yapısı birkaç strateji üzerine kuruludur. Öncelikle, imkânsızın başarılması fikri izleyiciye güçlü bir motivasyon kaynağı olarak sunulur. İkinci olarak, sporun özgürleştirici yönü vurgulanır; bireyin kendi sınırlarını aşarak özgürlüğünü hissetmesi bir haz deneyimi olarak aktarılır. Son olarak, izleyiciyle duygusal bir bağ kurulmakta, Nike ürünleri, sadece spor malzemeleri değil, hayalleri gerçekleştirme arzusunun ve sınırları aşma hazzının sembolü hâline getirilmektedir.

Kampanya, Coca-Cola veya Ülker'in gündelik mutluluk temalı kampanyalarından farklı olarak, başarı ve özgüven üzerinden bir haz iletişimi kurmaktadır. Nike, sporcuların sınırlarını zorladıkları anları öne çıkararak markayı haz, motivasyon ve ilhamın kaynağı olarak konumlandırır. Bu sayede tüketiciye yalnızca ürün değil, aynı zamanda bir yaşam felsefesi sunulur: Haz, sınırlarını aşmakla mümkündür.

SONUÇ

Modern tüketim toplumunda grafik tasarım, yalnızca işlevsel bir iletişim aracı değildir, aynı zamanda haz ve arzu odaklı tüketim kültürünün en güçlü aktörlerinden biridir. Renk, görsel, kompozisyon ve tipografi gibi tasarım ögeleri tüketicinin dikkatini çekmekle kalmamakta, duygusal tepkileri yönlendirerek markaya yönelik arzu yaratmaktadır. Bu noktada markaların reklam kampanyaları, grafik tasarımın hedonik tüketimdeki işlevini açıkça göstermektedir.

[9] https://krows-digital.com/nikes-just-do-it-campaign-a-masterclass-in-marketing-excellence/ (Erişim Tarihi: 08.09.2025).

Coca-Cola'nın "Taste the Feeling" ve "Enjoy The Moment" kampanyaları, görseller ve sloganlarıyla mutluluk duygusunu ürünle birleştirmekte, tüketiciye yalnızca bir içecek değil, duygusal bir deneyim sunmaktadır. Ürün, gündelik yaşamın sıradan anlarını bile mutluluk ve hazla ilişkilendiren bir araç olarak konumlandırılmaktadır.

Benzer biçimde Ülker'in "Mutluluk Her Yerde" kampanyası, aile bağları ve çocukluk mutluluğu üzerinden duygusal tatmini amaçlar. Burada grafik tasarım; gülümseyen yüzler, sıcak renkler ve samimi görseller aracılığıyla tüketimi haz, sevgi ve aidiyetle bütünleştirir.

Nike'ın "Just Do It" kampanyası ise gündelik mutlulukların ötesine geçerek başarı hazzına odaklanmaktadır. Sporu yalnızca fiziksel bir faaliyet olarak görmemeyi, bireyin sınırlarını aşarak kendini gerçekleştirmesini duygusal bir deneyim olarak sunmaktadır. Grafik tasarımın güçlü görselliği, bedensel dinamizmi ve motivasyon verici sloganları birleşerek izleyiciye hem ilham hem de tatmin duygusu yaşatmaktadır.

Sonuç olarak, grafik tasarımın hedonik tüketim anlayışındaki rolü, yalnızca biçimsel değil aynı zamanda toplumsal bir işlev taşımaktadır. Coca-Cola, Ülker ve Nike örnekleri, markaların tasarım aracılığıyla ürünlerini tüketicinin duygusal ihtiyaçlarıyla nasıl özdeşleştirdiğini göstermektedir. Bu durum, grafik tasarımın modern tüketim kültüründe yalnızca görsel bir araç olmanın ötesinde, arzuların, hazzın ve kimliğin üretildiği güçlü bir toplumsal pratik olduğunu ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

Akgün, V. Ö. & Diktaş, M. (2017). Theoretical concept of hedonic consumption. *Annals of the "Constantin Brâncuşi" University of Târgu Jiu, Letter and Social Science Series, 2*, 64-71.

Bauman, Z. (2010). *Küreselleşme toplumsal sonuçları*, Ayrıntı Yayınları.

Baudrillard, J. (2011). *Nesneler sistemi*, Çev. O. Adanır ve A. Karamollaoğlu**,** Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.

Bayhan, V. (2011). Tüketim toplumunda bireyin ontolojik mottosu: "Tüketiyorum öyleyse varım". *İstanbul Journal of Sociological Studies* (43), 221-248.

Bostancı, E. (2016). Grafik tasarımın kültür endüstrisine etkisi. *5. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumu*, İstanbul Üniversitesi.

Bostancı, E., Erdem, R. & Aday E. B. (2018). Toplumsal dönüştürücü olarak grafik tasarım. *6. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumu*, İstanbul Üniversitesi.

Bramble, B. (2016). A new defense of hedonism about well-being. *Ergo, 3*(4), 85-112.

Coşkun, T. (2019). *Hedonik ve faydacı tüketim davranışları ile tüketici etnosentrizmi arasındaki ilişki: Kuşaklara yönelik bir araştırma* (Doktora tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Muğla.

Çağlar Demir, B. (2024). Reklam fotoğraflarında manipülasyon ve gerçeklik: Ürünlerin büyülü dünyası mı, görünenin ardındaki gerçeklik mi?, *Yeni Medya Elektronik Dergisi, 8*(3), 374-407.

Emül, S., & Yücel, A. (2021). Hedonik tüketim temalı reklam görsellerinin eye-tracking ile incelenmesi. *Researches on Multidisciplinary Approaches / Multidisipliner Akademik Yaklaşım Araştırmaları*, 1(1), 1–30.

Lasch, C. (1997). *Narsizm kültürü,* Çev. S. Öztürk ve Ü. H. Yolsal. Bilim ve Sanat.

Li H. & Zeng, W. (2025) Consumption, relative deprivation and mental health: evidence from hedonic consumption, *Front. Public Health* 13:1511547, 1-17. doi:10.3389/fpubh.2025.1511547

Kaptan, S. & Sayın, Z. (2020). Grafik tasarım bağlamında iletinin görsel tasarımlara dönüştürülmesi süreçleri. *İdil*, (69), 805-820. Doi: 10.7816/İdil-09-69-07

Kayacan, İ. (2023). *Marka aşkı, imaj, değer ve hedonik tüketim*. Eğitim Yayınevi.

Pankinaa, M. V., Khrustalyovaa, C. M., Egarmina, A. A. & Shekhovab, N. V. (2016). Role of design in the consumer culture development: Ecological context, *International Journal Of Environmental & Science Education, 11*(16), 8771-8780

Özcan, B. (2011). Hedonizm ve kimlik temeline dayalı postmodern tüketim yaklaşımı. *İstanbul Journal of Sociological Studies* (*35*), 119-130.

Özdemirci, A. (2012). *Popüler kültür tüketim psikolojisi ve imaj yönetimi*, Beta Basım.

Özkan, N. & Erciş, M. S. (2024). Reklam ve tüketim kültürü ilişkisi üzerine teorik bir inceleme. *Communicata* (27), 41-46. Doi: 10.32952/communicata.1451852

Sevindik, O., Erdem, R. & Bostancı, E. (2019). *Grafik tasarım ve kültür, Kavramdan pratiğe kimlik inşası içinde Ed. Yasin Söğüt*, Uzun Dijital.

Şengül, F. N. (2021). Tüketim toplumunda gençler ve hedonizm. *9. Türkiye Lisansüstü Çalışmalar Kongresi*, Kocaeli.

Yavuz, Ş. (2013). Türk toplumunun tüketim toplumuna dönüşümünde reklamcılığın rolü. *İletişim Kuram ve Araştırma Dergisi*, (36), 219-240.

Zeybek, I. (2014). *Reklamlarda mutluluğa davet var!, İletişim araştırmalarında göstergebilim içinde Ed. Ahmet Güneş,* LiteraTürk.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

TAZİYE'NİN POSTMODERN TİYATRODAKİ YERİ: GELENEKSELDEN MODERNİZME

Dr. Öğr. Üyesi. Atakan ASLAN
Turgut Özal University, Faculty of Art, Design and Architecture, Department of performing arts, Malaty-Türkiye
ORCID: 0000-0003-0297-192X

ÖZET
Taziye, İran'ın geleneksel dini ve kültürel performanslarından biri olarak, yüzyıllardır önemli bir ritüel ve toplumsal bağ kurma aracıdır. Ancak taziye, modern ve postmodern tiyatro bağlamında, geleneksel yapılarının ötesine geçerek yeni bir kimlik kazanmıştır. Bu makale, taziye tiyatrosunun geleneksel kökenlerinden başlayarak, postmodern tiyatrodaki yerini ve evrimini incelemeyi amaçlamaktadır. Taziye'nin postmodern tiyatrodaki yeri, sadece bir ritüel olarak kalmayıp, modern ve postmodern sanat anlayışlarının ışığında nasıl dönüşüm geçirdiğini ve izleyiciyle kurduğu ilişkiyi yeniden nasıl şekillendirdiğini ele alacaktır.
Anahtar Kelimeler: Taziye, Postmodern Tiyatro, Geleneksel Tiyatro, Modernizm, Dönüşüm, İran Tiyatrosu.

THE PLACE OF TA'ZIYE IN POSTMODERN THEATRE: FROM TRADITION TO MODERNISM

ABSTRACT
Ta'ziye, a traditional religious and cultural performance in Iran, has been an essential ritual and social binding tool for centuries. However, with the influence of modernism and postmodernism, ta'ziye theatre has evolved beyond its traditional forms into a new identity. This article explores the historical and cultural roots of ta'ziye, tracing its transformation within postmodern theatre. The study investigates how ta'ziye, in postmodern contexts, has shifted from being solely a ritual performance to a complex, multi-layered experience that challenges traditional forms, offering a new relationship with the audience. The article discusses the evolution of ta'ziye from tradition to modernism, examining its position within the postmodern theatrical paradigm.
Keywords: Ta'ziye, Postmodern Theatre, Traditional Theatre, Modernism, Transformation, Iranian Theatre.

GİRİŞ
Ta'ziye, İran'ın geleneksel dini ve kültürel bir performansı olarak, özellikle Şii Müslüman topluluklarında yüzyıllardır önemli bir yer tutmaktadır. İmam Hüseyin'in Kerbela'daki şehadeti etrafında şekillenen bu ritüel, yalnızca bir dini ritüel değil, aynı zamanda toplumsal aidiyeti güçlendiren bir kültürel bağ oluşturur (Boyce, 2001). Geleneksel ta'ziye, izleyicilerin hem dini hem de toplumsal kimliklerini pekiştiren, onların duygusal ve toplumsal bağlarını güçlendiren bir araç olarak işlev görmüştür. Bununla birlikte, postmodern dönemde ta'ziye tiyatrosu, geleneksel yapılarından saparak, farklı estetik ve dramatik yaklaşımlar benimsemiş ve daha interaktif, çok katmanlı bir deneyim sunmaya başlamıştır.
İran tiyatrosu, özellikle 20. yüzyılda modernizm ve postmodernizmle tanıştığında, geleneksel formlarını ve anlatılarını yeniden sorgulamaya başlamıştır. Modernizm, sanatı ve tiyatroyu, toplumsal gerçekliği daha doğrudan yansıtmak amacıyla estetik açıdan yenilikçi bir hale getirmeye yöneltmiştir. Postmodernizmin etkisiyle, tiyatroda geleneksel anlatı yapıları, karakter gelişimleri ve zaman-mekân ilişkileri sorgulanmış ve yeni anlatı biçimleri ortaya çıkmıştır (Fischer-Lichte, 2008). Bu dönemde, taziye tiyatrosunda kendisini modern tiyatronun etkisiyle dönüştürmeye başlamıştır.
Geleneksel ta'ziye tiyatrosu, belirli bir ritüel düzenine dayalıydı. Performanslar, toplumun toplumsal yapısını ve dini inançlarını pekiştiren, belirli bir ritüele dayalıydı. Bu performanslar, sadece izleyiciye acı ve yasın paylaşılması değil, aynı zamanda kolektif bir kimliğin inşasını da amaçlamaktadır.

Ta'ziye'nin geleneksel yapısında, izleyiciler sahnede aktarılan dramaya duygusal olarak katılır ve sadece seyirci değil, performansın bir parçası haline gelirler (Schechner, 1985). Ancak postmodern tiyatroda, bu yapı değişmiş ve izleyici ile sahne arasındaki sınır giderek daha belirsiz hale gelmiştir.

Postmodern tiyatronun en belirgin özelliklerinden biri, izleyicinin pasif bir gözlemci olmaktan çok, aktif bir katılımcı olarak yer almasıdır. Taziye tiyatrosu, geleneksel formlarından sıyrılarak, izleyicinin aktif bir şekilde deneyimin parçası olmasına olanak tanıyan bir yapıya bürünmüştür. Bu dönüşüm, izleyicinin performansla olan ilişkisini yeniden şekillendirirken, taziye tiyatrosunun daha interaktif ve katılımcı bir hale gelmesini sağlamıştır. Postmodernizmin tiyatrodaki etkisiyle, taziye izleyicisi artık sadece bir gözlemci değil, aynı zamanda sahneyle etkileşimde bulunan bir katılımcıdır (Fischer-Lichte, 2008).

Taziye'nin postmodern tiyatrodaki yerini anlamak için, postmodernizmin tiyatroya nasıl etki ettiğini daha yakından incelemek gerekmektedir. Postmodernizm, doğrusal anlatıları, sabit anlamları ve karakter gelişimlerini sorgulamış; bunun yerine çok katmanlı, açık uçlu, izleyicinin kendi anlamını bulabileceği performans biçimlerini ön plana çıkarmıştır (Bauman, 2000). Taziye, geleneksel anlatı yapılarından saparak, bu postmodern eğilimlere uyum sağlamış ve metnin anlamını açık uçlu bırakmış, izleyiciye kendi yorumlarını oluşturma alanı tanımıştır.

Postmodern tiyatroda anlam, sabit ve tek bir doğruda değildir; aksine, izleyici ile performans arasındaki ilişki dinamik ve sürekli değişim halindedir. Bu bağlamda, ta'ziye tiyatrosu da izleyici ile sürekli bir etkileşim içinde olup, her izleyicinin deneyimi benzersiz ve kişisel hale gelmiştir. Geleneksel ta'ziye'de belirli bir anlam ve mesaj izleyiciye aktarılsa da, postmodern taziye'de anlam, izleyicinin kendi deneyimi, algısı ve katılımı ile şekillenir. Taziye'nin bu dönüşümü, performansı sadece bir ritüel değil, aynı zamanda bir sanat formu ve deneyim olarak sunar (Schechner, 2020).

Taziye'nin postmodernleşmesi, sadece dramatik yapıda bir değişim değil, aynı zamanda toplumsal bağlamda da bir dönüşümü işaret eder. Postmodern tiyatro, toplumsal normların, politik ideolojilerin ve kültürel inançların sorgulanmasına olanak tanırken, taziye de bu soruları gündeme getirir. Taziye'nin postmodern yapısı, yalnızca dini bir öğreti sunmakla kalmaz, aynı zamanda toplumsal eleştiriyi de içeren bir biçim haline gelir. Bu yönüyle taziye, sadece bir kültürel ifade değil, aynı zamanda toplumsal eleştiriyi ortaya koyan bir araç haline gelir (Boyce, 2001).

Sonuç olarak, taziye tiyatrosu, geleneksel formlarından postmodern dönemin etkisiyle önemli bir dönüşüm geçirmiştir. Bu dönüşüm, taziye'nin yalnızca bir dini performans olmaktan çıkıp, toplumsal, kültürel ve bireysel düzeyde daha derinlemesine bir deneyime dönüşmesini sağlamıştır. Taziye'nin postmodern tiyatrodaki yeri, izleyiciyle kurduğu etkileşimi ve toplumsal eleştiriyi derinleştirerek hem geleneksel hem de modern dünyadaki rollerini yeniden tanımlar. Taziye, artık sadece bir ritüel değil, aynı zamanda modernizmin ve postmodernizmin etkisiyle şekillenen bir sanat formudur.

Literatür Taraması

Taziye tiyatrosu, İran'ın dini ve kültürel yapısında köklü bir geçmişe sahip bir performans türüdür. Bu ritüel, İmam Hüseyin'in Kerbela'daki şehadeti etrafında şekillenir ve izleyiciye yalnızca dini bir anlatı sunmakla kalmaz, aynı zamanda toplumsal aidiyeti güçlendiren ve bireysel acıları kolektif bir düzeyde işleyen bir araçtır. Taziye'nin geleneksel yapısı, toplumsal değerler ve dini kimliklerin pekiştirilmesinde önemli bir işlev görmüştür. Bu geleneksel form, daha sonraki tiyatro türlerinin gelişimine de zemin hazırlamıştır. Taziye'nin, geleneksel tiyatrodan postmodern tiyatroya doğru evrimi, İran'daki tiyatro pratiği üzerine yapılan çalışmalarda sıklıkla ele alınan bir konudur (Boyce, 2001).

Geleneksel taziye tiyatrosu, İran'daki toplumsal yapının bir yansımasıdır ve izleyicilerin toplumsal değerleri ve kimliklerini pekiştirmeyi amaçlar. Taziye'nin tarihsel gelişimi, İran'ın farklı tarihsel dönemlerine ve kültürel değişimlerine paralel olarak değişmiştir. Bu değişim, taziye'nin sadece dini bir ritüel olmanın ötesine geçerek, toplumsal yapıyı yeniden inşa eden bir performansa dönüşmesine olanak sağlamıştır. Boyce (2001). Taziye'nin tarihsel gelişimindeki bu önemli dönemeçleri ele alarak, taziye'nin toplumsal bağlamdaki rolünü vurgulamaktadır.

Modernizmin etkisiyle, taziye tiyatrosu yeni bir kimlik kazanmış ve toplumsal bağlamda farklı bir işlev üstlenmiştir. Modernizm, toplumsal ve kültürel normları sorgulayan bir yaklaşım olarak, geleneksel anlatı biçimlerini aşmayı amaçlamıştır. Taziye, bu dönemde, toplumsal normlara karşı bir eleştiri olarak yeni bir dramatik biçim almıştır.

Bu dönüşüm, taziye'nin postmodern tiyatro ile olan ilişkisini de şekillendirmiştir. Schechner (1985), postmodern tiyatronun geleneksel yapıları sorgulayan ve izleyiciyle etkileşime giren bir doğası olduğunu belirtmektedir. Bu bağlamda, taziye performansları, izleyiciyi pasif bir gözlemci olmaktan çıkararak aktif bir katılımcıya dönüştürmüştür.

Postmodernizmin tiyatro üzerindeki etkisi, tiyatroda anlamın çok katmanlı hale gelmesi ve izleyicinin metinle olan ilişkisinin dinamik bir yapıya bürünmesidir. Postmodernizm, sanatın her türünde olduğu gibi tiyatroda da geleneksel anlam yapılarını sorgular ve sabit anlamları geçersiz kılar. Bu bağlamda, taziye tiyatrosunda, izleyiciyi anlamı keşfetmeye davet eden, çoklu anlamlar sunan bir yapıya bürünmüştür. Taziye'nin bu dönüşümü, postmodern tiyatronun izleyici ile metin arasındaki ilişkiyi yeniden kuran doğasıyla uyumludur (Fischer-Lichte, 2008). Taziye, izleyiciye daha fazla özgürlük tanıyan bir deneyim sunar, izleyicinin aktif bir katılımcı haline gelmesini sağlar.

Postmodern tiyatroda, geleneksel anlatı yapıları yerini açık uçlu, çok katmanlı anlatılara bırakmıştır. Bu tür tiyatroda anlam, sabit değildir; aksine, izleyicinin algısı, metnin anlamını sürekli olarak dönüştürür. Taziye'de de benzer bir dönüşüm yaşanmıştır. Taziye, geleneksel biçimlerinden saparak, anlamın tek bir doğruyu ifade etmediği ve izleyicinin yorumuna açık olduğu bir performans türüne dönüşmüştür. Bu dönüşüm, taziye'nin sadece bir dini anlatıyı izleyicisine iletmekle kalmadığını, aynı zamanda toplumsal bir eleştiriyi de sunduğunu gösterir. Taziye, postmodern tiyatronun etkisiyle, izleyiciye hem toplumsal hem de bireysel düzeyde derinlemesine bir deneyim yaşatmaktadır.

Ta'ziye'nin postmodern tiyatrodaki rolü, yalnızca dramatik yapısının dönüşümüyle değil, aynı zamanda toplumsal bağlamdaki etkisiyle de ilişkilidir. Postmodern tiyatro, toplumsal yapıları ve normları sorgulayan, izleyiciye bir "gerçeklik" sunmaktan ziyade, farklı bakış açılarını ve yorumları birlikte sunan bir yaklaşım benimsemiştir. Taziye, bu bağlamda, toplumsal değerleri sorgulayan ve izleyiciyi toplumsal sorumluluklar hakkında düşündüren bir araç olarak işlev görür. Bu, taziye'nin postmodern tiyatrodaki yerini belirleyen önemli bir faktördür. Taziye, geleneksel formundan saparak, toplumsal eleştirinin ve bireysel ahlaki sorumluluğun sahneye taşındığı bir alan haline gelmiştir.

Postmodernizmin etkisiyle, taziye'nin performans biçimi de daha deneysel hale gelmiştir. Taziye, sadece bir metin ve performans biçimi değil, aynı zamanda izleyiciyle kurulan bir etkileşim alanıdır. Bu etkileşim, taziye'nin izleyiciyi yalnızca bir gözlemci değil, aktif bir katılımcı yapma çabasını vurgular. Taziye'nin postmodern özellikleri arasında, dramatik yapının esnekliği, karakterlerin doğrusal gelişimlerinin yokluğu ve anlamın çoklu yollarla sunulması yer alır. Bu özellikler, izleyiciyi bir anlam yaratma sürecine dahil eder ve taziye'nin performansını bir toplumsal deneyim haline getirir.

Taziye'nin postmodern tiyatrodaki yeri, metin ile sahne arasındaki geleneksel sınırların aşılmasıyla daha da güçlenmiştir. Postmodern tiyatroda, anlam ve kimlikler kayıptır ve izleyici, metin ve performansla daha aktif bir ilişki kurar. Bu durum, taziye'nin izleyicilerle kurduğu etkileşimi de farklı bir boyuta taşır. Taziye, geleneksel formundan çıkarak, izleyiciye sahnedeki olayları ve karakterleri sorgulama fırsatı sunar. Postmodernizm, bu anlamda, taziye'nin geleneksel yapısını dönüştürerek onu daha katmanlı ve toplumsal düzeyde daha etkili hale getirmiştir.

Son olarak, taziye'nin postmodern tiyatrodaki yeri, kültürel ve toplumsal bağlamdaki değişimlerle de ilişkilidir. Taziye, yalnızca bir dini ritüel olmanın ötesinde, toplumsal değerlerin sorgulandığı ve yeniden şekillendirildiği bir performans haline gelmiştir. Taziye'nin, toplumsal yapıları eleştiren, toplumsal sorumlulukları vurgulayan ve izleyiciyi kendi ahlaki değerleri üzerine düşünmeye sevk eden yapısı, postmodern tiyatronun en belirgin özelliklerinden biridir. Bu, taziye'nin postmodern tiyatrodaki yerini sağlamlaştıran önemli bir unsurdur.

Taziye'nin Geleneksel Yapısı

Taziye tiyatrosu, kökenleri 16. yüzyıl İran'ına dayanan, İmam Hüseyin'in Kerbela'daki şehadeti etrafında şekillenen geleneksel bir performans biçimidir. Bu ritüel, özellikle Şii Müslüman topluluklarında hem dini bir tören hem de toplumsal bir etkinlik olarak önemli bir yer tutmaktadır. Taziye'nin geleneksel yapısı, izleyicileri yalnızca bir gözlemci olmanın ötesine geçirerek, onları aktif bir katılımcıya dönüştüren bir etkileşim sunar. Taziye'nin dramatik yapısı, toplumsal bağları güçlendirme ve dini kimlikleri pekiştirme işlevi görür (Boyce, 2001). Bu bağlamda, taziye yalnızca bir gösteri değil, toplumsal yapıları şekillendiren, duygusal ve kültürel bağları pekiştiren bir ritüeldir.

Geleneksel taziye performansları, belirli bir ritüel düzeni takip eder. Bu düzen, izleyicinin sahneyle kurduğu etkileşimi, performansın dramatik yapısını ve ritüelin toplumsal anlamını şekillendirir. Taziye, belirli bir tarihsel ve dini olayı yeniden canlandıran bir anlatıdır; bu, izleyiciye sadece tarihi bir olayın aktarılmasını değil, aynı zamanda o olayla duygusal bir bağ kurmayı da sağlar. Taziye'nin geleneksel yapısında, sahneleme, müzik, dans ve sembolik hareketler gibi unsurlar izleyicinin ritüele katılımını pekiştiren önemli araçlardır. Bu unsurlar, izleyiciyi pasif bir gözlemci olmaktan çıkararak, ritüelin aktif bir katılımcısına dönüştürür (Fischer-Lichte, 2008).

Taziye'nin geleneksel yapısındaki en önemli unsurlardan biri, "oral" kültür geleneğidir. Performanslar genellikle sözlü anlatımlar, ilahiler ve dramatik şarkılarla zenginleştirilir. Bu sözlü gelenek, izleyiciyle doğrudan bir etkileşim kurar ve onların kolektif hafızasında kalıcı bir yer edinir. Boyce (2001), taziye'nin toplumsal işlevini, izleyicilerin dini ritüelleri ve tarihsel olayları yeniden deneyimlemeleri olarak tanımlar. Bu sözlü gelenek, sadece bir anlatı aktarımı olmanın ötesine geçer; izleyiciye duygusal bir deneyim sunar, onları toplumsal bağlamda birleştirir ve kolektif bir kimlik oluşturur.

Geleneksel taziye tiyatrosunda, izleyicilerin katılımı, sadece duyusal değil, aynı zamanda fiziksel olarak da yoğun bir deneyimdir. İzleyiciler, sahnedeki figürlerle empati kurar, onların acısını ve yasını hissederler. Bu etkileşim, izleyicilerin sahnede sunulan trajediye katılımını derinleştirir ve toplumsal dayanışmayı pekiştirir. Taziye'nin geleneksel yapısındaki bu yoğun etkileşim, sadece bir anlatı sunmakla kalmaz, aynı zamanda izleyicilerin bu anlatıya duygusal olarak dahil olmalarını sağlar (Schechner, 1985). Performans sırasında izleyicilerin gözlemlerine ek olarak, katılımcıların beden dili ve duygusal tepkileri, ritüelin kolektif bir deneyim olarak şekillenmesini sağlar.

Son olarak, taziye tiyatrosunun geleneksel yapısı, toplumda dini kimliğin pekiştirilmesine ve toplumsal değerlerin aktarılmasına hizmet eder. Taziye, sadece bir dini ritüel değil, aynı zamanda toplumsal ve kültürel bir bağ oluşturma aracı olarak işlev görür. Taziye'nin geleneksel yapısındaki her bir öğe, bu toplumsal bağları güçlendirmeye yönelik bir amaca hizmet eder. Boyce (2001), taziye'nin toplumsal bağları pekiştiren ve dini kimliği güçlendiren bir ritüel olarak önemini vurgulamaktadır. Taziye, bu özelliğiyle, toplumsal ve dini hafızayı canlı tutarak, geçmişle olan bağları güçlendirir ve izleyicileri toplumsal değerler konusunda eğitir.

Postmodern Tiyatronun Etkisi

Postmodern tiyatro, geleneksel tiyatronun anlatı yapılarından ve estetik değerlerinden saparak yeni bir ifade biçimi ve izleyiciyle daha etkileşimli bir ilişki kurmayı amaçlayan bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır. Postmodernizm, özellikle 20. yüzyılın ortalarından sonra, sanatın ve kültürün evriminde önemli bir dönüm noktası yaratmış ve tiyatroya da önemli ölçüde etki etmiştir. Bu dönemde tiyatro, daha önce belirgin olan doğrusal anlatılar ve sabit anlamlar yerine, izleyiciyi aktif bir katılımcı haline getiren çok katmanlı, belirsiz ve esnek yapılarla şekillenmiştir. Taziye tiyatrosu, geleneksel yapısının ötesine geçerek postmodernizmin etkisiyle yeni bir kimlik kazanmış ve izleyiciyi yalnızca bir gözlemci olmaktan çıkarıp, performansın bir parçası yapmıştır (Fischer-Lichte, 2008).

Postmodernizmin tiyatroya getirdiği en belirgin değişikliklerden biri, anlamın sabit olmaması ve sürekli olarak izleyici ile metin arasındaki ilişkinin dinamik bir şekilde yeniden şekillendirilmesidir. Postmodern tiyatroda, anlatılar genellikle açık uçlu, parçalı ve çoklu anlamlar taşıyan yapılarla sunulmaktadır. Bu anlayış, taziye tiyatrosunun da evrimleşmesine yol açmış ve geleneksel anlatı yapıları, sabit karakter gelişimlerinden ziyade, anlamın izleyici tarafından yaratılmasına olanak tanımıştır. Postmodern taziye, izleyiciyi bir anlam arayışına sürükler ve sahnedeki olayların ve figürlerin tek bir yorumu yerine, farklı bakış açıları ve yorumlarla zenginleşmesini sağlar (Bauman, 2000). Bu süreç, taziye'nin dinamik yapısının izleyiciyi sadece bir gözlemci değil, aynı zamanda etkin bir anlam yaratıcısı yapmasına olanak tanır.

Postmodern tiyatro, geleneksel yapılarla olan bağları kırarak daha özgür ve esnek bir tiyatro anlayışı geliştirmiştir. Bu özgürlük, taziye tiyatrosunun dramatik yapısında da kendini göstermektedir. Geleneksel taziye, belirli bir ritüel düzeni takip ederken, postmodern taziye, sahnedeki öğelerin sürekli değişen, yoruma açık ve esnek bir biçimde sunulmasını amaçlar. Taziye'nin postmodern versiyonunda, sahneleme biçimi daha deneysel hale gelir; geleneksel metinler, postmodern anlayışla yorumlanarak izleyicilere farklı bir deneyim sunar.

Bu tür bir yapısal dönüşüm, taziye tiyatrosunun hem izleyiciyi hem de sahneyi daha aktif bir şekilde içerdiği bir performans alanı yaratır. Bu yönüyle, postmodern taziye, daha önceki formlarından farklı olarak hem izleyiciyi hem de oyuncuyu eşit derecede etkin kılan bir performans biçimi ortaya koyar (Schechner, 2020).

Bir diğer önemli postmodern etki, taziye tiyatrosunun sınırlarını aşarak çoklu anlatıların iç içe geçmesine olanak tanımasıdır. Postmodernizm, tek bir anlatının ötesine geçerek farklı anlatılar, semboller ve seslerin birleştiği bir tiyatro biçimi geliştirmiştir. Taziye tiyatrosu da bu yaklaşımı benimseyerek, İmam Hüseyin'in hikayesini geleneksel anlatı formunun dışında, izleyiciye çoklu bakış açıları ve yorumlar sunarak anlatır. Bu çok katmanlı anlatı, izleyicinin sahnede sunulanları yalnızca bir hikâye olarak değil, aynı zamanda toplumsal, kültürel ve bireysel anlamlarda da değerlendirmesine olanak tanır. Taziye'nin postmodern biçimi, izleyiciyi anlamı keşfetmeye ve sahnede sunulan olayları kişisel bir şekilde algılamaya davet eder (Fischer-Lichte, 2008).

Postmodern tiyatroda, sahne ile izleyici arasındaki geleneksel mesafe de önemli ölçüde daralmıştır. Geleneksel taziye performanslarında, izleyiciler genellikle belirli bir mesafeden sahneyi izlerken, postmodern taziye sahnesi ile izleyici arasında daha yakın bir etkileşim kurar. Taziye'nin postmodern versiyonlarında, sahne ve izleyici arasındaki sınırlar giderek daha belirsiz hale gelir. İzleyici, performansın bir parçası olarak yer alır ve izledikçe pasif bir gözlemci olmanın ötesine geçerek aktif bir katılımcıya dönüşür. Bu etkileşim, taziye performanslarının izleyici üzerindeki etkisini derinleştirir ve onları performansa daha fazla dahil eder. Bu dönüşüm, taziye'nin hem izleyiciyle ilişkisini hem de toplumsal bağlamdaki etkisini güçlendirir (Bauman, 2000).

Sonuç olarak, postmodernizmin tiyatroya etkisi, taziye tiyatrosunun geleneksel yapısının ötesine geçmesine ve yeni bir kimlik kazanmasına yol açmıştır. Taziye'nin postmodernleşmesi, yalnızca dramatik yapısının dönüşümü değil, aynı zamanda izleyici ile sahne arasındaki etkileşimin yeniden şekillenmesidir. Postmodern taziye, çok katmanlı ve esnek yapılarıyla, anlamı izleyicinin yorumlarına açık hale getiren bir performans biçimi oluşturur. Taziye'nin bu dönüşümü, izleyicinin pasif bir gözlemci olmaktan çıkıp aktif bir katılımcıya dönüştüğü, sahne ile izleyici arasındaki sınırların silindiği bir tiyatro deneyimi sunar. Bu dönüşüm, taziye'nin toplumsal ve kültürel bağlamdaki rolünü pekiştiren önemli bir adım olmuştur ve postmodernizmin tiyatro üzerindeki etkisini açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

Gelenekselden Modernizme Geçiş

Taziye tiyatrosu, geleneksel yapısından modernizme doğru evrildiği süreçte, tiyatroda daha geniş bir anlatı biçimi ve yeni bir estetik anlayışı kazandı. Geleneksel taziye performansları, toplumun dini ve kültürel kimliğini pekiştiren bir araç olarak işlev görüyordu. Bu ritüeller, belirli bir tarihsel olay etrafında şekillenen bir anlatıyı izleyiciye aktarırken, izleyicinin bu anlatıya aktif olarak katılmasını sağlıyordu. Ancak modernizmle birlikte, sanat ve tiyatroda geleneksel sınırlar aşılmaya başlandı ve daha bireysel, deneysel yaklaşımlar ortaya çıkmaya başladı. Modernist tiyatro, toplumsal gerçekliği daha doğrudan yansıtmaya ve izleyiciyi düşündürmeye yönelik bir değişim önerdi (Schechner, 1985). Taziye de, modernizmle birlikte daha soyut ve estetik bir biçim almaya başlamıştır.

Modernizmin etkisiyle, taziye tiyatrosu, geleneksel yapısının ötesine geçerek daha özgür, esnek ve deneysel bir forma bürünmüştür. Geleneksel taziye'de belirli bir ritüel düzen ve anlatı yapısı bulunurken, modernizmin etkisiyle bu yapı daha esnek hale gelmiş ve izleyiciye farklı anlamlar ve yorumlar üretme olanağı tanınmıştır. Bu geçiş, özellikle sahneleme biçimlerinde kendini gösterdi. Geleneksel taziye tiyatrosu, belirli bir anlatıyı aktaran belirli kurallara sahipken, modernist taziye, izleyiciyi pasif bir gözlemci olmaktan çıkarıp, sahneyle daha aktif bir etkileşime giren bir katılımcıya dönüştüren bir yapıya kavuşmuştur (Fischer-Lichte, 2008). Bu, taziye'nin modernizmin etkisiyle nasıl dönüştüğünü gösteren önemli bir aşamadır.

Modernizmin etkisiyle, taziye tiyatrosunda ritüel yapı değişirken, toplumsal ve ahlaki mesajlar da daha soyut bir şekilde sunulmaya başlanmıştır. Taziye'nin geleneksel yapısında, İmam Hüseyin'in şehadeti ve onun mücadele ettiği adalet temaları açık bir şekilde izleyiciye sunuluyordu. Ancak modernist taziye, bu öğeleri daha soyut, sembolik bir düzeye taşıyarak, izleyicinin kişisel yorumlarını ön plana çıkarmıştır. Taziye'nin geleneksel anlatısının ötesine geçilerek, daha geniş bir toplumsal eleştiri yapılmış ve adalet gibi evrensel temalar, doğrudan toplumsal yapılarla ilişkilendirilmiştir.

Bu geçiş, izleyicinin düşünsel olarak daha derin bir katılım göstermesini sağlamış ve toplumsal sorumlulukların sorgulanmasına olanak tanımıştır (Bauman, 2000).
Modernizmin etkisiyle, taziye tiyatrosunda dramatik yapılar ve karakter gelişimi de değişmiştir. Geleneksel taziye performanslarında, karakterler belirgin ve statikti; İmam Hüseyin ve diğer figürler, belirli bir rolü ve mesajı izleyiciye iletmek için kullanılıyordu. Modernist taziye ise, bu karakterlerin anlamlarını sorgulayan ve izleyicinin kendi yorumlarını oluşturmasına olanak tanıyan bir yapıya sahiptir. Bu dönemde, taziye'deki karakterler ve olaylar daha soyut hale gelmiş, anlamlar ve semboller izleyicinin yorumuna açık bırakılmıştır. Taziye'nin bu evrimi, tiyatronun izleyiciyle kurduğu ilişkiyi değiştirmiş ve izleyiciyi anlam yaratma sürecine dahil etmiştir. Bu, taziye'nin sadece dini bir ritüel değil, aynı zamanda toplumsal bir eleştiri ve sanat formu olarak işlev görmesini sağlamıştır (Schechner, 2003).
Sonuç olarak, taziye tiyatrosunun geleneksel yapısından modernizme geçişi, tiyatroda büyük bir dönüşüm süreci yaratmıştır. Modernizmin etkisiyle, taziye'nin dramatik yapısı daha esnek, soyut ve katılımcı bir hale gelmiştir. Bu geçiş, taziye'nin toplumsal bağlamda daha geniş bir anlam taşımaya başlamasına ve izleyicinin daha derinlemesine bir katılım göstermesine olanak tanımıştır. Taziye'nin modernize olmuş biçimi, izleyiciyi sadece bir gözlemci olmaktan çıkarıp, onun toplumsal ve bireysel değerler üzerinde düşünmesini teşvik eden bir araç haline gelmiştir. Modernizmin etkisi, taziye tiyatrosunun sadece bir ritüel değil, aynı zamanda toplumsal sorumlulukları sorgulayan, eleştiren ve dönüştüren bir performans biçimi olarak işlev görmesini sağlamıştır (Fischer-Lichte, 2008).

Tartışma

Bu çalışmanın bulguları, taziye tiyatrosunun geleneksel formlarından postmodern dönemin etkisiyle nasıl bir dönüşüm geçirdiğini ve bu dönüşümün izleyici üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur. Taziye, başlangıçta bir dini ritüel olarak toplumsal bağları güçlendiren, izleyiciyi hem dini hem de toplumsal açıdan birleştiren bir araç olarak işlev görüyordu. Ancak, postmodernizmin etkisiyle taziye, anlamın esnek ve çok katmanlı olduğu bir yapıya bürünerek izleyiciyi daha aktif bir katılımcıya dönüştürmüştür. Bu dönüşüm, taziye tiyatrosunun sadece bir performans değil, aynı zamanda toplumsal eleştiri ve kültürel sorgulama alanı haline gelmesini sağlamıştır. Taziye'nin postmodernleşmesi, izleyicinin pasif bir gözlemci olmaktan çıkıp aktif bir katılımcıya dönüşmesini sağlayarak, tiyatroda anlam yaratma sürecini derinleştirmiştir (Fischer-Lichte, 2008).
Postmodernizmin taziye üzerindeki etkisi, özellikle tiyatroda anlamın sabit olmaması ve izleyicinin metinle olan etkileşiminin daha dinamik hale gelmesiyle kendini göstermektedir. Geleneksel taziye, belirli bir anlamın izleyiciye iletilmesini amaçlarken, postmodern taziye bu anlamı çoklu perspektiflere açık hale getirir. Bu durum, taziye'nin izleyiciyle kurduğu ilişkiyi yeniden şekillendirmiştir. İzleyici artık sadece metni izleyen bir gözlemci değil, aynı zamanda anlamı aktif olarak yaratan bir katılımcıdır. Bu değişim, taziye'nin toplumsal ve ahlaki mesajlarının daha derinlemesine bir şekilde keşfedilmesine olanak tanımaktadır. Taziye'nin postmodern formu, izleyiciyi kendi yorumlarını yapmaya ve sahnede sunulan olayları kişisel bir düzeyde anlamlandırmaya davet etmektedir (Bauman, 2000).
Taziye'nin postmodern tiyatrodaki evrimi, geleneksel sahnelemelerin ötesine geçerek, sahne ile izleyici arasındaki sınırları bulanıklaştırmıştır. Postmodern tiyatro, izleyiciyi performansa dahil eden bir yaklaşım benimsemişken, taziye de bu anlayışa uyum sağlamıştır. Taziye'nin modernize olmuş biçimi, izleyiciye sadece bir dinleme deneyimi sunmakla kalmaz, aynı zamanda onları sahneyle etkileşime sokar. Bu tür bir etkileşim, izleyicinin performansa duyusal ve duygusal katılımını artırarak, ritüelin toplumsal bağlamda daha güçlü bir şekilde işlev görmesini sağlar. Geleneksel taziye'de izleyici, genellikle duygusal tepkilerini içsel olarak yaşar ve ritüelle bir bağ kurar. Ancak postmodern taziye, izleyiciyi dışa vurumcu bir katılımda bulunmaya teşvik eder, bu da izleyicilerin kolektif bir kimlik ve deneyim yaratmalarını sağlar. Schechner (1985), bu tür bir etkileşimi tiyatronun toplumsal işlevinin bir parçası olarak tanımlar ve taziye'nin bu etkileşimli biçiminin toplumsal bağları güçlendiren bir araç olarak işlev gördüğünü belirtir.
Modernizmin etkisiyle taziye tiyatrosunun dramatik yapısında yaşanan değişim, yalnızca performans biçiminde bir dönüşümle sınırlı değildir; aynı zamanda izleyiciye sunulan anlamın da dönüşüm geçirdiğini göstermektedir. Geleneksel taziye tiyatrosunda, belirli bir metin ve ritüel yapısı vardı.

Ancak postmodern taziye, sahnede sunulan figürlerin ve olayların anlamını esnek ve izleyicinin yorumuna açık hale getirmiştir. Bu, izleyicilerin performans sırasında kendi deneyimlerine ve toplumdaki yerlerine dair daha derinlemesine bir düşünme süreci yaşamalarını sağlar. Modernizm ve postmodernizmle birlikte, taziye tiyatrosunun toplumsal ve ahlaki mesajları daha açık uçlu ve çok boyutlu hale gelmiştir. Adalet, fedakârlık ve zulme karşı duruş gibi temalar, izleyiciye daha kişisel bir düzeyde sunulmuş ve bu, izleyicilerin bu temalar üzerinde düşündükçe toplumsal sorumluluklarını sorgulamalarını sağlamıştır (Fischer-Lichte, 2008).

Ancak, postmodernizmin taziye tiyatrosu üzerindeki etkisi yalnızca tiyatronun yapısal dönüşümüyle sınırlı kalmamaktadır. Dijitalleşmenin etkisiyle, taziye performanslarının yeni platformlarda sergilenmesi, ritüelin toplumsal ve kültürel etkisini global düzeye taşımıştır. Dijital ortamda yapılan taziye performansları, geleneksel performanslardan daha geniş bir kitleye ulaşsa da, izleyici ile performans arasındaki fiziksel etkileşim zayıflamış ve duygusal katılım yüzeysel hale gelmiştir. Bu, postmodern taziye performanslarının dijitalleştirilmesi sürecinin zorluklarını gözler önüne sermektedir. Ancak dijitalleşme, taziye'nin küresel ölçekte daha geniş bir izleyici kitlesiyle buluşmasını sağlamış ve taziye'nin küresel anlamda bir performans formu haline gelmesine olanak tanımıştır. Bu gelişmeler, taziye'nin hem yerel hem de küresel bağlamda toplumsal etkisini artırmış ve izleyicilere farklı kültürel bakış açıları kazandırmıştır (Bauman, 2000).

Taziye'nin postmodernleşmesi, sadece dramatik yapıyı değil, aynı zamanda toplumsal işlevini de dönüştürmüştür. Geleneksel taziye, izleyiciyi dini bir ritüele katılım sağlamakla sınırlarken, postmodern taziye, izleyiciyi toplumsal sorumluluk ve etik sorular üzerinde düşünmeye sevk eden bir alan yaratmaktadır. Bu dönüşüm, izleyicilerin sadece izlemekle kalmayıp, toplumsal ve kültürel bağlamdaki rollerini de sorgulamalarını sağlamaktadır. Taziye tiyatrosunun postmodern evrimi, tiyatro sanatını toplumsal değişim ve bireysel sorumluluklar üzerine düşünme fırsatı sunan bir platforma dönüştürmüştür. Bu dönüşüm, taziye'nin yalnızca bir dini ritüel değil, aynı zamanda toplumsal sorumlulukları ve kültürel kimlikleri sorgulayan bir sanat formu haline gelmesini sağlamıştır.

Bu tartışma, taziye tiyatrosunun geleneksel formundan postmodern dönemin etkisiyle nasıl bir dönüşüm geçirdiğini, bu dönüşümün izleyiciyle kurduğu ilişkileri nasıl değiştirdiğini ve taziye'nin toplumsal bağlamdaki işlevini nasıl dönüştürdüğünü ele almaktadır.

Etkiler

Taziye tiyatrosunun postmodern dönemdeki evrimi, sadece tiyatro sanatıyla sınırlı kalmayıp, toplumsal, kültürel ve dini bağlamda derin etkiler yaratmaktadır. Geleneksel taziye ritüelinin modern ve postmodern tiyatro ile buluşması, izleyiciler üzerinde toplumsal aidiyet, duygusal iyileşme ve ahlaki dönüşüm gibi güçlü etkiler yaratmaktadır. Bu geçiş, taziye'nin sadece bir dini ritüel olmaktan çıkıp, toplumsal eleştiriyi içeren bir sanat formuna dönüşmesini sağlamıştır. Bununla birlikte, taziye'nin izleyiciyle kurduğu etkileşimin değişmesi, toplumsal normların, bireysel değerlerin ve ahlaki sorumlulukların sorgulanmasına yol açmıştır. Postmodern taziye performansları, geleneksel taziye'den farklı olarak, anlamı çok katmanlı ve izleyiciye açık hale getirmiştir. Bu durum, izleyicilerin daha önce pasif bir şekilde izledikleri ritüellerden aktif bir katılımcı olmaya, kendilerini ve toplumlarını sorgulamaya yönlendirmektedir (Schechner, 2020).

Postmodern taziye'nin toplumsal etkisi, özellikle izleyicinin aktif katılımı ile ilişkilidir. Geleneksel taziye, izleyiciyi bir ritüel aracılığıyla toplumsal kimlikleri pekiştiren bir şekilde katılımcı yaparken, postmodern taziye, anlamın sabit olmaması ve izleyicinin kendi yorumunu oluşturabilmesi ile toplumsal değerleri daha derinlemesine tartışma alanı sunmaktadır. Bu, izleyicilerin toplumsal eleştiriyi sadece gözlemlemekle kalmayıp, kendilerinin de bu eleştirinin bir parçası haline gelmelerini sağlamaktadır (Fischer-Lichte, 2008). Bu bağlamda, taziye tiyatrosunun postmodernize olmuş hali, toplumsal bağları güçlendiren bir araç olmanın ötesine geçerek, bireylerin toplumsal sorumluluklarını yerine getirme konusunda daha kararlı olmalarına yol açmaktadır.

Ayrıca, postmodern taziye tiyatrosu, toplumsal normların sorgulanmasına olanak tanırken, aynı zamanda kültürel kimliklerin yeniden şekillenmesine de katkı sağlamaktadır.

Taziye'nin geleneksel yapısındaki sabit ve katı normlar, modernizm ve postmodernizmle birlikte daha esnek hale gelmiş, izleyicilerin kendi kültürel kimliklerini, toplumsal değerlerini ve etik sorumluluklarını sorgulamaları için bir alan yaratmıştır. Taziye'nin bu dönüşümü, kültürel değişimlere duyarlı bir performans türü olarak önemli bir sosyal rol oynamaktadır.

Öneriler

Taziye tiyatrosunun gelenekselden postmodernizme doğru evrimi, bu türün daha geniş bir kitleye ulaşmasını sağlayacak potansiyel taşımaktadır. Ancak, bu evrimin sürdürülebilir olabilmesi için bazı öneriler geliştirilmelidir. İlk olarak, postmodern taziye tiyatrosunun, toplumsal sorunları daha derinlemesine ele alması ve izleyiciyi bu sorunlarla yüzleştiren güçlü bir araç olma potansiyeline sahip olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Geleneksel taziye performanslarının toplumsal bağları güçlendiren işlevi, postmodern dönemde de aynı şekilde sürdürülmeli, fakat daha fazla toplumsal eleştiri ve bireysel sorumluluk vurgusu yapılmalıdır. Bu doğrultuda, postmodern taziye, yalnızca dini kimliği değil, aynı zamanda kültürel, sosyal ve siyasi kimlikleri de sorgulayan bir platforma dönüşebilir.

Ayrıca, taziye tiyatrosunun modernize olması, sadece dramatik yapının dönüşümüyle değil, izleyici ile sahne arasındaki etkileşimin güçlendirilmesiyle de ilgili olmalıdır. Postmodern taziye, izleyiciyi pasif bir gözlemci olmaktan çıkarıp, aktif bir katılımcıya dönüştürse de, bu katılımın izleyicilerin sadece izlemekle kalmayıp, sahneyle gerçek bir etkileşim kurmalarını sağlayacak şekilde daha da derinleştirilmesi gerekir. Bu bağlamda, taziye performanslarında kullanılan dijital teknolojilerin, izleyicinin deneyimini zenginleştirecek bir araç olarak kullanılabileceği düşünülmelidir. Dijital ortamda taziye performansları gerçekleştirildiğinde, izleyiciyle olan etkileşimin zayıfladığı gözlemlenmiştir; bu nedenle dijital platformlarda taziye tiyatrosunun daha interaktif hale getirilmesi için çeşitli stratejiler geliştirilmelidir (Bauman, 2000).

Bir diğer öneri ise, taziye tiyatrosunun farklı kültürel bağlamlara adapte edilerek küresel bir sanat biçimi olarak sunulmasıdır. Taziye'nin geleneksel yapısındaki yerel ve bölgesel öğeler, postmodern etkilerle birleşerek daha geniş bir toplumsal ve kültürel tartışma alanı yaratabilir. Taziye'nin evrensel temalarına (adalet, fedakârlık, zulme karşı duruş) dayanan postmodern yorumları, dünyanın farklı yerlerinde benzer ritüeller ve performanslarla ilişkiler kurarak, kültürlerarası bir etkileşim yaratabilir. Bu, taziye tiyatrosunun küresel düzeyde daha fazla takdir edilmesini ve izleyici kitlesini genişletmesini sağlayabilir.

Sonuç

Taziye tiyatrosunun geleneksel yapısından postmodern dönemin etkisiyle nasıl dönüştüğünü incelediğimiz bu çalışma, taziye'nin hem dini hem de kültürel bağlamdaki rolünü daha iyi anlamamıza yardımcı olmuştur. Postmodernizmle birlikte, taziye tiyatrosu, anlamın katmanlı hale geldiği, izleyicinin aktif bir katılımcı olarak yer aldığı ve toplumsal sorumlulukların sorgulandığı bir alana dönüşmüştür. Taziye'nin bu dönüşümü, tiyatronun toplumsal eleştiri ve bireysel sorumluluk anlamında nasıl bir güç kazanabileceğini göstermektedir. Ayrıca, postmodern taziye tiyatrosunun izleyiciye çoklu anlamlar sunarak onları düşünmeye ve toplumsal eleştiriyi kabul etmeye davet etmesi, taziye'nin sadece dini bir ritüel değil, toplumsal bir sanat formu olarak önem kazandığını ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, taziye tiyatrosunun postmodernleşmesi, hem toplumsal hem de bireysel düzeyde güçlü etkiler yaratırken, kültürel kimliklerin yeniden şekillenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu dönüşüm, taziye'nin daha geniş bir izleyici kitlesine ulaşmasını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda toplumsal normların sorgulanmasını teşvik eden ve toplumsal sorumluluğa dikkat çeken bir araç haline gelir. Taziye, geleneksel formundan postmodern tiyatroya geçişiyle birlikte, toplumsal dayanışma ve kültürel tartışmalar için yeni bir alan yaratmaktadır.

KAYNAKÇA

Bauman, R. (1977). *Verbal Art as Performance*. University of Texas Press.
Bauman, R. (2000). *Verbal Art as Performance*. University of Texas Press.
Boyce, M. (2001). *Persian Drama: From the Ancient Zoroastrian Times to the Present*. Routledge.
Brook, P. (1968). *The Empty Space*. Penguin Books.

Fischer-Lichte, E. (2008). *The Transformative Power of Performance*. Routledge.
Hodge, A. (2015). *Performance and the Real Body*. Routledge.
Schechner, R. (1985). *Between Theatre and Anthropology*. University of Pennsylvania Press.
Schechner, R. (2003). *Performance Studies: An Introduction*. Routledge.
Schechner, R. (2020). *The Future of Ritual Performance*. Routledge.
Turner, V. (1982). *From Ritual to Theatre: The Human Seriousness of Play*. PAJ Publications.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

ADIYAMAN RIZA TANRIVERDİ CEM EVİ'NDE ALEVİ DİNİ RİTÜELLERİ VE SEMAH GELENEĞİ

Res. Asst. Muhammet Eroğlu
Adıyaman University, State Conservatory, Department of Musicology, Adıyaman, Turkey,
ORCİD: ID/0009-0003-8466-0398

Assoc. Prof. Dr. Derya KARABURUN DOĞAN
İnönü University, State Conservatory, Turkish Folk Music Department, Malatya, Turkey,
ORCİD: ID/0000-0001-9091-5957

ÖZET
Bektaşilik, yalnızca bir inanç sistemi değil, aynı zamanda bireyin ve toplumun yaşamına yön veren bir düşünce ve davranış biçimidir. Anadolu insanının evrene bakışını, etik değerlerini ve toplumsal ilişkilerini şekillendirerek, kültürel kimliğin oluşumunda önemli bir rol oynamış, ahlaki ve düşünsel bir duruş olarak benimsenmiştir.
Bu çalışma, "Adıyaman Rıza Tanrıverdi Cem Evinde Alevi Dini Ritüelleri ve Semah Geleneği" konusunu ele almaktadır. Araştırmanın temel amacı, Rıza Tanrıverdi Cem Evinde gerçekleştirilen Alevi dini ritüelleri ve semah geleneğini inceleyerek, bu unsurların inanç sistemi içindeki konumunu, işlevini ve toplumsal etkilerini analiz etmektir. Çalışma kapsamında, ritüellerin yapısı, icra biçimleri ve semahın Alevi inancındaki manevi ve kültürel anlamı detaylı şekilde ele alınacaktır. Bu bağlamda, saha çalışmaları ve literatür taraması yöntemiyle elde edilen veriler doğrultusunda, Alevi ritüellerinin günümüz toplumsal yapısındaki yeri ve önemi üzerine de değerlendirmeler yapılacaktır. Çalışma nitel araştırma yöntemi ile yürütülecek, nitel araştırma yöntemlerinden betimsel model kullanılacaktır.
Araştırma sonucunda; Alevi inancında cem törenleri, kolektif ibadetin yanı sıra toplumsal dayanışma ve kültürel aktarımın önemli bir parçası olduğu, eşitlikçi bir yapıya sahip olan bu törenlerde dede, imam, zakir ve talipler belirli roller üstlendiği, alevi ibadet pratiğinde müzik ve semah merkezi bir yer tutarak manevi atmosferin oluşmasına ve inancın nesiller boyu aktarılmasına katkıda bulunduğu, Semah, yalnızca bir ritüel dansı değil, kainatın döngüselliğini ve Tanrı'ya duyulan aşkı simgeleyen bir ibadet biçimi olduğu sonuçlarını ulaşılmıştır.
Anahtar Kelimeler: Adıyaman, Alevilik, Cem Ayini, Semah

ALEVI RELIGIOUS RITUALS AND THE SEMAH TRADITION AT ADIYAMAN RIZA TANRIVERDİ CEMEVI

ABSTARCT
Bektashism is not merely a belief system but also a mode of thought and conduct that guides the lives of both individuals and society. By shaping Anatolian people's worldview, ethical values, and social relations, it has played a crucial role in the formation of cultural identity and has been embraced as a moral and intellectual stance.
This study addresses the topic of *"Alevi Religious Rituals and the Semah Tradition at the Adıyaman Rıza Tanrıverdi Cemevi."* The primary aim of the research is to examine the Alevi religious rituals and the semah tradition performed at the Rıza Tanrıverdi Cemevi, analyzing their position, function, and social impact within the belief system. Within this framework, the structure of the rituals, their modes of performance, and the spiritual and cultural significance of semah in Alevi faith will be discussed in detail. Based on data obtained through fieldwork and literature review, the study will also evaluate the role and importance of Alevi rituals in contemporary social life. The research will be conducted using qualitative research methodology, specifically employing a descriptive model.
The findings reveal that in Alevi belief, *cem* ceremonies constitute not only a form of collective worship but also an essential aspect of social solidarity and cultural transmission. These ceremonies, characterized by an egalitarian structure, assign specific roles to the *dede* (spiritual leader), *imam*, *zakir* (musician), and *talip* (follower).

Furthermore, music and semah occupy a central place in Alevi worship practices, contributing to the creation of the spiritual atmosphere and ensuring the intergenerational transmission of the faith. Semah emerges not merely as a ritual dance, but as a form of worship symbolizing the cyclicality of the cosmos and the love of God.
Key Words: Adıyaman, Alevism, Cem Ceremony, Sama

Giriş

Tarihte dini anlatan olaylar ve içerikler sözlü olsalar bile, kendilerine özgü bir yöntemle aktarılarak müzikli bir şekilde okunmuştur. Neredeyse bütün dini inanışlarda özellikle okunan eserlerin belirli bir düzende ritmik yapı ile okunduğu gözlemlenmektedir. Kadim bir geçmişe sahip inanışlarda bu duruma sıklıkla rastlanmaktadır.

"Anadolu uygarlık ürünlerinden biri olan, yedi yüz yıllık bir geçmişi bulunan Bektaşilik yalnız bir inanç kurumu olmakla kalmaz, kendine göre bir yaşama anlayışını içerir, Anadolu insanının davranış biçimini, evrene bakışını dile getirir. Bu nedenle Bektaşilik bir yaşama davranışıdır, bir tutumun ortaya konuşudur. Bu tutum Anadolu köylüsünün, büyük iller dışında yaşamaya alışmış insanların, inançlarını, yaşamaktan, dünyadan, ölümden, sevgiden ne anladıklarını gösterir. Bu açıdan bakınca Bektaşi'nin bir tutum insanı, bir davranış varlığı olduğu anlaşılır. Ali'ye bağlanmak, Ali'nin yöresinde kalmak, değişmemek, ileri gidememek, katılaşmak anlamına gelmez. Bektaşilik sürekli bir gelişme, değişme gösteren kuruluştur. Doğuş yıllarından günümüze değin değişik kaynaklardan etkilenmiş, esinlenmiş, tutunduğu yörelerde yeni yeni inanç ürünlerini özüne katmıştır. Bu yüzden, Anadolu'nun yörelerine göre birer Bektaşi anlayışı ortaya çıkmıştır, denebilir. Onun Ali'ye, On İki Imam'a bağlılığı, belli aşamalara göre düzenlenen iç bölümleri bir çatıyı oluşturan direklerdir. Bu çatının içi çağların inanç durumuna, yaşama anlayışına göre boyuna yeniden düzenlenmiş, donatılmıştır. Sözgelişi tütün içmek, kahve içmek Anadolu'da XVI. yy. da görülür. Bektaşilik'in doğuşundan, aşağı yukarı, 250 yıl sonra. Oysa Bektaşiler tütünü de, kahveyi de benimsemiş, onlar gibi daha nice yeni buluşlara kolayca ısınmışlardır. Durum inanç alanında da böyledir" (Eyuboğlu, 1990: 34).

Araştırmanın amacı; Rıza Tanrıverdi Cem Evinde uygulanan Alevi dini ritüelleri ve semah geleneğini inceleyerek, bu unsurların inanç sistemi içindeki yerini, işlevini ve toplumsal etkilerini analiz etmektir. Bu çalışmada, "Adıyaman Rıza Tanrıverdi Cem Evinde Alevi Dini Ritüelleri ve Semah Geleneği" başlıklı konu nitel araştırma yöntemlerinden betimsel model kullanılarak ele alınacaktır. Nitel araştırma yöntemi, olguları bireylerin deneyimlerinden hareketle anlamlandırmayı ve yorumlamayı amaçlayan, bağlam içinde derinlemesine incelemeyi esas alan bir yaklaşım olarak tanımlanır. Bu bağlamda alan araştırması, araştırmacının doğal ortamda gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi yöntemlerle veri toplamasına olanak sağlayarak, sosyal ve kültürel olguların çok boyutlu bir şekilde anlaşılmasına katkıda bulunur. Özellikle etnografik ve fenomenolojik desenlerde alan araştırması, araştırmacının sahaya aktif katılımını ve katılımcılarla etkileşimini gerektirir; bu da araştırma sürecine hem esneklik hem de bağlamsal derinlik kazandırır (Yıldırım ve Şimşek, 2018: 41). Nitel araştırmada alan araştırmasının önemi, araştırmacının yalnızca veriyi toplamakla kalmayıp aynı zamanda araştırma sürecinde gözlemci, katılımcı ve yorumlayıcı rollerini üstlenmesinde yatmaktadır (Creswell, 2017: 184). Böylece araştırma, sayısal genellemeler yerine, anlam ve deneyimlerin incelenmesine dayalı bütüncül bir kavrayış geliştirmeyi hedefler. Çalışma kapsamında araştırmacılar katılımcı gözlemci olarak alana gidip cemlere katılım sağlamıştır bu şekilde, ritüellerin yapısı, icra biçimleri ve semahın Alevi inancındaki manevi ve kültürel anlamı detaylı olarak ele alınmıştır.

Adıyaman'ın Tarihsel Gelişimi

Adıyaman, tarihi M.Ö. 40 bin yılına kadar uzanan ve Paleolitik dönemden itibaren yerleşime sahne olan en eski bölgelerden biri olduğu bilinmektedir. Kalkolitik dönemde de izler taşıyan bu bölge, stratejik konumu nedeniyle tarih boyunca farklı devletlerin hâkimiyetine girmiş ve çeşitli kültürel etkileşimlere ev sahipliği yapmıştır. "Adıyaman, M.Ö. 3 bin -120 yılları arasında Tunç Çağı, Hititler ve daha sonrası ile Asurlar (M.Ö. 900-700), Frigler (M.Ö. 750-600), Persler (M.Ö. 600- 334), Makedonlar (M.Ö. 334-69), Kommagene Krallığı (M.Ö. 69-M.S. 72), Roma İmparatorluğu (72-395), Doğu Roma (Bizans) İmparatorluğu (395-670), Emeviler (670-758), Abbasiler (758-926), Hamdaniler (926-958), Bizaslar

(958-1114), Türk Akınları (1114-1181), Eyyubiler (1181-1204), Anadolu Selçukluları (1204-1218), Moğollar (1230-1250), Memluklar (1298-1393), Beylikler dönemi (1393-1516), Osmanlı İmparatorluğu (1516'dan itibaren Türkiye Cumhuriyetinin kuruluşuna kadar egemenliğine girmiş ve bir sancakla beylerbeyliğine bağlanmıştır" (Yağınlı, 2013: 18).

Adıyaman, Orta Fırat bölgesinde yer alan en eski yerleşim yerlerinden biridir. Fırat Nehri ve verimli toprakları, bölgenin stratejik önemini artırarak çeşitli medeniyetlere ev sahipliği yapmasını sağlamıştır. "Adıyaman ili Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndedir. 37-45 kuzey enlemi ile 38-17° doğu boylamı üzerinde yer alan ilin, denizden yüksekliği (rakımı) 669 metredir. Yüz ölçümü ise 7614 km2, göller ile 7.871 km2'dir.Doğuda Diyarbakır, batıda Kahramanmaraş, güneyde Şanlıurfa, kuzeyde Malatya illeriyle çevrilidir. Adıyaman İlinin toplam nüfusu ise; 624.513'dir. İlin merkez ilçe dışında sekiz ilçesi olup bunların adları; Besni, Çelikhan, Gerger, Gölbaşı, Kâhta, Samsat, Sincik ve Tut ilçeleridir. Merkez ve ilçelerinin kuzey kısımlarıyla Gölbaşı, Çelikhan, Tut, Sincik ve Gerger ilçelerinin tamamına yakını dağlıktır. Merkez ve Kâhta ilçelerinin güneyi ile Samsat ve Besni'nin bir kısmı ise ovalıktır" (Yağınlı, 2013: 19).

Aleviliğin Tarihi

"Anadolu'da XIII. yy. ortalarından başlayıp günümüze değin sürüp gelen Bektaşilik, adını Hacı Bektaş Veli'nin (öl. 1270-1) varlığından alan oldukça yaygın bir kuruluştur. Yazılı belgelere göre XIII. yy. da kurulduğu söylenen Bektaşilik'in çok daha eskilere giden bir geçmişi, ilkçağ uluslarına varan uzun bir geleneği vardır. Bunu onun bütünlüğünü oluşturan gelenek, görenek, tören bg. ana kurumlarından anlamak kolaydır. Hangi amaçla kurulursa kurulsun, bütün kurumların bir geçmişi, bir geleneği vardır. Adının Hacı Bektaş Veli'ye bağlanması Bektaşiliğin bir kurum, bir tarikat olarak bütün bölümleriyle ondan başladığını, başlaması gerektiğini göstermez. Anadolu'ya Horasan'dan geldiği söylenen, bu konuda birçok yazılı belge düzenlenen Hacı Bektaş Veli'nin adıyla anılan, Bektaşilikle ilgili düşünceleri, inançları Anadolu'nun ilkçağını andıran izlerle doludur. Bu da Bektaşiliğin daha eski bir gelenek üzerine kurulmasa bile ona dayandığını gösterir. Bektaşilikte görülen kimi inançların Asya kaynaklı olmasına karşılık, kiminin de, ilkçağ Anadolu uluslarıyla bağlantı olduğu düşünülmektedir" (Eyuboğlu, 1990: 33-34).

"Hacı Bektaş Veli, Anadolu'ya, Horasan'dan gelmiş, Anadolu'da bir süre dolaşmış, sonra Amasya'da asılan Baba İlyas'a (öl. 1240) bağlı Baba İshak'ın buyruğu altına girmiş, ondan ilk eğitimi görmüş, elalmış, yol bulmuş bg. derler. Bunları söyleyen en eski kaynaklar da Eflâkı Ahmed Dede (öl. 1360) ile Aşıkpaşazâde'dir (öl. XV. yy. ikinci yarısı). Bu kaynakların ikisinin de Hacı Bektaş Veli'den çok sonra olduğu, birincisinin ondan nerdeyse yüz yıl, ikincisinin ise iki yüz yıl sonra öldüğü anlaşılıyor. Bu durumda, en eski sayılan iki kaynak bile, pek güvenilir nitelikte değildir. Ancak yaygın gelenek bu iki kaynağın bildirdiği yöndedir. Bu bakımdan Bektaşiliğin kuruluşu, gelişimi, özü ile ilgili bilgileri böyle yazılı kaynaklardan çok yaşayan geleneklerden, törenlerden, törenlerden, inançlardan öğrenme, onlara dayanma gereği vardır" (Eyuboğlu, 1990: 33-34). "Türk toplum tarihi çizgisi incelendiğinde, Alevi-Bektaşi gruplarının daha ziyade bir azınlık psikolojisi altında varlıklarını sürdürdükleri görülmektedir. Bu nedenle, kapalı-gizli toplum özelliklerini yansıtırlar. Her kapalı-gizli toplum (secret society), ayakta kalabilmek için birtakım manevi direnç noktaları geliştirmek durumundadırlar. Biz, bu tür iç ve dış etkenlere karşı geliştirilen savunma mekanizmalarına toplumsal seferberlik (mobilizasyon) gücü de diyoruz. Alevi-Bektaşi grupları, Anadolu Selçuklu devletinin kuruluşundan günümüze kadar, sosyal hareketlilik diyebileceğimiz birçok eylem biçimlerine katılmış, yara almış ve grup önderlerini kaybetmişlerdir. Bu toplumsal çalkantılar, yeniden restorasyon diyebileceğimiz türde örgütlenmelere yol açmış ve Alevi- Bektaşi teolojisi sırlılık ve kapalılığını giderek güçlendirmiştir. Sadece bir cem ayininde 12 kişinin görev alması, buralarda birinin kapıcı türünden bir statü işgal etmesi, açıklık ve dışa yansımaya bir tepki olarak düşünülebilir. Alevi-Bektaşi toplulukları da, inanç, dünya görüşü ve felsefi yaşantılarıyla Büyük Toplum (Sünni) dan ayrılmaktadırlar. Bu nedenle de, dini norm ve değerler, birer dinamik unsur olarak grubu ayakta tutmaya çalışır. Adeta bu gelenek ve töreler böyle bir dini iklimden yararlanmak suretiyle manevi bir doku oluştururlar" (Türkdoğan, 2013: 403-404).

"Alevi-Bektaşi topluluklarında dayanışmayı, birlikteliği ve her çeşit dağılmaya karşı cemaat bilincini güçlendirmeyi hedefleyen dengeleyici etkenler vardır. Bunların başında "Ocak" kavramı gelir. Alevi-Bektaşi kültünde ocak adeta bir kültür kümesi (complek-si)dir. Ocak, dini liderlerin soyunu, rol ve yerini belirtmede önemli bir şemsiyeyi oluşturur. Kimin Ehlibeyt soyuna bağlı olduğu, kimin Hacı Bektaş Veli'den geldiğini ancak bu ocak kavramı belirler. Dini lider (seyyit veya dede) ocakla bağlantılıdır. Seyyitlik, ocak kültü olmadan varlığını sürdüremez. Ocak geleneği, sadece soyun belirlenmesini değil, aynı zamanda cem töreninin niteliğini de etkiler. Nitekim Çelebilerin dede olduğu cemlerde rakı içildiği halde, Sûfi Sürekleri adı verilen yol'dan gelen dedelerin cemlerinde şerbet verildiği görülür. Aynı şekilde, Babagân kolunun da içki yerine şerbeti tercih ettiği görülmektedir. Ancak, Alevilerin Zeynelabidin ocağı ise sadece cem törenlerinde içkiyi yasaklamakta, onun dışında serbest bırakmaktadır" (Türkdoğan, 2013: 403-404).

Adıyaman'da Alevi Etnisitesi

"Günümüzde toplumsal yaşamda özellikle gençler arasında kılık kıyafet anlamında ayırt edici bir özellik bulunmamaktadır. 50 yaş ve üzerindeki bir Alevi ile Sünni arasında kılık kıyafet olarak en büyük fark özellikle kırsal bölgelerde Sünni bireyin başında terlik veya takke gibi bir kıyafetle dolaşması, Alevi vatandaşımızın ise, sekiz köşe kasketli olmasıdır. Kadınlara gelince, kırsal alanda Alevi kadınları başlarına kofi adı verilen geleneksel bir başlık takmaktadırlar. Kofi başlık taşıma işlemi gittikçe düşmektedir. Sünnilerde ise kofi kullanma oranı oldukça düşük olup Alevilerden farklı olarak kofinin üzeri ve yanları bir yazma veya başka bir başörtüsü ile sarılmaktadır. Bu durum özellikle bir kısmı Sünni olan Kavililerde daha yaygındır. Sünnilerde başörtüsü, yazma, izar adı verilen çarşaf ve manto gibi örtünme ve dış kıyafetler kullanırlarken Alevilerde özellikle dış kıyafetler kullanılmamaktadır. Bununla birlikte özellikle eğitim seviyesi düşük, 40 yaş üstü ve kırsal kökenli kadınlar başlarını "*leçek*" adı verilen başı örtme şekli yani boynu ve kulakları açıkta bırakan bir başörtüsü bağlama şeklini kullanmaktadırlar. Başörtüsü için genellikle mor, turuncu, siyah, lacivert ve kahverengi renkler tercih edilmektedir. Alevi kadınlar özellikle beyaz eşarp veya yazma takmamaya özen gösterirler ancak bu durum Sünnilerin yoğun olarak yaşadığı bölgelerde geçerli bir uygulama değildir. Kılık kıyafet olarak kumaş pantolon veya şalvar (genellikle kırmızı veya mavi renkler) üzerine kısa kollu tişört veya bluz toplumda kadınlar tarafından kullanılan tipik giysilerdir" (Dalyan, 2022: 100-101).

"Toplumda sakal bıyık açısından orta yaşın üzerindeki kişiler genellikle sakalsızdır. Bıyığı olanlar ise eğer altmış yaş üstü ise ve kırsal alanda yaşayan bireylerse genellikle Hulusi Kentmen gibi kalın kaytan bıyıklıdır. Gençlerde ise özellikle top sakalın çeşitli örnekleri görülmektedir. Özellikle eğitim seviyesi yükseldikçe bu oran artmaktadır. Alevi düğünlerini Sünni düğünlerden ayıran en büyük özellik Sünnilerde yaşlıların halay çekmek için halay sırasına girmesi hoş karşılanmaz. Bu nedenle söz konusu yaşlılar daha çok kendi aralarında sohbet etmeyi tercih ederken Alevi düğünlerinde ise yaşlı erkekler kendi aralarında halay çekmekten veya halay başı olmaktan geri kalmazlar. Ticari işletme ve faaliyetlerde öncelik olarak kendi çevrelerinden alışveriş yapmayı seven toplumun en ilginç özelliklerinden birisi de özellikle yapı ve inşaat alanında oldukça önemli oranda artan kalifiye eleman sayısıdır. Bu konuda Balyanlılar önemli bir oran teşkil etmektedirler. Adıyaman bölgesinde en fazla icra edilen mesleklerden birisi de berberliktir. Karapınar Mahallesi'nde Adıyaman bölgesindeki berberlerden orana göre çok fazla berber dükkânı bulunmaktadır. Toplum içinde özellikle dağlık bölümde tütün ticareti yapanların büyük bir bölümü İstanbul, Adana, Mersin ve diğer batı şehirlerinde son zamanlarda kaçak tütün dükkânlarının açıldığı bilinmektedir. İlginç olan ayrılıkçı faaliyetlerinden dolayı hapis yatan ve tütüncülükle uğraşan bireylerin dahi büyük bir bölümünün ticaret yaptığı yerler ülkenin doğu kısmı değil batı illeridir" (Dalyan, 2022: 102).

Adıyaman Rıza Tanrıverdi Cem Evi'nin Kuruluşu, Derneğin Yapısı ve Ritüeller

Adıyaman, sosyal ve kültürel çeşitliliği açısından Türkiye'nin en belirgin örneklerinden birini oluşturur. İl genelinde Alevi toplumu, büyük ölçüde kendi içindeki bağlarla bir arada yaşamakla birlikte, bazı köy ve mahallelerde Sünni Müslüman toplumu ile birlikte iç içe bir yaşam sürmektedir. Bu durum, Adıyaman'ın, farklı etnik gruplar ve dini inançlara sahip bireylerin bir arada barış içinde yaşamayı başardığı bir alan olmasını sağlamaktadır.

Türk ve Kürt nüfuslarının yanı sıra, Müslüman ve Hristiyan topluluklarının da bir arada bulunduğu bu şehir, tarihsel olarak farklı inanç ve kültürlerin uyum içinde varlıklarını sürdürdüğü nadir şehirlerden biridir. Yapılan görüşmeler sonucunda Adıyaman Rıza Tanrıverdi Cem Evi'nin 2009 yılında kurulduğu tespit edilmiştir. Cem evi, depremin ardından dernek başkanının vefatı nedeniyle "Rıza Tanrıverdi" adını almıştır.

Fotoğraf 1. Adıyaman Rıza Tanrıverdi Cem Evi Ayin-İ Cem Görüntüsü
Fotoğraflayan: Muhammet Eroğlu

Cem evinde hiyerarşik örgütlenme Dede, İmam, Cem evi Başkanı ve Talip-Halk'tan oluşmaktadır. Görüşme sağladığımız Mehmet Ali Tutal (Dede) konu hakkında şöyle söylemektedir: "Dede, mürşit konumundadır. Cem sırasında dualar eder ve cemi yönlendirir. İmam, Halkın sorduğu sorulara dini yönüyle cevaplar ve dini sohbetler verir. Cem evi Başkanı, Cem evindeki eksiklikleri giderir. Talip-Halk, Dini ibadetlerini gerçekleştirir. Ayrıca burada var olan kişilerin birbirinden üstünlükleri yoktur. Herkes birbirine eşittir" (M.A. Tutal, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025). Cem evlerindeki hiyerarşik yapılanmanın tüm şehirlerde benzer bir yapıya sahip olduğu bilinmektedir ve bu yapı, dedeler, zâkirler ve diğer görevli bireyler arasında belirli bir iş bölümüne dayanmaktadır. Konuyla ilgili olarak İbrahim Çevik (İmam) konu hakkında şöyle söylemektedir: "Cem evlerindeki hiyerarşik yapılanma tüm şehirlerde aynıdır" (İ. Çevik, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025).

Fotoğraf 2. Adıyaman Rıza Tanrıverdi Cem Evi Ayin-İ Cem Görüntüsü
Fotoğraflayan: Muhammet Eroğlu

Alevilikte dedelerin, belirli bir bölgenin veya bir ocağın dedeliğini üstlendiği ve toplumsal-dini rehberlik yaptığı bilinmektedir (Yaman, 2004: 85). Konuyla ilgili Mehmet Ali Tutal (Dede): "Her ocağın dedesi ayrıdır" (M.A. Tutal, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025). Alevilikte dedelerin, ocak sistemi içinde soydan geldiği kabul edilmekte olup, manevi önderlikleri kuşaktan kuşağa aktarılmaktadır. Dedeliğin belirlenmesi sürecini anlatan Mehmet Ali Tutal (Dede): "Dedeler genellikle ırktan gelir. Dede olarak belirlenecek kişinin halk tarafından onay almasından sonra dedelik görevini üstlenir" (M.A. Tutal, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025). Cem evlerinde dini ve toplumsal ritüeller, dede, imam, cem evi başkanı, zakirler ve halkın katılımıyla gerçekleşir; her bir bileşen cem törenlerinde belirli sorumluluklar üstlenir. Görüşmeler sonucunda İbrahim Çevik (İmam): Cem evindeki kişilerin görevleri hakkında şunları söylemektedir. "Dede, rehber konumundadır. İmam, dini konularda halka yardımcı olur. Dernek Başkanı, Derneğin eksikleriyle ilgilenir. Zakirler, bağlama çalıp ceme eşlik ederler. Halk, cem ibadetlerini yerine getirirler" (İ. Çevik, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025).

Alevi cem evlerinde dini önderlik geleneksel olarak erkekler tarafından üstlenildiğinden, kadın din görevlilerine genellikle rastlanmamakta ve manevi rehberlik ağırlıklı olarak dedeler tarafından yürütülmektedir. "Alevi toplumunda dedeler, dini liderlik yapmanın yanı sıra toplumsal düzeni sağlamak, cem törenlerini yürütmek, anlaşmazlıklarda hakemlik yapmak ve dini bilgiyi kuşaktan kuşağa aktarmakla sorumludurlar" (Dressler, 2013: 75). Dedeler, ocak sistemi içerisinde hem dini hem de sosyal işlevler üstlenirler; cem ayinlerini yürütür, toplumsal sorunlarda hakemlik yapar, Alevi-Bektaşi inanç ve erkânını taliplere aktarırlar.İbrahim Çevik (İmam) cem evlerinde kadın din görevlilerinin varlığı konusunda: "Cem evimizde kadın Zâkir'imiz vardır. Cem süresince bağlamasını çalarak eşlik etmektedir" (İ. Çevik, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025). Cem evlerinde çalışan kişilerin herhangi bir maaş alıp almadığına dair bilgiler veren Hasan Çalış (Dernek Başkanı): "Cem evinde görev alan ve çalışan kişilerin herhangi bir maaşı yoktur. Ücret almıyoruz. Yaptığımız iş gönüllülük esasına dayanır" (H. Çalış, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025). Cem evi başkanı, cem ibadetinin düzenli ve eksiksiz gerçekleştirilmesi için tüm gerekli ihtiyaçları karşılamakla sorumludur. Cemlerin ertelenmesi durumunda ilgili mercilere bilgi verir ve toplumsal düzenin korunması adına gerekli koordinasyonu sağlar. Ayrıca, ortaya çıkabilecek olumsuz durumlarda, çözüm odaklı müdahalelerde bulunarak cem topluluğunun huzurunu ve ibadet sürecinin kesintisiz ilerlemesini temin etmektedir. Cem evindeki sorumlulukları hakkında bilgi veren Hasan Çalış (Dernek Başkanı): "Cem evindeki düzeni sağlarım. Eksiklikleri gideririm. Binada sorun çıktığında çözümü için gerekli yerlere ulaşırım. Özel günlerdeki etkinliklerin planlamasını yaparım" (H. Çalış, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025).

Fotoğraf 3. Adıyaman Rıza Tanrıverdi Cem Evi Ayin-İ Cem Görüntüsü
Fotoğraflayan: Muhammet Eroğlu

Cem evlerinde, genellikle haftada bir gün olmak üzere cem törenleri düzenlenmekte ayrıca belirli özel günlerde lokma ve aşure ikramları dikkat çekmektedir. Hasan Çalış (Dernek Başkanı), Cem evlerindeki dini ritüeller hakkında şunları söylemektedir: "Hızır orucunda üç gün oruç tutar bir lokma yeriz. Muharrrem orucu bittikten sonra bütün halk davet edilerek aşure verilir. Her Perşembe cem ibadetimiz vardır. Depremden sonra her perşembe akşamı saygı duruşunda bekleriz" (H. Çalış, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025). Cemler genellikle perşembe günü yapıldığı bilinmektedir. Cemlerin hangi gün yapıldığını hakkında bilgi veren Mehmet Ali Tutal (Dede): "Cemlerimizi haftada bir gün olmak üzere sadece perşembe akşamı yaparız" (M.A. Tutal, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025).
Mehmet Ali Tutal (Dede) Cem evinde yapılan dini müzik metinlerinin nereden alındığı hakkında şunları söylemektedir: "Dini müzik metinlerini yedi ulu ozandan aldık" (M.A. Tutal, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025). Semah icra edilirken söylenen ezgilerin, geleneksel olarak nota ve makam bilgisine dayanmadan, ustadan çırağa aktarılan sözlü kültür yoluyla icra edildiği bilinmektedir. İbrahim Çevik (İmam), Semahlarda söylenen ezgilerin kulaktan kulağa aktarıldığını dile getirmektedir: "Söylenen ezgileri kulaktan kulağa aktarılarak öğreniyoruz. Nota ve makam bilgimiz yoktur. Ayrıca nota ve makam eğitimi almadık" (M.A Tutal, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025). Semahlarda herhangi bir isimlendirme olup olmadığı hakkında, Mehmet Ali Tutal (Dede): "Semahlarda herhangi bir isimlendirme kullanmıyoruz" (M.A. Tutal, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025). Belirli ilahi kitapları ve metinlerinin varlığı hakkında, İbrahim Çevik (İmam): "Geçmiş dönemde birçok ilahi kitaplarımız yakıldı. Şu an elimizde herhangi bir kitap ve metin bulunmuyor" (İ. Çevik, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025). Özellikle semahlarını kullandıkları bestecilerin olup olmadığı hakkında, Mehmet Ali Tutal (Dede): "Semahlarını kullandığımız ön plana çıkan bestecimiz yoktur" (M.A. Tutal, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025).

Fotoğraf 4. Adıyaman Rıza Tanrıverdi Cem Evi Ayin-İ Cem Görüntüsü

Semah ritüelinin icrasında belirli bir kişi zorunluluğu bulunmamakta olup, topluluk içindeki bireylerin katılımıyla gerçekleştirildiği ve katılımcı sayısının esneklik gösterebildiği görülmektedir. İbrahim Çevik (İmam), Semahlarda belirli bir sayı zorunluluğunun olmadığını söylemektedir: "Semahlarda belirli bir sayı yoktur. Semah dönmesini bilen herkes semaha katılır. Bizde bir erkek bir bayan olmak üzere sadece iki kişi semah söyler" (İ. Çevik, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025). Cem evlerinde semahları seslendiren ve müzikal icrayı yönlendiren kişilere geleneksel olarak zakir denildiği ve onların önemli bir rol üstlendiği görülmektedir. Cem evlerinde semahları seslendiren kişilere ne denildiği hakkında bilgi veren Mehmet Ali Tutal (Dede): "Cem evlerinde semahları seslendiren kişilere zakir diyoruz" (M.A. Tutal, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025). Alevi inancında dini metinleri genellikle Dedelerin ve Zakirlerin okuduğu görülmektedir. Dini metinlerin kimlerin okuduğu ile ilgi olarak, İbrahim Çevik (İmam): "Bizde dini metinleri dedeler, zakirler ve imamlar okur" (İ. Çevik, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025).

Semahlara katılımın tamamen gönüllülük esasına dayandığı ve bireylerin içtenlikle bu ritüele dâhil olduğu bilinmektedir. Katılımcıların, semahın manevi niteliğine uygun şekilde giyim ve kuşamlarına özen göstermeleri beklenmekte, sade ve saygılı bir kıyafet tercihi, ritüelin ruhuna uygunluk açısından önemli görülmektedir. Mehmet Ali Tutal (Dede), Semahlara katılmak için gerekli şartları şu şekilde aktarmaktadır: "Semahlarımıza katılım gönüllük esasına dayanır. Giyim konusunda belirli şartlarımız vardır. Erkek ve kadınlarımızın daha tertipli giyinmesini söylüyoruz. Semaha katılmak için cemaat üyesi olmak zorunluluğu yoktur" (M.A. Tutal, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025). Hasan Çalış (Dernek Başkanı), Semah icra eden bireylerin yetiştirilmesine yönelik kurumsal bir eğitim sürecinin varlığına ilişkin olarak şu açıklamalara yer vermiştir: "Benim himayem doğrultusunda semah hocalarımız vardır. Semah hocalarımız semah öğrenmek isteyenlere eğitim verirler" (H. Çalış, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025). Alevi inancında bağlama hem müzikal hem de ritüel yönüyle önemli bir yere sahiptir ve ibadetlerde, özellikle cem törenlerinde, dini öğretilerin aktarılmasında merkezi bir rol oynadığı bilinmektedir. Mehmet Ali Tutal (Dede), bağlamanın Alevi inancında önemli bir yere sahip olduğunu vurgulayarak şu ifadeleri kullanmıştır: "Cemlerimizde bağlama kullanıyoruz. Geçmişten günümüze atalarımız bağlama kullanmıştır. Bağlama çalarak semahlarımızda aşka geliyoruz. Bundan dolayı saz bizim için çok önemlidir. Ayrıca Âşık Mahzuni Şerif bağlamaya Telli Kuran'ım demiştir" (M.A Tutal, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025). İbrahim Çevik (İmam), herhangi bir çalgıya kutsiyet atfedildiğine dair bilgi vererek şu ifadeleri kullanmıştır: "Bağlamaya 'Telli Kur'an' olarak hitap ediyoruz." (İ. çevik, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025). Hasan Çalış (Dernek Başkanı), Cem evlerinde belirli kursların düzenlendiğine dair bilgi aktararak şu ifadeleri kullanmıştır: "Cem evimizde bağlama ve semah kurslarımız vardır" (H. Tutal, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025).

"Semah, Alevi ve Bektaşiler tarafından inançları gereği cemlerde icra edilen semah, hizmet sahipleri olan zakirlerin çaldığı saz eşliğinde söylenen sözler ve müziğin ritmine uyarak yapılan mistik ve estetik hareketler ile Tanrı'ya ulaşma yoludur"[1] Semah, Alevi-Bektaşi inancında cem törenlerinin vazgeçilmez unsurlarından biri olup, müzik eşliğinde yapılan dinsel bir ritüel dansıdır. Semah, evrenin döngüselliğini, insanın Tanrı'ya duyduğu aşkı ve teslimiyetini sembolize eden mistik bir ibadet biçimidir (Kehl-Bodrogi, 1992: 146). Semahın neden dönüldüğüne dair bilgi aktaran Mehmet Ali Tutal'a (Dede) göre: "Bizim için semah, saz eşliğinde yaratana sığınmaktır. Muhabbet cemi niteliği taşır. Asıl adı cem yürütmedir. Semahlarımızla ibadetlerimizi yerine getiriyoruz. Dışardan bakanlar burada herhangi bir folklor veya eğlence olduğunu düşünmektedirler. Aslında biz burada ibadet yapıyoruz. Semahın özü kâinattan geliyor. Dönmeyen hiçbir varlık yoktur. Bütün canlılar dönüyor. Bizde Dünya'nın dönüşünü referans alarak dönüyoruz. Allah olan aşk halimizi ortaya koyuyoruz. Onu ancak dönen bilir" (M.A. Tutal, kişisel görüşme, 15 Şubat 2025).

Sonuç

Çalışmada yapılan görüşmeler sonuç olarak, semah ritüelinin, Alevi inanç sistemi içerisinde kolektif, gönüllülüğe dayalı ve toplumsal bütünleşmeyi güçlendiren bir ibadet biçimi olduğunu ortaya koymaktadır. Adıyaman Rıza Tanrıverdi Cem Evi'nde semah icrasında belirli bir katılımcı sayısı zorunlu tutulmamakta; topluluk üyeleri arasından semah dönmesini bilen herkes bu ritüele dâhil olabilmektedir. Bununla birlikte, ritüelin icrasında toplumsal rollerin önemini yansıtan bir yapı göze çarpmaktadır. Zakirler, müzikal icrayı yönlendiren ve semahların söylenmesini sağlayan başat figürler olarak öne çıkarken; dedeler, imamlar ve zakirler aynı zamanda dini metinlerin okunmasında da temel aktörlerdir.

Adıyaman Rıza Tanrıverdi Cem Evi'nde semaha katılım gönüllülük esasına dayansa da, katılımcılardan ritüelin manevi atmosferine uygun sade ve saygılı bir kıyafet tercih etmeleri beklenmektedir. Bunun yanında, semah ve bağlama geleneğinin yaşatılmasına yönelik cem evlerinde kursların düzenlenmesi, bu kültürel aktarımın kurumsal bir boyut kazandığını göstermektedir. Bağlama, Alevi inancında hem "Telli Kur'an" olarak kutsiyet atfedilen hem de semahın manevi boyutunu güçlendiren merkezi bir enstrüman olarak konumlanmaktadır.

Sonuç olarak, semah yalnızca estetik bir ritüel hareketi değil, kâinatın döngüselliğini, Tanrı'ya yönelişi ve aşk halini sembolize eden mistik bir ibadet biçimidir.

[1] https://www.kulturportali.gov.tr/portal/alevibektasirituelisemah

Katılımcıların ifadeleri, semahın folklorik veya eğlenceye dayalı bir unsur değil, Alevi-Bektaşi inancının özünden beslenen, derin bir manevi pratiğin ifadesi olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda semah, hem bireysel bir maneviyat deneyimi hem de toplumsal dayanışmayı pekiştiren kültürel bir aktarım alanı olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

Creswell, J. W. (2017). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*. Sage Publications.

Dalyan, M.G. (2022). Adıyaman alevileri tarih ve kültür. Elazığ: Asos Yayınları.

Dressler, M. (2013). *Writing Religion: The Making of Turkish Alevi Islam*. Oxford University Press.

Eyuboğlu, İ.Z. (1990). Bütün yönleriyle bektaşilik. İstanbul: Der Yayınları.

Kehl-Bodrogi, K. (1992). *Die Kızılbaş/Aleviten: Untersuchungen über eine esoterische Glaubensgemeinschaft in Anatolien*. Berlin: Klaus Schwarz Verlag.

Özçeltik, B. (2019). *Türk Müziğinde Gazel İcralarının Müzikal Analizi.* Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.

Talip, T. (2006). Tunceli alevîliğinde inanç ve ibadet, Yüksek Lisan Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.

Türkdoğan, O. (2013). Alevi-Bektaşi kimliği. Konya: Çizgi Kitabevi.

Türkiye Kültür Portalı (2025). Alevi-Bektaşi Ritüeli Semah. https://www.kulturportali.gov.tr/portal/alevibektasirituelisemah adresinden 20 Şubat 2025 tarihinde alınmıştır.

Yağınlı, A.A. (2013). Adıyaman merkez ağzı ve kültürü. İstanbul: Adıyaman Belediyesi Kültür ve Sosyal İşler Müdürlüğü Yayınları.

Yaman, A. (2004). *Alevilikte Dedelik ve Ocak Sistemi*. Ankara: Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

DIGITAL LABOR IN FASHION: THE VISIBILITY PURSUIT OF WOMEN DESIGNERS VIA DIGITAL DESIGN TOOLS

Asst. Prof. Alev ÇIRPICI
Istanbul Beykent University, Fine Art Faculty, Textile and Fashion Design Department, Istanbul, Turkey,
ORCID: ID/0000-0002-4869-5812

ABSTRACT
This paper examines the impact of digital technologies on women's labor in the field of fashion design from a gender equality perspective and within the framework of the creative labor literature. Positioned at the intersection of fashion, communication, and gender studies, the study addresses both the opportunities and inequalities brought about by digitalization. These include flexible production, home-based work, and digital visibility on the one hand, and issues such as technical access, software costs, and digital literacy on the other. Based on data from the Turkish Statistical Institute (TÜİK), the participation of women in freelance work in Turkey is analyzed, with particular emphasis on part-time and home-centered labor practices. The study also explores women's visibility strategies on digital platforms such as Etsy, Behance, and Instagram, discussing them in the context of algorithmic invisibility and the pressure for constant production. Moreover, it evaluates the technical and economic accessibility of widely used design software such as Adobe Illustrator, Photoshop, and CLO 3D, as well as the gender dimensions of digital design education provided at universities. In this context, the paper argues that the digital labor process in fashion design is not limited to production alone but also becomes a space for recognition, representation, and subjectivity. Ultimately, it emphasizes the need for structural support mechanisms and inclusive educational policies to ensure women's equal, sustainable, and visible participation in the digital fashion field.
Keywords: Digital labor, women designers, freelance fashion practices

MODA TASARIMINDA DİJİTAL EMEK: KADIN TASARIMCILARIN DİJİTAL TASARIM ARAÇLARIYLA GÖRÜNÜRLÜK ARAYIŞI

ÖZET
Bu bildiri, dijital teknolojilerin moda tasarımı alanındaki kadın emeğine etkisini cinsiyet eşitliği perspektifinden ve yaratıcı emek literatürü doğrultusunda incelemektedir. Moda, iletişim ve toplumsal cinsiyet çalışmaları disiplinlerinin kesişiminde yer alan çalışmada, dijitalleşmenin kadın tasarımcılara sunduğu esnek üretim, ev merkezli çalışma ve dijital görünürlük gibi imkanlar ile teknik erişim, yazılım maliyetleri ve dijital okuryazarlık gibi eşitsizlikler birlikte ele alınmaktadır. TÜİK verileri doğrultusunda Türkiye'de kadınların freelance (serbest) çalışmaya katılımı, özellikle yarı zamanlı ve ev merkezli emek pratikleri üzerinden değerlendirilmiştir. Ayrıca Etsy, Behance ve Instagram gibi dijital platformlarda kadınların görünürlük stratejileri, algoritmik görünmezlik ve sürekli üretim baskısı bağlamında tartışılmıştır. Adobe Illustrator, Photoshop ve CLO 3D gibi yaygın yazılımların teknik ve ekonomik erişim koşulları ile üniversitelerde verilen dijital tasarım eğitiminin toplumsal cinsiyet boyutu da değerlendirme kapsamına alınmıştır. Bu bağlamda çalışma, dijital emek sürecinin yalnızca üretimle sınırlı kalmayıp tanınma, temsil ve özneleşme mücadelelerinin de mekanı haline geldiğini ortaya koymaktadır. Sonuç olarak kadınların dijital moda alanında eşit, sürdürülebilir ve görünür bir biçimde varlık gösterebilmeleri için yapısal destek mekanizmalarına ve kapsayıcı eğitim politikalarına ihtiyaç duyulduğu vurgulanmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Dijital emek, kadın tasarımcılar, moda alanında serbest çalışma pratikleri

BİTKİ BÜYÜMESİNİ TEŞVİK EDEN BAKTERİLER İLE SİDEROFOR İLİŞKİSİNE YÖNELİK BİLİMSEL YAYINLARIN BİBLİYOMETRİK İNCELEMESİ

Dr. Büşran SUNYAR
Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyomühendislik ve Bilimleri Anabilim Dalı, Iğdır, Türkiye,
ORCID ID: 0000-0001-8524-3308

ÖZET
Sideroforlar, mikroorganizmalar tarafından demir gibi biyoyararlanımı sınırlı elementleri çevreden elde edebilmek amacıyla sentezlenen düşük moleküler ağırlıklı şelatlayıcı bileşiklerdir. Bitki büyümesini teşvik eden bakteriler (PGPB), siderofor üretimi sayesinde bitkilerin demir alımını artırmakta ve bu yolla hem bitki gelişimini desteklemekte hem de toprak mikrobiyal dengesine katkıda bulunmaktadır. PGPB'lerin tarımsal verimlilik, biyolojik kontrol ve sürdürülebilir çevre yönetimi alanlarda sunduğu potansiyel nedeniyle bu organizmalar son yıllarda bilimsel araştırmaların ilgi odağı haline gelmiştir. Bu çalışma, PGPB'lerin ürettiği siderofor konusunda yapılmış uluslararası yayınları bibliyometrik açıdan incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Veriler, Elsevier'in Scopus veri tabanından elde edilmiş ve "Plant growth-promoting bacteria" ve "Siderophore" anahtar kelimeleri kullanılarak 695 özgün kayıt tespit edilmiştir. Bibliyometrik analizler, VOSviewer (v1.6.20) ve R Bibliometrix (v4.1.2) yazılımları ile yürütülmüştür. Yayınların yıllara göre dağılımı, ülke ve yazar bazlı üretkenlik, anahtar kelime kümelenmeleri ve iş birlikleri analiz edilmiştir. Sonuçlar, Hindistan ve Çin'in bu alandaki yayın sayısında lider konumda olduğunu; Pakistan, İran ve Arjantin gibi ülkelerin ise yüksek oranda çok uluslu iş birlikleri gerçekleştirdiğini göstermiştir. Anahtar kelime analizleri, özellikle biofertilizer, biocontrol ve genomik uygulamalara olan ilginin 2020 sonrası belirgin şekilde arttığını ortaya koymuştur.
Anahtar Kelimler: Bitki Büyümesini Teşvik Eden Bakteriler (PGPB), Siderofor, Bibliyometrik Analiz, Biyogübre

BIBLIOMETRIC REVIEW OF BITKI GROWTH-PROMOTED BACTERIA TOWARD SIDEROPHORE TRAP TRANSMISSIONS

ABSTRACT
Siderophores are low-molecular-weight chelating compounds synthesized by microorganisms to acquire elements with limited bioavailability, such as iron, from the environment. Plant growth-promoting bacteria (PGPB) enhance iron uptake in plants through siderophore production, thereby supporting plant development and contributing to soil microbial balance. Due to their potential in improving agricultural productivity, biological control, and sustainable environmental management, PGPB have become a prominent focus of scientific research in recent years. This study aims to conduct a bibliometric analysis of international publications related to siderophores produced by PGPB. Data were retrieved from Elsevier's Scopus database using the keywords "Plant growth-promoting bacteria" and "Siderophore," resulting in the identification of 695 unique records. Bibliometric analyses were performed using VOSviewer (v1.6.20) and R Bibliometrix (v4.1.2) software. The analysis included publication trends over time, productivity by country and author, keyword clustering, and collaboration networks. The results revealed that India and China lead in the number of publications in this field, while countries such as Pakistan, Iran, and Argentina demonstrate a high level of international collaboration. Keyword analysis showed a marked increase in interest in topics such as biofertilizers, biocontrol, and genomic applications, particularly after 2020.
Keywords: Plant Growth-Promoting Bacteria (PGPB), Siderophore, Bibliometric Analysis, Biofertilizer

GİRİŞ

Tarımda sürdürülebilir üretim ihtiyacı, kimyasal gübre ve pestisit kullanımının çevresel etkilerini azaltacak biyolojik yaklaşımların önemini artırmıştır. Bitki büyümesini teşvik eden bakteriler (PGPB), bitkilerle yakın etkileşimleri sayesinde kök bölgesinde besin alımını iyileştiren, büyümeyi destekleyen ve patojen baskılayan mikroorganizmalar olarak dikkat çekmektedir (Sharma et al., 2003; Kumar et al., 2018). Bu bakterilerin en önemli mekanizmalarından biri, demir (Fe) başta olmak üzere metal iyonlarının biyoyararlanımını artıran düşük molekül ağırlıklı, yüksek afiniteye sahip şelatlayıcı bileşikler olan sideroforların üretimidir (Parmar & Chakraborty, 2016; Sultana et al., 2021).

Demir, fotosentez ve solunumda görev alan sitokromlar, ferredoksinler ve klorofil biyosentezinde rol alan enzimlerin kofaktörü olarak bitki metabolizmasında hayati öneme sahiptir. Ancak toprakta genellikle ferrik formda (Fe^{3+}) düşük çözünürlükte bulunması nedeniyle biyoyararlanımı sınırlıdır ve bu durum özellikle alkali ve kireçli topraklarda kloroza ve verim kaybına yol açmaktadır (Sharma et al., 2003; Delaporte-Quintana et al., 2020; Sun et al., 2022;). PGPB tarafından sentezlenen sideroforlar, Fe^{3+} iyonlarını bağlayarak bakterilerin ve bitkilerin kullanımına sunmakta; böylece demir alımı ve bitki büyümesi desteklenmektedir (Nithyapriya et al., 2021; Juma et al., 2022).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azospirillum* ve *Gluconacetobacter* gibi bakteri türlerin siderofor sentezleme yeteneklerinin, demir eksikliğine bağlı stresin azaltılmasında ve bitki gelişiminde kritik bir rol oynadığını göstermektedir (Kumar et al., 2018; Delaporte-Quintana et al., 2020; Nithyapriya et al., 2021). Örneğin, siderofor üreten *Pseudomonas sp.* GRP3, maş fasulyesinde klorozu azaltmış ve klorofil miktarını artırmıştır (Sharma ve ark., 2003). *Bacillus subtilis* kökenli bacillibactin gibi katekolat sideroforlar, hem besin alımını kolaylaştırmış hem de susam bitkisinde büyüme ve yağ içeriğini iyileştirmiştir (Nithyapriya et al., 2021). Ayrıca sideroforların ağır metal sekestrasyonu, oksidatif stres toleransı, biyofilm oluşumu ve patojen baskılanması gibi ekolojik avantajlar sunduğu rapor edilmiştir (Juma et al., 2022; Sun et al., 2022).

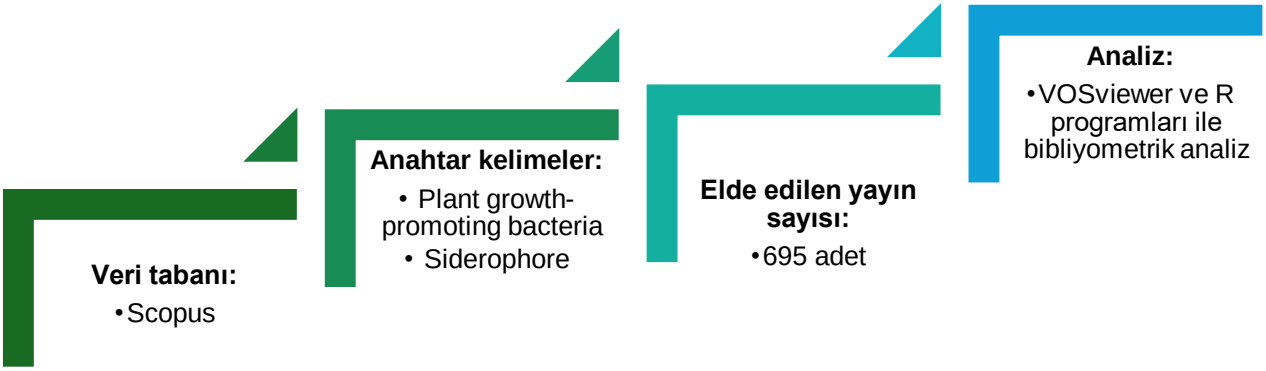
Siderofor üretimi üzerine yapılan araştırmalar, tarımsal üretimde biyogübre ve biyokontrol stratejilerinin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte, bu alandaki bilgi birikimi hızla artmakta; kullanılan türler, siderofor tipleri (hidroksam, katekolat, karboksilat vb.) ve moleküler mekanizmalar çeşitlenmektedir (Sultana et al., 2021; Gómez-Godínez et al., 2023). Bu durum, literatürün kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesini ve araştırma eğilimlerinin belirlenmesini gerekli kılmaktadır.

Bu çalışma, PGPR-siderofor etkileşimlerine yönelik bilimsel yayınları bibliyometrik olarak inceleyerek konunun tarihsel gelişimi, araştırma ağları, yazar ve ülke işbirlikleri, öne çıkan bakteriyel türler ve uygulama alanları hakkında kapsamlı bir bakış sunmayı amaçlamaktadır. Elde edilecek veriler, sürdürülebilir tarımda siderofor üreticisi mikroorganizmaların kullanımını teşvik eden stratejiler için bilimsel bir temel oluşturacaktır.

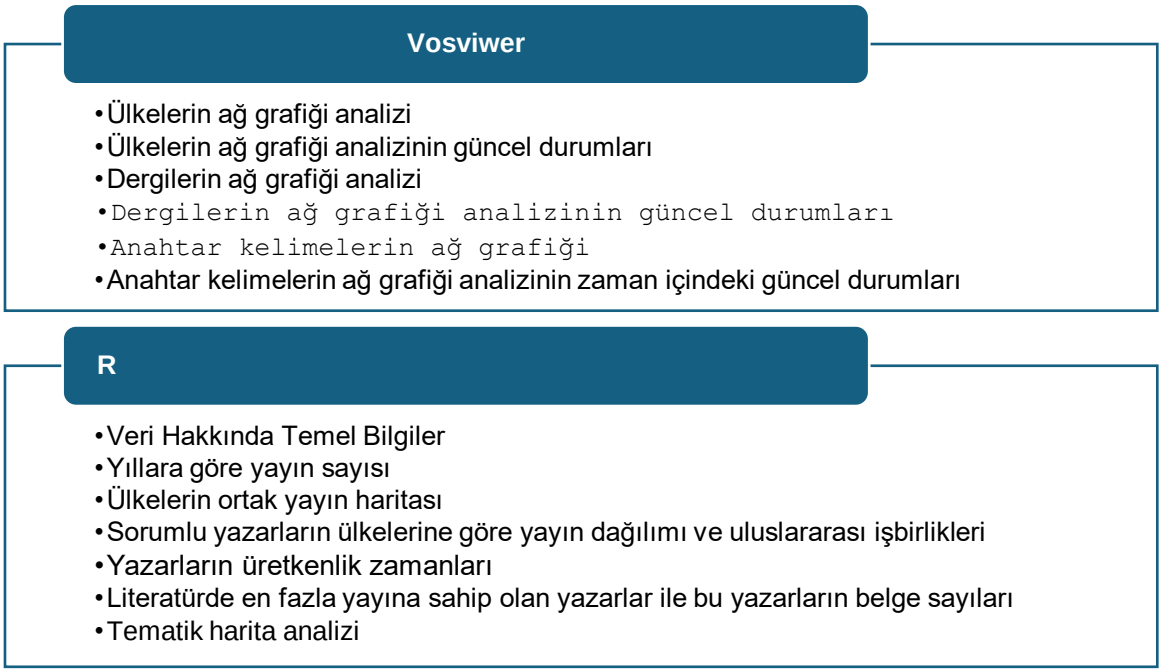
MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, Bitki büyümesini teşvik eden bakterilerin (PGPB) ürettiği sidereforlarının kullanımına yönelik uluslararası bilimsel yayınların bibliyometrik analizini gerçekleştirmek amacıyla yürütülmüştür. Veriler, Elsevier tarafından sağlanan Scopus veri tabanından elde edilmiştir. scopus veri tabanında "Plant growth-promoting bacteria (PGPB) " VE "Siderophore" anahtar kelimeler yazılarak arama yapılmıştır. Yayın yılı sınırlaması olmaksızın yapılan arama sonucunda elde edilen toplam 695 özgün kayıt, bibliyometrik analiz için indirilmiştir.

Bibliyometrik analiz sürecinde iki farklı yazılım kullanılmıştır: VOSviewer (versiyon 1.6.20) ve R Bibliometrix (RStudio, versiyon 4.3.1, bibliometrix paketi 4.1.2) kullanılmıştır. (Aria & Cuccurullo, 2017). Bibliyometrik analizi için veri indirme ve analiz yapma şeması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Bibliyometrik analizi için veri indirme şeması



Şekil 2. Çalışmada kullanılan Vosviwer ve R progmında yapılan analizler

Veri Analizi

Ülkelere göre yayın dağılımı, yayımlanan dergiler ve benzeri bibliyometrik değişkenlere ilişkin betimsel analizler Microsoft Excel yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Atıf ilişkileri ile anahtar kelimeler arasındaki eşzamanlılık ve bu ilişkilerin görsel temsilleri VOSviewer programı aracılığıyla analiz edilmiştir. Ayrıca, ülkeler arasındaki bilimsel iş birliği ağları, en sık karşılaşılan anahtar terimler, anahtar kelimelerin zaman içerisindeki değişim eğilimleri ve kavramsal gruplamaları (co-word analizi) R yazılımı üzerinden, bibliometrix paketinin web tabanlı grafik arayüzü olan "biblioshiny" kullanılarak detaylı biçimde değerlendirilmiştir.

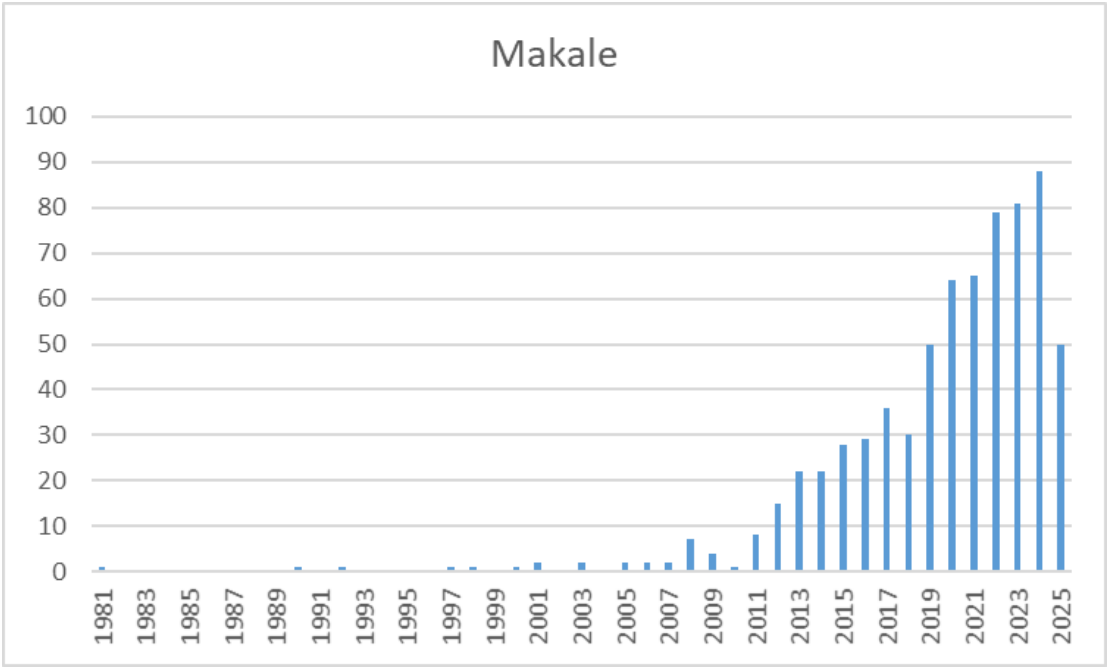
Bulgular

1981–2025 yıllarını kapsayan bu çalışmada toplam 261 kaynaktan 695 doküman elde edilmiştir. Veriler hakkında ana bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Yayınların ana bilgileri

Ana bilgileri	
Zaman Aralığı	1981-2025
Kaynaklar (Dergiler, Kitaplar vb.)	261
Dokümanlar	695
Doküman Başına Ortalama Atıf	49,91
Anahtar Kelimeleri	1.721
Yazarlar	3.018
Tek yazarlı dokümanların yazarları	9
Uluslararası ortak yazarlık %	27,63
Makale	610
Kitap	1
Kitap bölümü	27
Konferans bildirisi	6
Mektup	**1**
Derleme	**45**

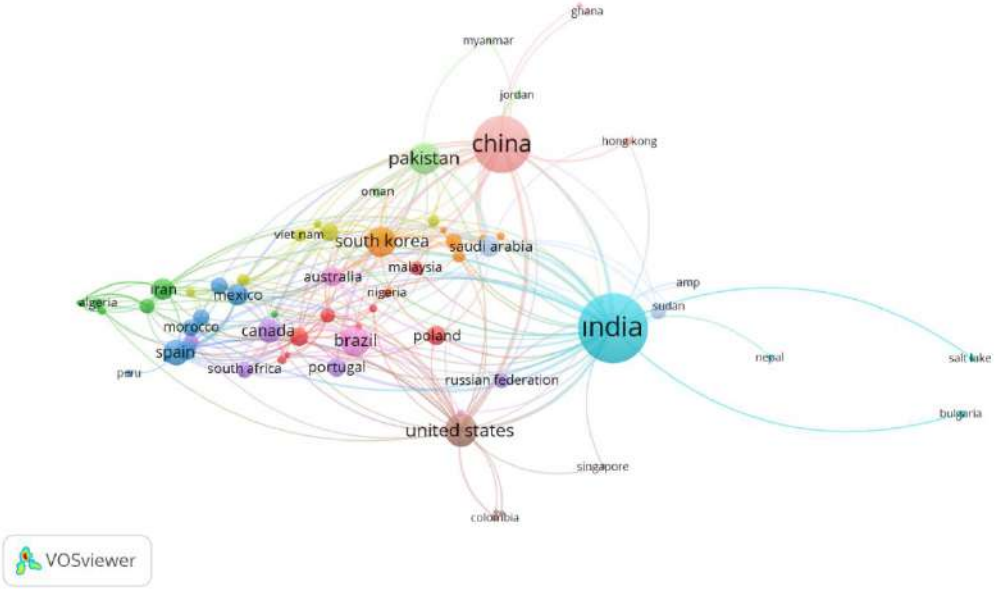
Grafikte 1981'den 2008'e kadar yayımlanan makale sayısının oldukça düşük seviyede ve düzensiz olduğu, 2009'dan itibaren ise yıllık artışın hızlandığı görülmektedir. 2015 sonrasında belirgin bir ivmelenme yaşanmış ve 2020'li yıllarla birlikte makale sayısı 60'ın üzerine çıkarak 2023'te yaklaşık 90'a ulaşmıştır. 2024 ve 2025 yıllarında da yüksek seviyelere ulaştığı belirlenmiştir. Bu eğilim, ilgili alandaki bilimsel ilginin ve araştırma faaliyetlerinin son 15 yılda önemli ölçüde arttığını göstermektedir.



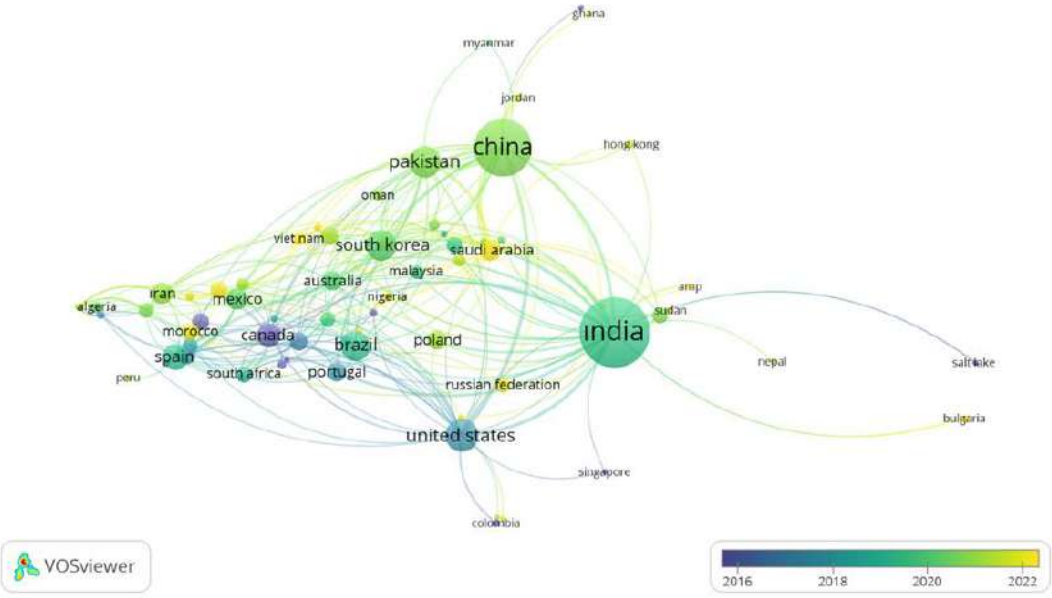
Şekil 3. Yıllara göre yayın sayısı

Ülkelerin ağ haritası incelendiğinde, uluslararası iş birliklerinde Hindistan'ın merkezi bir konumda yer aldığı ve en fazla bağlantıya sahip ülke olarak öne çıktığı görülmüştür. Çin ve Amerika Birleşik Devletleri'nin güçlü iş birlikleriyle dikkat çektiği; Çin'in özellikle Asya ülkeleriyle, ABD'nin ise farklı kıtalardan birçok ülke ile bağlantılar kurduğu tespit edilmiştir.

Pakistan, Güney Kore ve Suudi Arabistan'ın bölgesel düzeyde köprü işlevi gördüğü, İspanya, Kanada, Brezilya ve Avustralya ülkeleri ise uluslararası ağda etkin bir rol üstlendiği belirlenmiştir (Şekil 4). Ayrıca Pakistan, Suudi Arabistan ve Güney Kore'nin son dönemde artan iş birlikleriyle öne çıktığı da dikkat çekmiştir (Şekil 5).



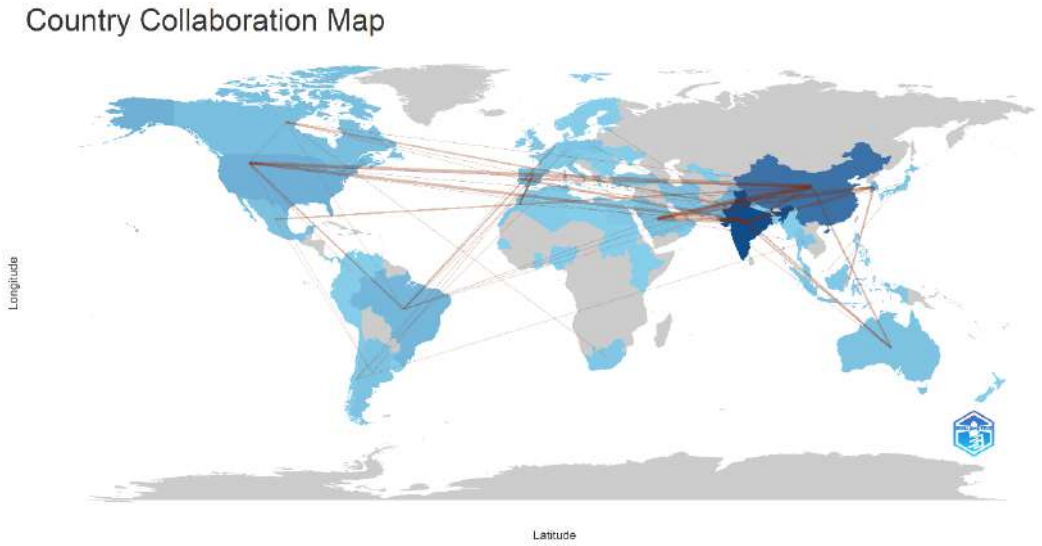
Şekil 4. Ülkelerin ağ grafiği analizi



Şekil 5. Ülkelerin ağ grafiği analizinin güncel durumları

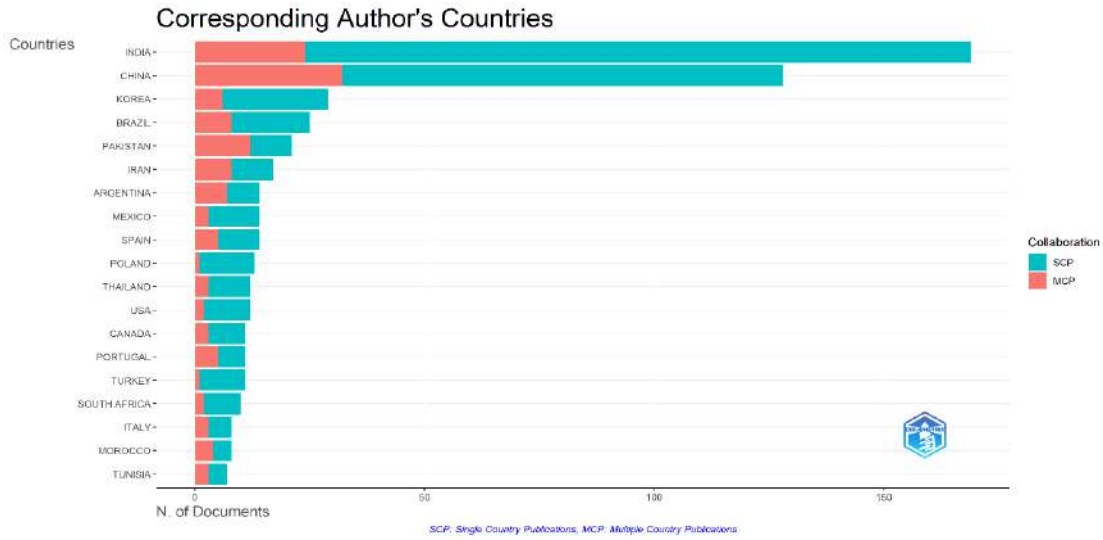
Bu çalışmada ülke iş birliği haritasında Hindistan ve Çin'in uluslararası iş birliklerinde merkezi bir konumda yer almış olduğu görülmüştür. Bu ülkelerin özellikle Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika ile yoğun iş birlikleri geliştirmiş oldukları belirlenmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nin farklı kıtalarla güçlü bağlantılar kurmuş olduğu, Avrupa ülkelerinin ise iş birliği ağında önemli bir rol üstlenmiş oldukları belirlenmiştir (Şekil 6). Ayrıca Avustralya ve Kanada'nın da küresel düzeyde iş birliği ağında aktif yer almış oldukları dikkat çekmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, bilimsel üretimin uluslararası düzeyde geniş bir etkileşim ağına dayandığı ve Hindistan ile Çin'in bu ağın merkezinde konumlanmış oldukları ortaya konulmuştur.



Şekil 6. Ülkelerin ortak yayın haritası

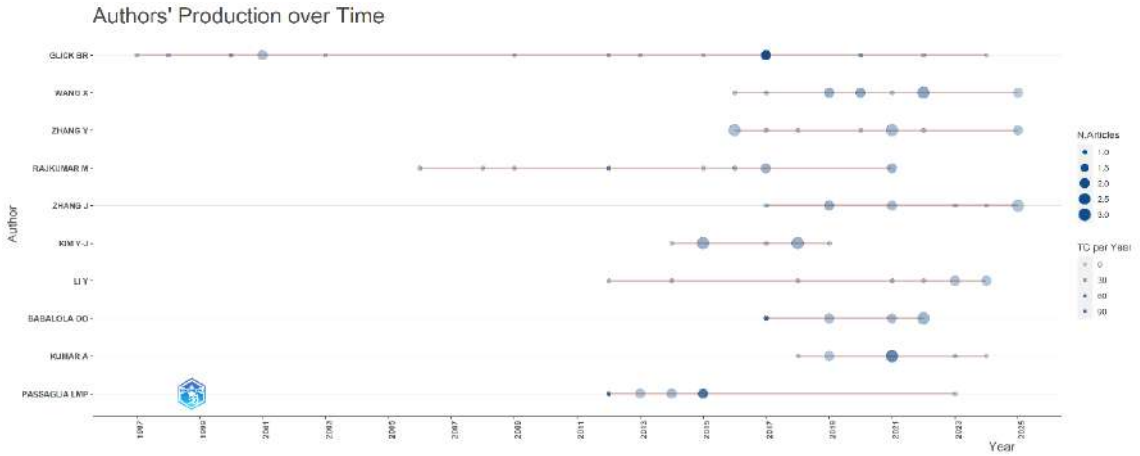
Bitki büyümesini teşvik eden bakterilerin (PGPB) siderofor üretimi alanında en fazla yayının 169 makale ile Hindistan tarafından gerçekleştirildiği ve bunların büyük çoğunluğunun tek ülke yayını (SCP) olduğu, çok uluslu iş birliklerinin ise sınırlı kaldığı görülmüştür. Çin, 128 makale ile ikinci sırada yer almakta olup, çok uluslu iş birliklerinde Hindistan'a kıyasla daha yüksek orana sahiptir. Üçüncü sırada 70 makale ile yer alan ülkenin tek ülke ve çok uluslu yayınları arasında dengeli bir dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Kore (29), Brezilya (25), Pakistan (21) ve İran'ın (17) ise daha düşük sayıda yayın üretmesine rağmen, bu ülkelerin çok uluslu iş birliklerinde nispeten daha yüksek oranlara sahip oldukları dikkat çekmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Sorumlu yazarların ülkelerine göre yayın dağılımı ve uluslararası işbirlikleri

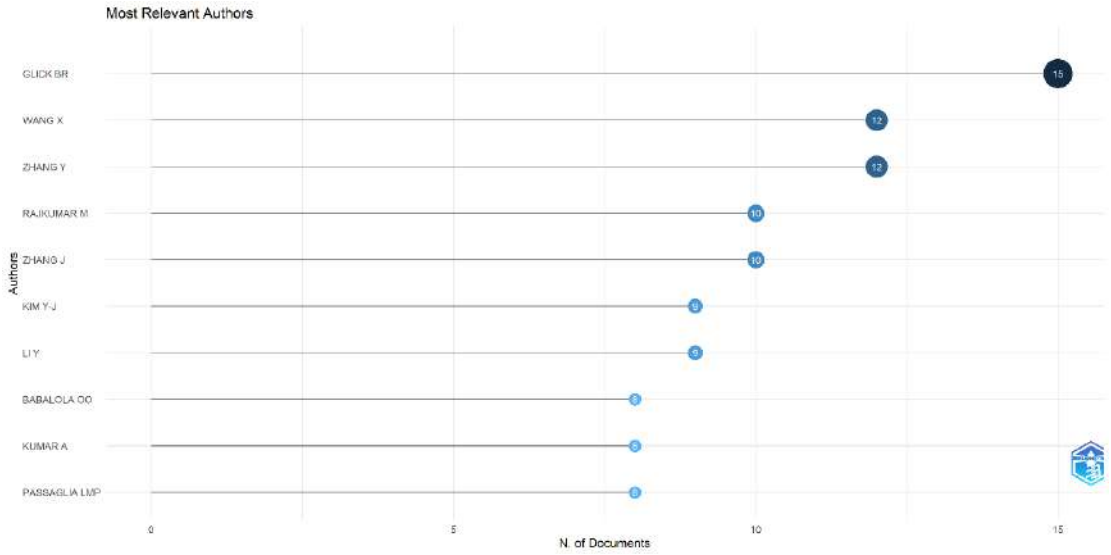
Yazarların yıllara göre üretim eğilimleri incelendiğinde, araştırma alanına katkıların 2000'li yılların başından itibaren başladığı ve özellikle 2010 sonrasında belirgin şekilde arttığı görülmüştür. En uzun sure yayın yapan Qiu X.H. ve Zhang Y. olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca, Rajkumari M., Zhan J. ve Kim Y.J. araştırmacılarının son yıllarda artan sayıda makale yayımlayarak alandaki etkinliklerini yükselttikleri gözlemlenmiştir (Şekil 8).



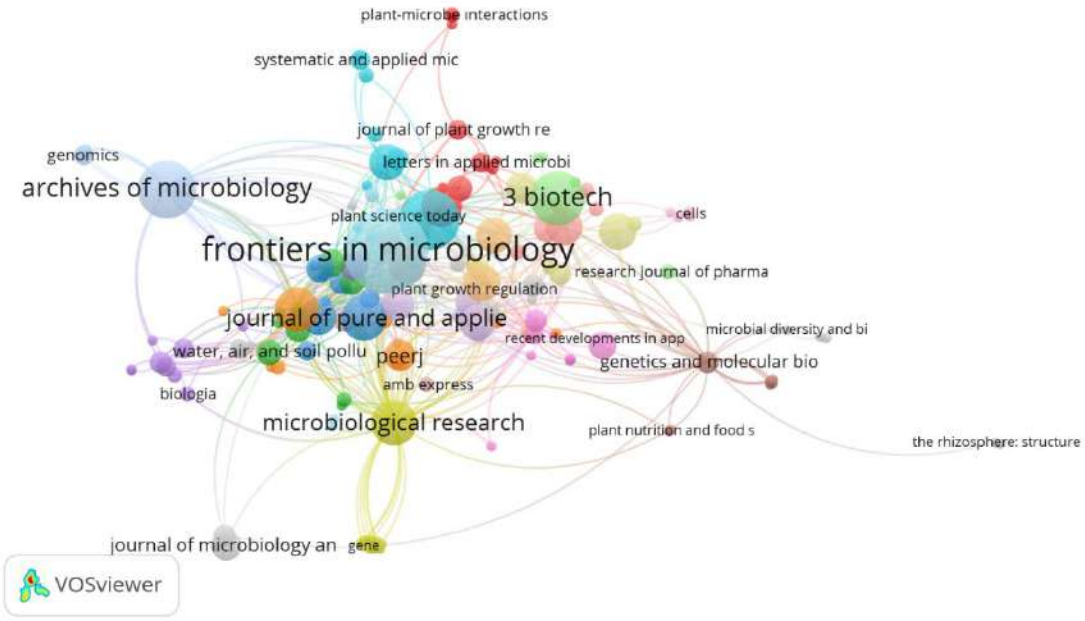
Şekil 8. Yazarların üretkenlik zamanları

Bu çalışmada en ilgili yazarlar incelendiğinde, en fazla yayına sahip olanın 15 doküman ile Glick B.R. olduğu görülmüştür. Onu 12 yayınla Wang X**.** ve Zhang Y. takip etmiştir. Rajkumari M. ve Zhang J. ise 10'ar yayın ile öne çıkan diğer yazarlar arasında yer almıştır. Kim Y.J., Li Y., Babalola O.O., Kumar A. ve Passaglia L.M.P. araştırmacıların ise daha sınırlı sayıda yayınla katkı sağladıkları belirlenmiştir (Şekil 9).

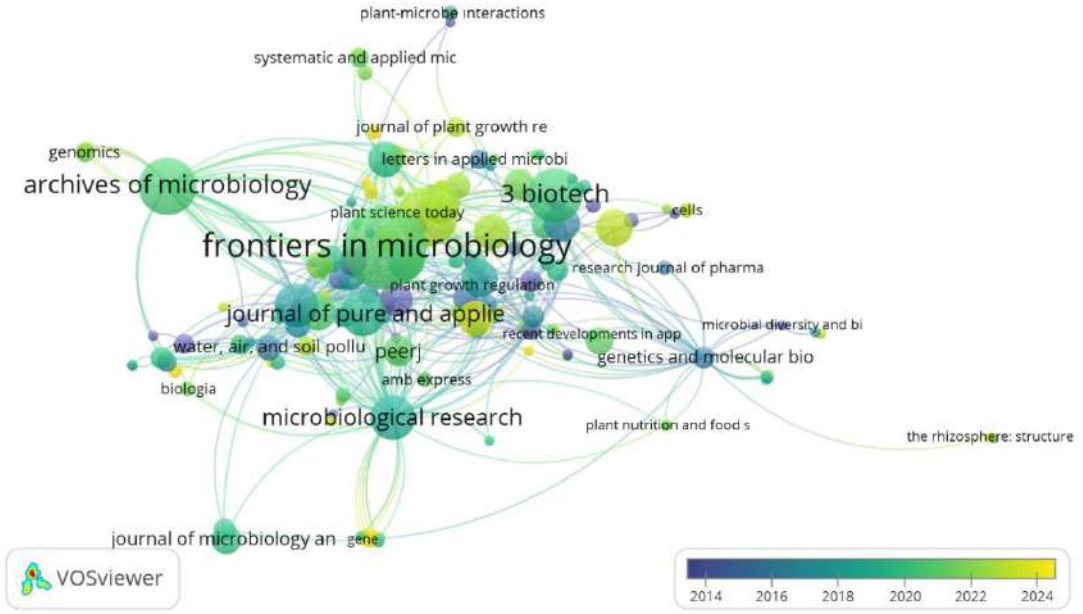


Şekil 9. Literatürde en fazla yayına sahip olan yazarlar ile bu yazarların belge sayıları

Dergilerin ağ grafiğinde yayınların en yoğun olarak Frontiers in Microbiology**,** Journal of Pure and Applied Microbiology**,** Archives of Microbiology ve Microbiological Research dergilerinde kümelendiği görülmüştür. Bu dergilerin alandaki iş birlikleri ve atıf bağlantıları açısından merkezi bir konumda yer aldığı belirlenmiştir. Özellikle Frontiers in Microbiology'nin geniş etkileşim ağıyla öne çıktığı, diğer birçok dergiyle güçlü bağlantılar kurmuş olduğu dikkat çekmiştir (Şekil 10).
Zaman boyutunu gösteren ikinci haritada ise 2020 sonrası dönemi temsil eden sarı tonların daha yoğun olarak ortaya çıktığı ve güncel yayınların özellikle Frontiers in Microbiology**,** 3 Biotech ve Genetics and Molecular Biology dergilerin merkezde yoğunlaştığı belirlenmiştir (Şekil 11).

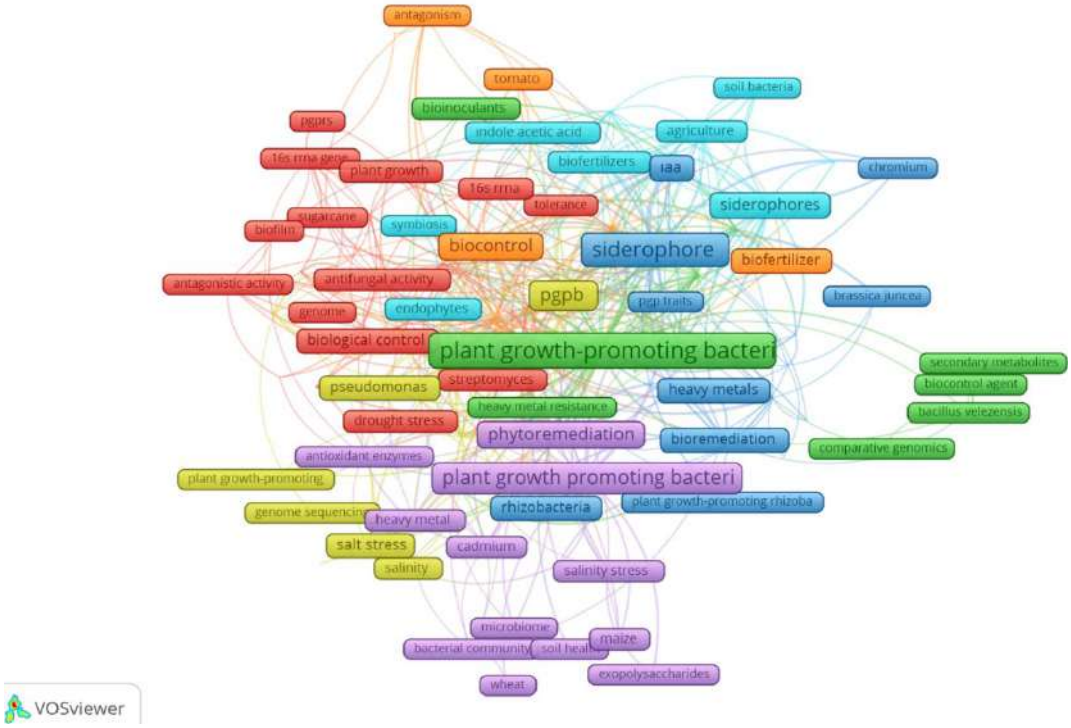


Şekil 10. Dergilerin ağ grafiği analizi



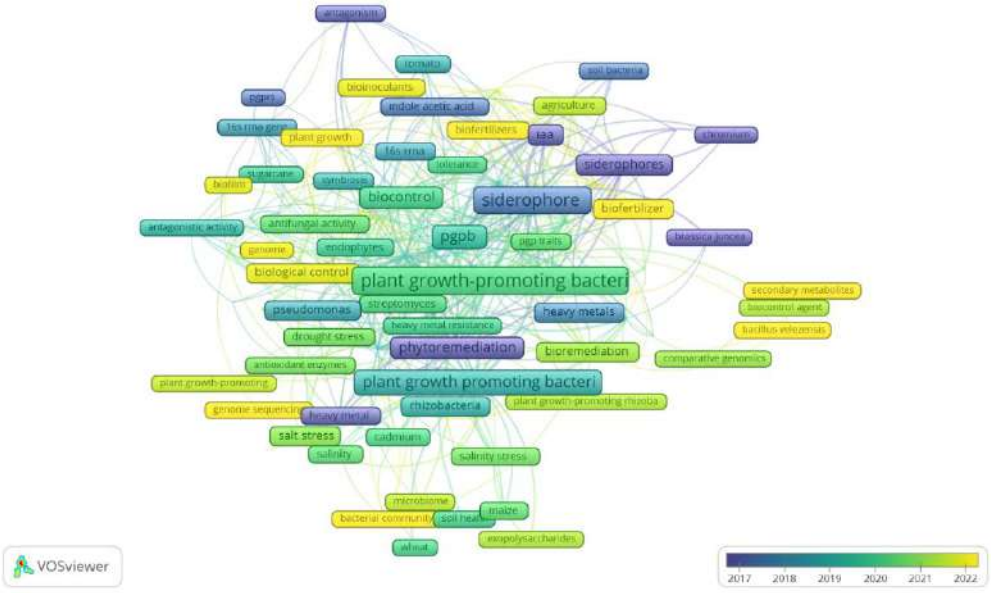
Şekil 11. Dergilerin ağ grafiği analizinin güncel durumları

Anahtar kelime ağları incelendiğinde, araştırmaların merkezinde plant growth-promoting bacteria (PGPB)**,** siderophore**,** biocontrol ve phytoremediation kavramlarının yer aldığı görülmüştür. Bu terimler, hem bitki büyümesini teşvik eden mekanizmalar hem de biyolojik kontrol ve çevresel stres faktörleriyle ilişkili çalışmalar açısından temel odak noktaları olmuştur. Ayrıca biofertilizer**,** PGPR**,** endophytes**,** antagonistic activity ve genome sequencing gibi kavramlar da güçlü bağlantılarla öne çıkmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. Anahtar kelimelerin ağ haritası

Zaman boyutunu gösteren ağ haritasında, sarı tonların daha güncel çalışmaları işaret ettiği ve özellikle 2020 sonrası dönemde biofertilizer**,** secondary metabolites**,** *Bacillus ve Pseudomonas* türleri**,** comparative genomics ve bioremediation konularının ön plana çıkmış olduğu belirlenmiştir. Bu durum, son yıllarda bitki büyümesini teşvik eden bakterilerin yalnızca tarımsal verim artışında değil, aynı zamanda biyoteknolojik uygulamalar ve sürdürülebilir çevre yönetiminde de giderek daha fazla ilgi gördüğünü göstermektedir (Şekil 13).



Şekil 13. Anahtar kelimelerin ağ grafiği analizinin zaman içindeki güncel durumları

Sonuç ve Öneriler

Bu bibliyometrik çalışmanın sonuçları, 1981–2025 yılları arasında PGPR–siderofor araştırmalarında istikrarlı bir artışın gözlendiğini ve 2020–2024 döneminde yayın sayısının zirveye ulaştığını gözlemlenmiştir. İncelenen 695 dokümanın 261 farklı kaynaktan üretildiği, ortalama atıf düzeyinin yüksek, uluslararası ortak yazarlık oranının ise %27,63 ile orta seviyede olduğu belirlenmiştir. Hindistan ve Çin üretim açısından öncü ülkeler olarak öne çıkarken, Amerika Birleşik Devletleri geniş iş birliği ağıyla kilit bir konumda yer almıştır. İş birliği ağlarının ayrıca Pakistan, Güney Kore ve Suudi Arabistan ülkeleri yükselen etkinliğini ortaya koyduğu saptanmıştır. Dergi kümelenmelerinin büyük ölçüde mikrobiyoloji odaklı dergilerde yoğunlaştığı ve Frontiers in Microbiology dergisinin ön planda olduğu görülmüştür. Anahtar kelime analizleri, çalışmaların "PGPB, siderophore, biocontrol, phytoremediation" temaları etrafında şekillendiğini, 2020 sonrası dönemde ise "biofertilizer, secondary metabolites, *Bacillus, Pseudomonas,* comparative genomics" ve "bioremediation" konularının araştırmalarda daha fazla önem kazandığı belirlenmiştir.

Çok sayıda ülkenin ve farklı alanlardan uzmanların yer aldığı iş birlikleri kurulmalı, sahada yapılacak uygulamalarla standart yöntemler geliştirilmeli ve bu süreçte genetik veriler kullanılarak etkili suşlar seçilmelidir. Daha az araştırılmış tarım ekosistemlerinde çalışmalar planlanmalı, farklı mikroorganizmaların birlikte kullanılacağı karışım formülasyonları hazırlanmalıdır. Verilerin paylaşımı ve ölçütlerde birlik sağlanmalı, yasal düzenlemeler ve ticarileştirme için yol haritası oluşturulmalıdır. Ayrıca çiftçilerin ve tarım danışmanlarının eğitimi desteklenmelidir.

KAYNAKÇA

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. Journal of Informetrics, 11(4), 959–975.

Delaporte-Quintana, P., Lovaisa, N.C., Rapisarda, V.A., & Pedraza, R.O. (2020). Gluconacetobacter diazotrophicus and Azospirillum brasilense contribute to the iron nutrition of strawberry plants through siderophores production. Plant Growth Regulation, 91, 185–199. https://doi.org/10.1007/s10725-020-00598-0

Gómez-Godínez, L.J., Aguirre-Noyola, J.L., Martínez-Romero, E., Arteaga-Garibay, R.I., Ireta-Moreno, J., & Ruvalcaba-Gómez, J.M. (2023). A look at plant-growth-promoting bacteria. Plants, 12, 1668. https://doi.org/10.3390/plants12081668

Juma, P.O., Fujitani, Y., Alessa, O., Oyama, T., Yurimoto, H., Sakai, Y., & Tani, A. (2022). Siderophore for lanthanide and iron uptake for methylotrophy and plant growth promotion in Methylobacterium aquaticum strain 22A. Frontiers in Microbiology, 13, 921635. https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.921635

Kumar, P., Thakur, S., Dhingra, G.K., Singh, A., Pale, M.K., Harshvardhan, K., Dubey, R.C., & Maheshwari, D.K. (2018). Inoculation of siderophore-producing rhizobacteria and their consortium for growth enhancement of wheat plant. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 15, 264–269. https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.06.019

Nithyapriya, S., Lalitha, S., Sayyed, R.Z., Reddy, M.S., Dailin, D.J., El Enshasy, H.A., Suriani, N.L., & Herlambang, S. (2021). Production, purification, and characterization of bacillibactin siderophore of Bacillus subtilis and its application for improvement in plant growth and oil content in sesame. Sustainability, 13, 5394. https://doi.org/10.3390/su13105394

Parmar, H.Y., & Chakraborty, H. (2016). Effect of siderophore on plant growth promotion. International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture, 2(3), 60–65.

Sharma, A., Johri, B.N., Sharma, A.K., & Glick, B.R. (2003). Plant growth-promoting bacterium Pseudomonas sp. strain GRP3 influences iron acquisition in mung bean (Vigna radiata L.). Soil Biology and Biochemistry, 35, 887–894. https://doi.org/10.1016/S0038-0717(03)00119-6

Sultana, S., Alam, S., & Karim, M.M. (2021). Screening of siderophore-producing salt-tolerant rhizobacteria suitable for supporting plant growth in saline soils with iron limitation. Journal of Agriculture and Food Research, 4, 100150. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100150

Sun, Y., Wu, J., Shang, X., Xue, L., Ji, G., Chang, S., Niu, J., & Emaneghemi, B. (2022). Screening of siderophore-producing bacteria and their effects on promoting the growth of plants. Current Microbiology, 79, 150. https://doi.org/10.1007/s00284-022-02777-w

ELMA AĞAÇLARINDA SORUN OLAN ATEŞ YANIKLIĞI (Erwinia amylovora) HASTALIĞI ÜZERİNE YAPILAN BİLİMSEL YAYINLARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

Dr. Büşran SUNYAR
Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyomühendislik ve Bilimleri Anabilim Dalı, Iğdır, Türkiye,
ORCID ID: 0000-0001-8524-3308

ÖZET
Bu çalışma, elma ağaçlarında ciddi ürün kayıplarına neden olan ateş yanıklığı hastalığının etmeni *Erwinia amylovora* üzerine yapılmış uluslararası bilimsel yayınları bibliyometrik yöntemlerle analiz etmeyi amaçlamaktadır. Scopus veri tabanından elde edilen ve 1955–2025 yıllarını kapsayan 1216 akademik doküman; VOSviewer ve Bibliometrix (biblioshiny) yazılımları kullanılarak incelenmiştir. Elde edilen veriler, ateş yanıklığı konusundaki bilimsel yayınların 1990'lı yıllardan itibaren belirgin bir artış gösterdiğini ve bu ilginin son yıllarda da sürdüğünü ortaya konmuştur. ABD, Almanya, İsviçre ve İtalya ülkeleri literatüre en fazla katkı sağlayan ülkeler olurken; son dönemde Çin, Pakistan, Mısır ve Türkiye ülkeleri de araştırma sayısında dikkat çekici bir artış gözlenmiştir. En üretken yazarlar arasında Aldwinckle H.S., Sundin G.W. ve Peil A. yer almakta; anahtar kelime analizleri ise biyolojik ve kimyasal mücadele, antibiyotik direnci, patojenite, genetik dayanıklılık ve karantina uygulamaları temaların ön plana çıktığı belirlenmiştir. Ülkeler ve yazarlar arası iş birliği ağları, başta Almanya ve ABD olmak üzere birçok ülkenin uluslararası düzeyde etkin ortaklıklar kurduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda çalışma, *Erwinia amylovora* üzerine yapılan araştırmaların tarihsel gelişimi, bilimsel eğilimleri ve potansiyel araştırma boşlukları hakkında kapsamlı bir perspektif sunmaktadır.
Anahtar kelimeler: *Erwinia amylovora, Malus domestica,* Bibliometrik analiz*,* Elma

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS ON FIRE BLIGHT (*Erwinia amylovora*) DISEASE IN APPLE TREES

ABSTRACT
This study aims to analyze international scientific publications on *Erwinia amylovora*, the causative agent of fire blight, which leads to significant yield losses in apple orchards, through bibliometric methods. A total of 1,216 academic documents published between 1955 and 2025 and retrieved from the Scopus database were examined using VOSviewer and Bibliometrix (biblioshiny) software. The findings reveal a marked increase in scientific publications on fire blight since the 1990s, with sustained interest in recent years. Countries such as the United States, Germany, Switzerland, and Italy have contributed the most to the literature, while recent years have seen a notable rise in research output from countries like China, Pakistan, Egypt, and Turkey. Among the most prolific authors are Aldwinckle H.S., Sundin G.W., and Peil A. Keyword analysis highlights the prominence of themes such as biological and chemical control, antibiotic resistance, pathogenicity, genetic resistance, and quarantine practices. Collaboration networks among countries and authors indicate that many nations, particularly Germany and the United States, have established effective international research partnerships. In this context, the study provides a comprehensive perspective on the historical development, scientific trends, and potential research gaps in studies related to *Erwinia amylovora*.
Keywords: *Erwinia amylovora*, *Malus domestica*, Bibliometric analysis, Apple

GİRİŞ
Elma (*Malus domestica*), dünya genelinde yaygın olarak yetiştirilen ve ekonomik değeri yüksek olan başlıca meyve türlerinden biridir (Wassermann et al., 2019; Zheng et al., 2020). Polifenoller ve vitaminler gibi insan sağlığı açısından yararlı birçok besin maddesini bünyesinde bulundurması, bu türün beslenme ve gıda endüstrisinde önemli bir konuma sahip olmasını sağlamaktadır (Wassermann et al., 2019).

Ancak elma yetiştiriciliği sırasında çeşitli fungal ve bakteriyel hastalıklar ortaya çıkmakta olup, en yaygın görülenler arasında elma kara leke hastalığı (*Venturia inaequalis*), külleme (*Podosphaera leucotricha*) ve ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora*) yer almaktadır (Vincent et al., 2010).

Ateş yanıklığı, başlıca konukçuları elma (*Malus domestica L.*) ve armut (*Pyrus communis L.*) olan, Rosaceae familyasına ait çok sayıda bitki türünde görülen, yüksek yıkıcı potansiyele sahip bir bakteriyel hastalıktır. İlk olarak 18. yüzyılın sonlarında ABD'nin New York Eyaleti'nde tanımlanan bu patojen, zamanla farklı kıtalara yayılmış ve günümüzde Yeni Zelanda, Avrupa, Kuzey Afrika, Asya ve Orta Doğu'da varlığı rapor edilmiştir (Jock et al., 2013; Park et al., 2017; Gaganidze et al., 2018, 2021; Doolotkeldieva et al., 2021). Salgınlar çoğunlukla düzensiz aralıklarla görülse de, uygun çevre koşullarında hastalık kısa sürede tüm bahçelere yayılabilir ve üretim alanlarında ciddi kayıplara yol açabilir (Doolotkeldieva et al., 2016).

Patojen bitkiye yaralanmalar veya doğal açıklıklar yoluyla girdikten sonra ksilem dokusu aracılığıyla sistemik olarak yayılır. Çiçeklerde, yapraklarda ve genç sürgünlerde yanıklık ve nekrotik lezyonlarla kendini gösteren enfeksiyon, kanserli dokularda kışı geçirir. İlkbaharda sıcaklığın artmasıyla birlikte oluşan bakteriyel eksudatlar ("ooze"), yağmur, rüzgâr, böcekler diğer vektörlerle sağlıklı bitkilere taşınır (Thomson, 2000; Billing, 2011). Enfeksiyon, çiçek tomurcukları, sürgünler, ana dallar, gövde ve kökleri etkileyerek ağacın kısa sürede ölümüne yol açabilir (Van der Zwet & Beer, 1992; Agrios, 2005). Hastalığın karakteristik belirtisi olan bakteriyel akıntılar, meyve yüzeyi, sürgün ve kabuk gibi dokularda damlacıklar hâlinde gözlenir. *E. amylovora*, bitki patolojisi tarihinde tanımlanan ilk bakteriyel hastalık etmeni olup, pek çok ülkede karantinaya tabi organizmalar arasında yer almaktadır (Rosselo et al., 2006).

Tarımsal üretimde verim ve kalite kayıplarını en aza indirmek amacıyla hastalıkla etkin mücadele büyük önem taşımaktadır. *E. amylovora*, A2 kategorisinde karantina zararlısı olarak listelenmiştir (Anonymous, 2023) ve bu nedenle en etkili kontrol yöntemlerinden biri karantina uygulamalarıdır (Döken et al., 2011). Ayrıca hastalıktan ari sertifikalı fidan kullanımı (Baştaş & Saygılı, 2008), alet ve ekipmanların dezenfeksiyonu, bahçe çevresindeki yabani ve duyarlı konukçu bitkilerin uzaklaştırılması, verimli ve iyi drene edilmiş alanlarda yetiştiricilik yapılması önemli kültürel önlemler arasında yer almaktadır. Ancak bu uygulamalar çoğunlukla tek başına yeterli olmayıp yüksek iş gücü gerektirmektedir (Chen et al., 2018). Kimyasal mücadelede bakırlı bileşikler yaygın şekilde tercih edilmekte, ancak kontrolsüz ve aşırı kullanım çevre kirliliği, dayanıklı bakteri strainlerinin ortaya çıkışı, toprak ve mikroflora dengesinin bozulması ile insan sağlığına olumsuz etkiler gibi ciddi sorunlara yol açabilmektedir (Kokoskova et al., 2011).

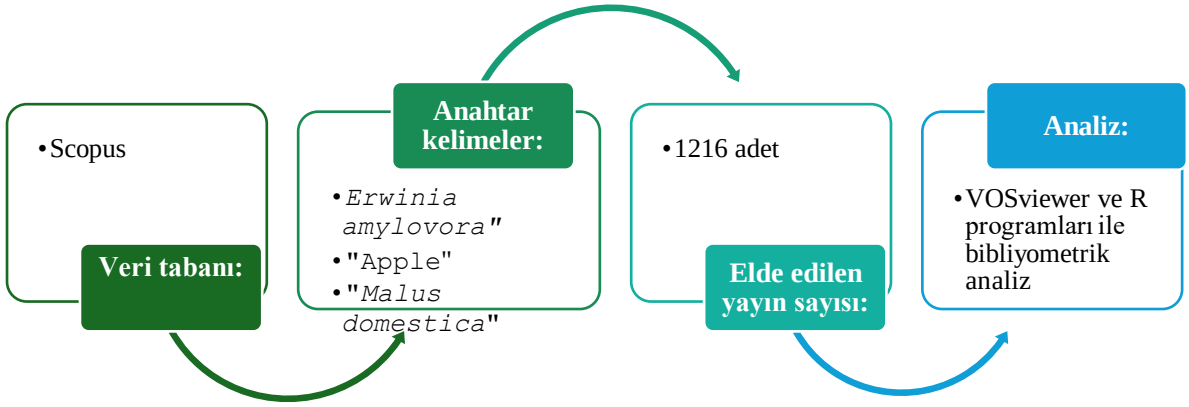
Bibliometrik analizler, belirli bir bilim alanındaki yayın eğilimlerini, işbirliği ağlarını ve kavramsal gelişmeleri nicel olarak ortaya koymak amacıyla kullanılan güçlü yöntemlerdir. Bu çalışmada analiz ve görselleştirme sürecinde iki temel yazılım aracı tercih edilmiştir. İlki, bibliyometrik ağların oluşturulması ve etkileşimli haritalar hâlinde görselleştirilmesi için geliştirilmiş olan VOSviewer yazılımıdır; bu araç yazar, ülke, kurum, kaynak veya anahtar kelime temelli ilişkileri co-citation, bibliographic coupling ve co-authorship gibi analizlerle ortaya koymaktadır (van Eck & Waltman, 2010). İkincisi ise, R programlama dili üzerinde çalışan ve bibliyometrik verilerin yönetimi, istatistiksel analizi ile çeşitli bilim haritalama tekniklerini destekleyen Bibliometrix paketidir (Aria & Cuccurullo, 2017). VOSviewer'ın görsel ağ haritalama yetenekleri ile Bibliometrix'in kapsamlı istatistiksel analiz kapasitesinin bir arada kullanılması, literatürün hem nicel hem de nitel açıdan bütüncül olarak değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

Son yıllarda, *E. amylovora* üzerine yapılan çalışmaların eğilimlerini, araştırma önceliklerini ve bilimsel işbirliği ağlarını belirlemek amacıyla bibliometrik analiz yöntemleri yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntem, belirli bir konuda yayımlanan bilimsel literatürün sistematik olarak incelenmesini, atıf analizleri, anahtar kelime eşleşmeleri, yazar ve kurum ağlarının değerlendirilmesini içermektedir. Bu çalışmada amaç, elmalarda ateş yanıklığı hastalığı etmeni *E. amylovora* ile ilgili bilimsel yayınların küresel ölçekte nasıl bir gelişim gösterdiğini ortaya koymak, araştırma boşluklarını belirlemek ve gelecekteki çalışmalar için yönlendirici olabilecek bibliyometrik veriler sunmaktır.

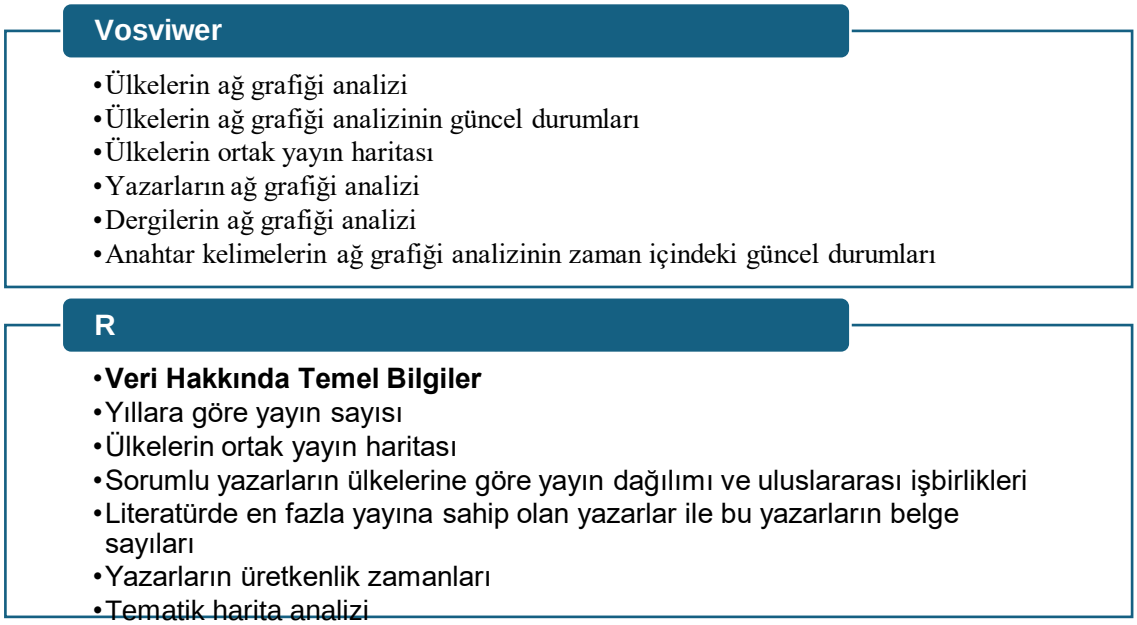
Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, elma ağaçlarında sorun olan ateş yanıklığı hastalığının etmeni *Erwinia amylovora*'nın kullanımına yönelik uluslararası bilimsel yayınların bibliyometrik analizini gerçekleştirmek amacıyla yürütülmüştür. Veriler, Elsevier tarafından sağlanan Scopus veri tabanından elde edilmiştir. scopus veri tabanında "*Erwinia amylovora*" VE "Apple" VEYA "*Malus domestica*" anahtar kelimeler yazılarak arama yapılmıştır. Yayın yılı sınırlaması olmaksızın yapılan arama sonucunda elde edilen toplam 1216 özgün kayıt, bibliyometrik analiz için indirilmiştir.

Bibliyometrik analiz sürecinde iki farklı yazılım kullanılmıştır: VOSviewer (versiyon 1.6.20) ve R Bibliometrix (RStudio, versiyon 4.3.1, bibliometrix paketi 4.1.2) kullanılmıştır. (Aria and Cuccurullo, 2017). Bibliyometrik analizi için veri indirme ve analiz yapma şeması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Bibliyometrik analizi için veri indirme şeması



Şekil 2. Çalışmada kullanılan Vosviwer ve R progmında yapılan analizler

Veri Analizi

Ülkelere göre yayın dağılımı, yayımlanan dergiler ve benzeri bibliyometrik değişkenlere ilişkin betimsel analizler Microsoft Excel yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Atıf ilişkileri ile anahtar kelimeler arasındaki eşzamanlılık ve bu ilişkilerin görsel temsilleri VOSviewer programı aracılığıyla analiz edilmiştir. Ayrıca, ülkeler arasındaki bilimsel iş birliği ağları, en sık karşılaşılan anahtar terimler, anahtar kelimelerin zaman içerisindeki değişim eğilimleri ve kavramsal gruplamaları (co-word analizi) R yazılımı üzerinden, bibliometrix paketinin web tabanlı grafik arayüzü olan "biblioshiny" kullanılarak detaylı biçimde değerlendirilmiştir.

Bulgular

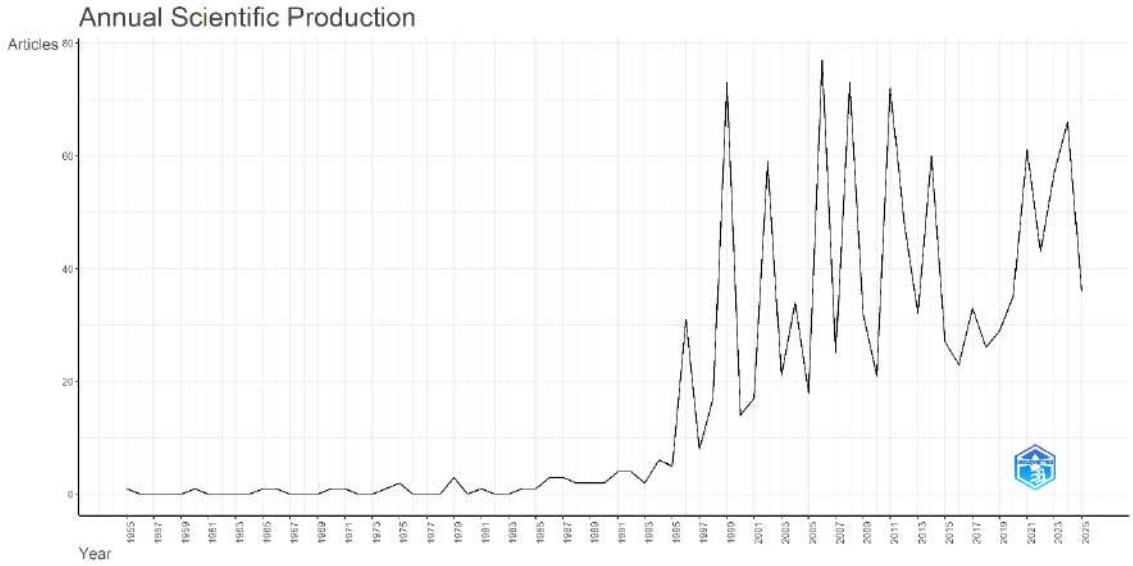
Veri Hakkında Temel Bilgiler

1955–2025 yılları arasındaki bibliyometrik veriler incelendiğinde, elma ağaçlarında görülen ateş yanıklığı hastalığına yönelik çalışmaların 259 farklı kaynakta yayımlanmış toplam 1216 doküman ile ele alındığı belirlenmiştir. Yıllık %5,25'lik büyüme oranı ile konunun araştırma ilgisinin istikrarlı bir şekilde arttığı görülmektedir. Doküman başına ortalama 20,32 atıf alınarak çalışmaların literatürde kayda değer bir bilimsel etki yarattığı ortaya konmuştur. Toplam 32.671 kaynakça ile konunun geniş bir bilgi birikimine dayandığı, 2725 yazarın katkısı ile alanın uluslararası ve çok yazarlı iş birlikleriyle geliştiği tespit edilmiştir. Yayın türleri açısından, 861 makale ve 297 konferans bildirisi ile bilimsel iletişimin hem akademik dergiler hem de bilimsel toplantılar aracılığıyla yürütüldüğü, 32 derleme çalışması ile ise konunun derinlemesine ele alındığı görülmüştür.

Tablo 1. Yayınların ana bilgileri

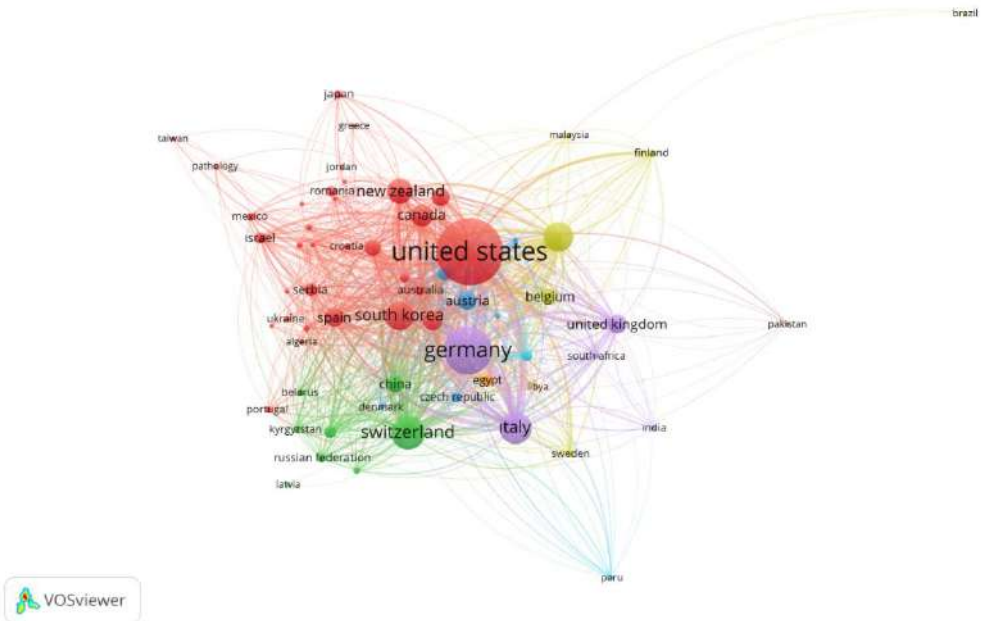
Kategori	**Değer**
Zaman Aralığı	1955–2025
Kaynaklar (Dergiler, Kitaplar vb.)	259
Doküman Sayısı	1216
Yıllık Büyüme Oranı (%)	5,25
Doküman Başına Ortalama Atıf	20,32
Toplam Kaynakça	32.671
Yazarların Anahtar Kelimeleri (DE)	2213
Yazar Sayısı	2725
Tek Yazarlı Doküman Yazarları	43
Tek Yazarlı Doküman Sayısı	58
Makale	861
Kitap Bölümü	12
Konferans Bildirisi	297
Derleme	32

Bu çalışmada 1955–1990 yılları arasında ateş yanıklığı hastalığına yönelik bilimsel üretimin düşük seviyelerde seyrettiği ve yıllık yayın sayısının genellikle 0–2 makale arasında değiştiği belirlenmiştir. 1990'lı yılların ortalarından itibaren yayın sayılarında belirgin bir artış eğilimi gözlenmiş, 1997 sonrasında ise hızlı bir yükselme yaşandığı tespit edilmiştir. 2000'li yıllarda üretimin dalgalı bir seyir izlediği, bazı yıllarda 60'ın üzerinde makale ile en yüksek seviyelere ulaşıldığı görülmüştür. 2018–2020 yılları arasında nispi bir düşüş yaşanmasına rağmen, 2021 sonrasında yeniden artış eğilimine girildiği ve 2024 yılında yüksek üretim seviyelerine ulaşıldığı ortaya konmuştur (Şekil 3).

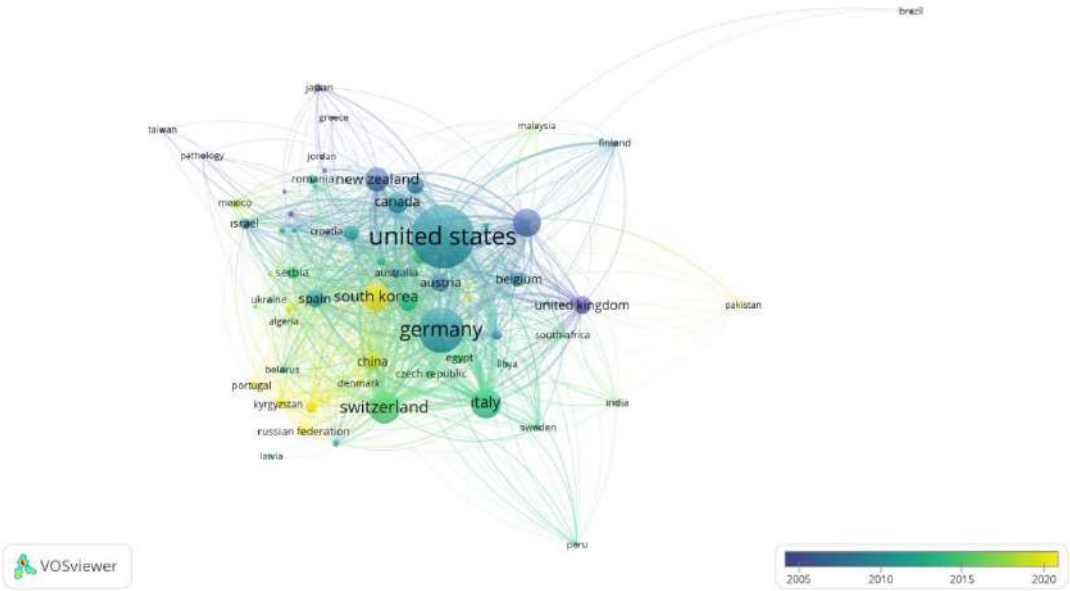


Şekil 3. Yıllara göre yayın sayısı

İlk görselde ülkeler arasındaki iş birliği ağının dağılımı görülmekte olup Amerika Birleşik Devletleri'nin en yoğun bağlantılara sahip merkez ülke konumunda yer aldığı belirlenmiştir. Almanya, İsviçre, İtalya ve Birleşik Krallık ülkelerin de güçlü düğümler oluşturduğu; Pakistan, Güney Kore ve Suudi Arabistan ülkelerin ise daha küçük ancak artan bağlantılarla öne çıktığı gözlenmiştir (Şekil 4). İkinci görselde aynı ağın zaman boyutlu dağılımı sunulmuş ve renk skalası aracılığıyla iş birliklerinin yıllara göre gelişimi gösterilmiştir. Mavi ve mor tonların daha eski yılları, sarı ve yeşil tonların ise daha yeni çalışmaları temsil ettiği bu görselde, Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa ülkelerinin uzun süredir alanda etkin olduğu; Asya ülkeleri ve gelişmekte olan ülkelerin ise son yıllarda ağda daha görünür hale geldiği tespit edilmiştir (Şekil 5).

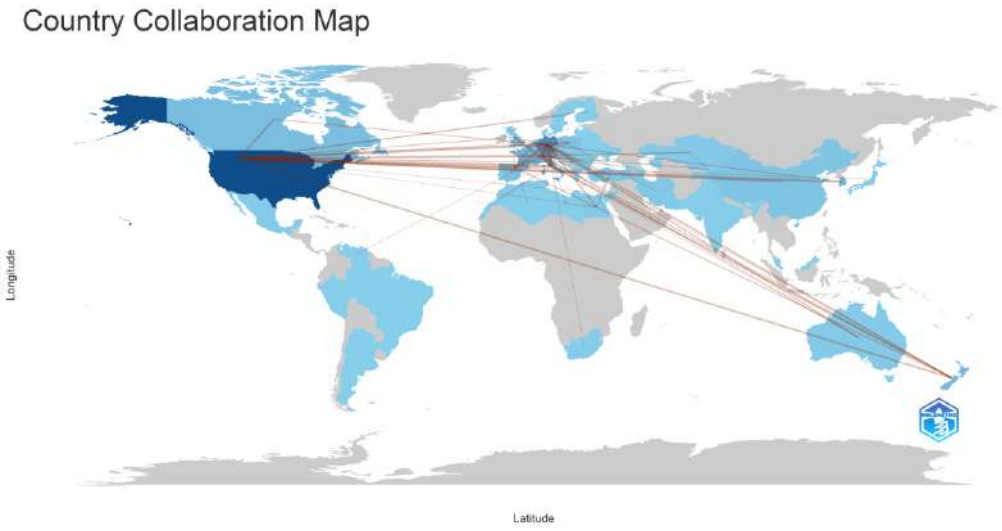


Şekil 4. Ülkelerin ağ grafiği analizi



Şekil 5. Ülkelerin ağ grafiği analizinin güncel durumları

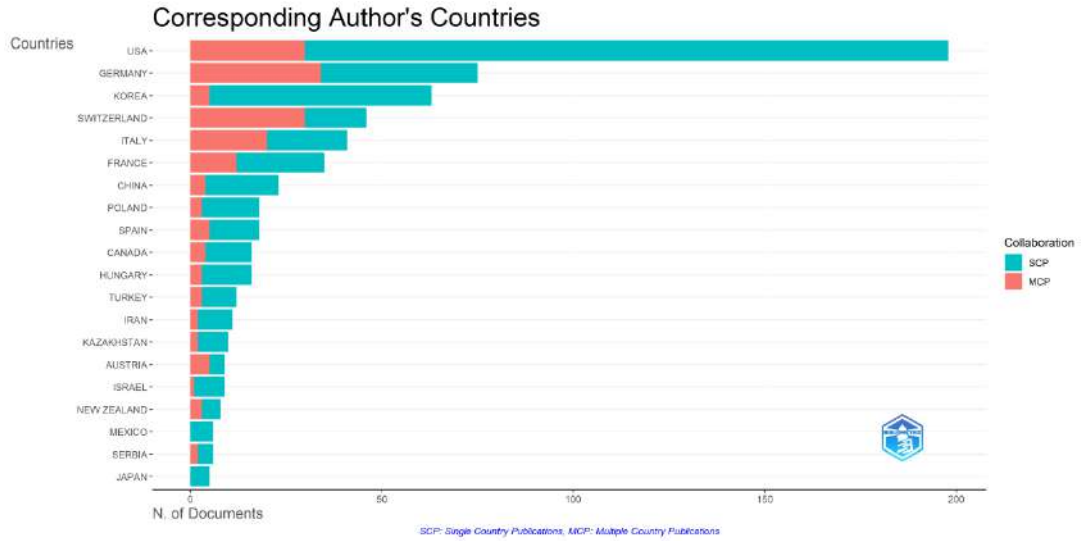
Ülke iş birliği haritası incelendiğinde, ateş yanıklığı hastalığına yönelik araştırmalarda en güçlü uluslararası iş birliklerinin Almanya merkezli olarak geliştiği belirlenmiştir. En yüksek iş birliği, Almanya ile İtalya arasında 30 ortak yayınla gerçekleşmiş, bunu Almanya–Avusturya (24), Almanya–Fransa (7) ve Almanya–Mısır (7) ortaklıkları takip etmiştir. Harita üzerinde Amerika Birleşik Devletleri'nin de Avrupa, Asya ve Okyanusya'daki birçok ülke ile bağlantılar kurduğu görülmüş, bu durum konunun küresel ölçekte ele alındığını ortaya koymuştur. Avrupa ülkeleri arasında yoğun bir ağ yapısının bulunduğu, iş birliklerinin yalnızca bölgesel değil, kıtalar arası düzeyde de sürdürüldüğü tespit edilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Ülkelerin ortak yayın haritası

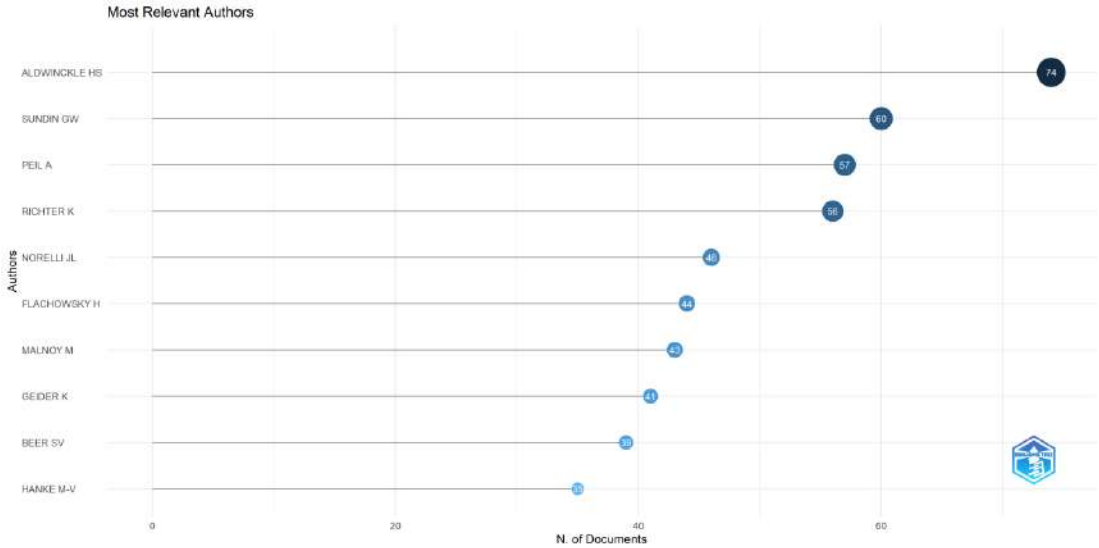
Grafik incelendiğinde, ateş yanıklığı hastalığına yönelik çalışmalarda sorumlu yazarların en fazla Amerika Birleşik Devletleri'nden olduğu ve bu ülkenin 200'e yakın yayın ile ilk sırada yer aldığı belirlenmiştir. Almanya, Güney Kore, İsviçre, İtalya ve Fransa gibi ülkeler de yüksek yayın sayılarıyla öne çıkmıştır.

Amerika Birleşik Devletleri'nin yayınlarının büyük çoğunluğunu tek ülke çalışmaları (SCP) oluştururken, Almanya ve İsviçre ülkeleri de çok uluslu iş birlikleri (MCP) oranının daha yüksek olduğu görülmüştür. Çin, Polonya, İspanya, Kanada ve Türkiye gibi ülkeler orta düzeyde yayın üretirken, iş birliği türleri bakımından farklılıklar göstermiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Sorumlu yazarların ülkelerine göre yayın dağılımı ve uluslararası işbirlikleri

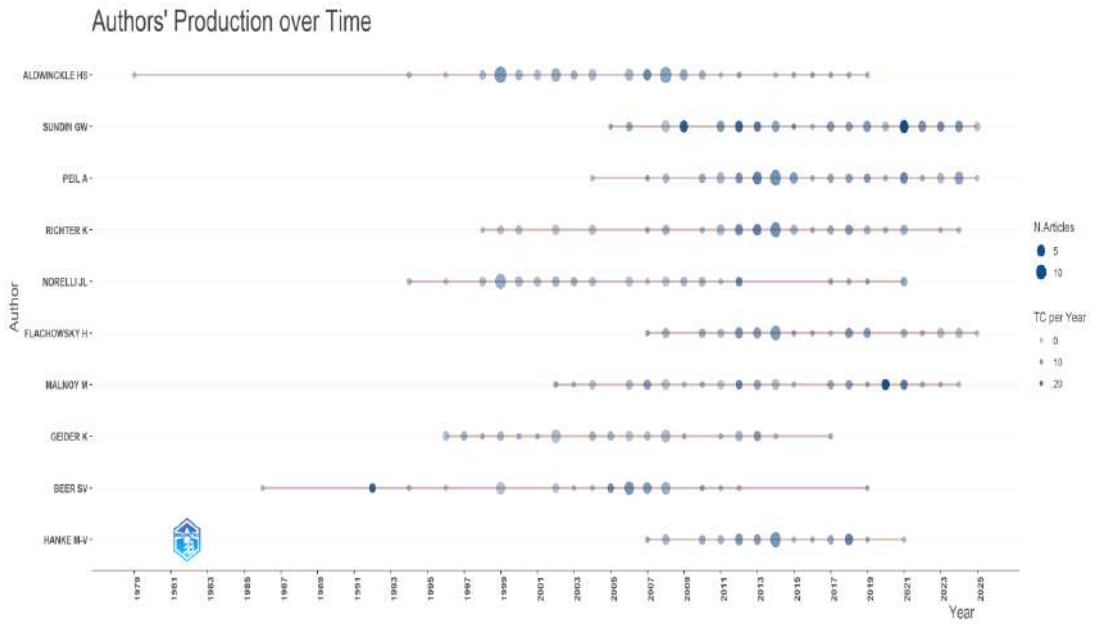
Grafik incelendiğinde, ateş yanıklığı hastalığına yönelik en fazla yayına sahip yazarın 74 doküman ile Aldwinckle H.S. olduğu belirlenmiştir. Bunu 60 yayın ile Sundin G.W., 57 yayın ile Peil A. ve 56 yayın ile Richter K. takip etmiştir. Norelli J.L., Flachowsky H., Malnoy M., Geider K., Beer S.V. ve Hanke M.-V. ise 30'un üzerinde yayınla alana önemli katkılar sunmuştur (Şekil 8).



Şekil 8. Literatürde en fazla yayına sahip olan yazarlar ile bu yazarların belge sayıları

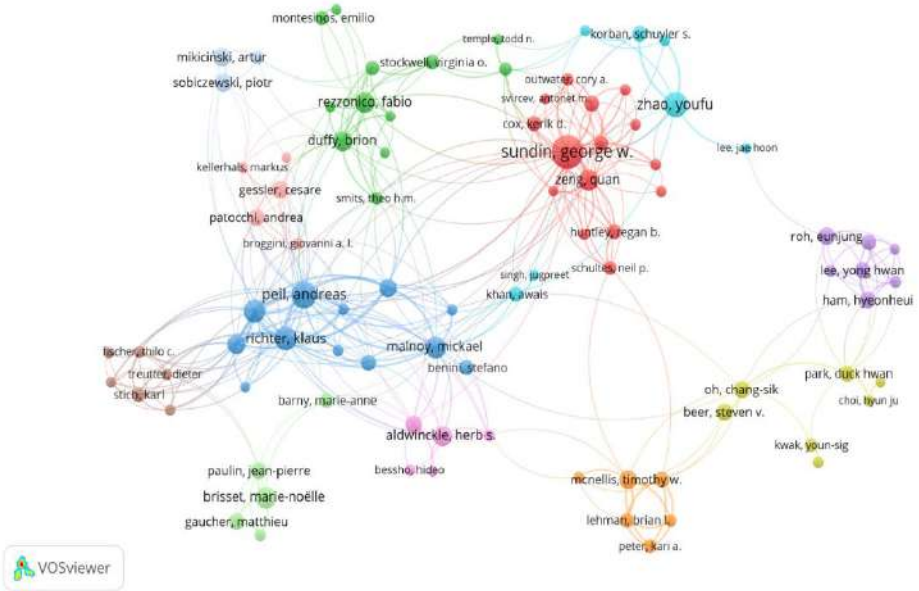
Bu araştırmada ateş yanıklığı hastalığı araştırmalarında öne çıkan yazarların yayın faaliyetlerinin yıllara göre dağılımı ve sürekliliği belirlenmiştir (Şekil 9). Aldwinckle H.S.'nin 1980'lerin sonlarından itibaren kesintisiz bir şekilde üretim yaptığı ve uzun yıllara yayılan istikrarlı bir yayın grafiğine sahip olduğu belirlenmiştir. Sundin G.W., Peil A. ve Richter K. yazarların ise 2000'li yılların başlarından itibaren yoğun şekilde yayın ürettikleri ve günümüze kadar etkinliklerini sürdürdükleri görülmüştür.

Norelli J.L., Flachowsky H., Malnoy M., Geider K. ve Hanke M.-V. isimlerin de benzer şekilde uzun süreli bilimsel üretim gerçekleştirdiği, özellikle bazı yıllarda yayın sayısının ve atıf yoğunluğunun (TC per Year) belirgin şekilde arttığı tespit edilmiştir.



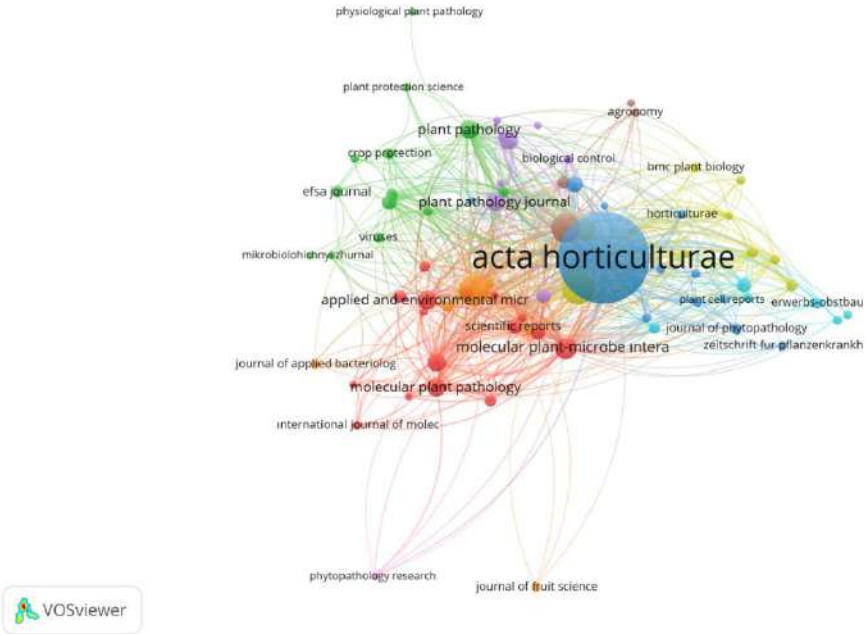
Şekil 9. Yazarların üretkenlik zamanları

Ateş yanıklığı hastalığına yönelik yürütülen araştırmalarda yazarlar arasındaki iş birliği ağları incelendiğinde, belirgin kümelenmelerin oluştuğu görülmektedir. Merkezî konumda yer alan Sundin G.W., Peil A. ve Richter K. yazarların geniş iş birliği ağlarına sahip olduğu ve farklı araştırma gruplarını birbirine bağladığı tespit edilmiştir. Sundin G.W.'nin kırmızı kümede Zhao Youfu ve Zeng Guan isimleri ile; Peil A. ve Richter K.'nın ise mavi kümede Malnoy M., Barny M.-A. ve Benini S. gibi araştırmacılarla güçlü bağlantılar kurduğu belirlenmiştir. Aldwinckle H.S., Beer S.V., McNellis T.W. ve Duffy B. yazarların da kendi kümeleri içinde aktif iş birlikleri yürüttüğü, ancak bazı kümeler arasında bağlantıların daha sınırlı olduğu görülmüştür (Şekil 9).



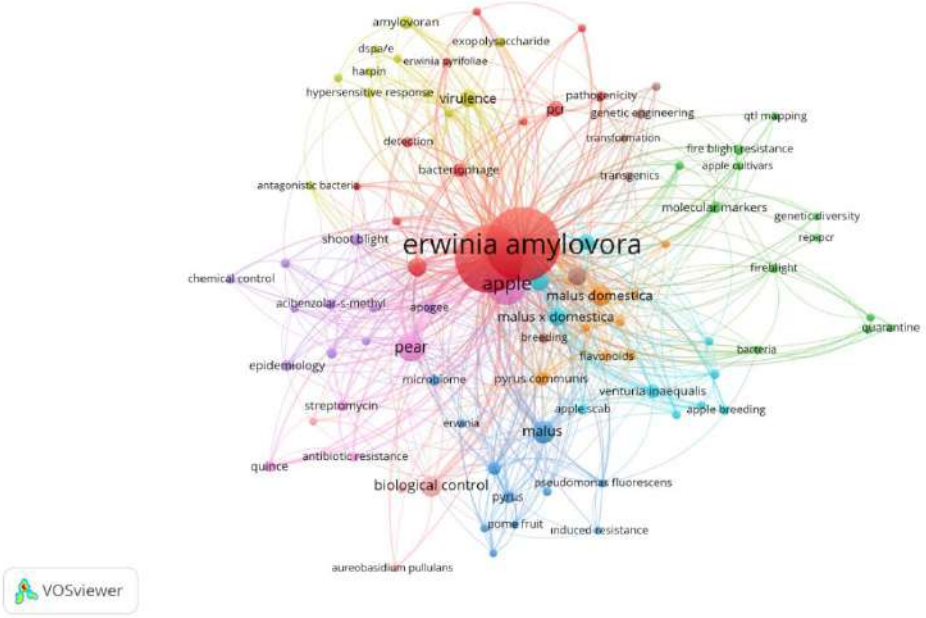
Şekil 9. Yazarların ağ grafiği analizi

Ateş yanıklığı hastalığına yönelik literatürde öne çıkan akademik dergiler incelendiğinde, Acta Horticulturae dergisinin en merkezî konumda yer aldığı ve en yüksek bağlantı gücüne sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu dergiyi, Plant Pathology, Plant Pathology Journal, Molecular Plant-Microbe Interactions ve Molecular Plant Pathology bitki patolojisi alanında uzmanlaşmış dergiler takip etmektedir. Ayrıca Applied and Environmental Microbiology, Scientific Reports ve Journal of Applied Bacteriology çok disiplinli dergilerin de önemli bir katkı sunduğu saptanmıştır (Şekil 11). Ağ yapısında farklı renk kümeleri, dergiler arasındaki tematik yakınlık ve iş birliği düzeylerini yansıtmaktadır.



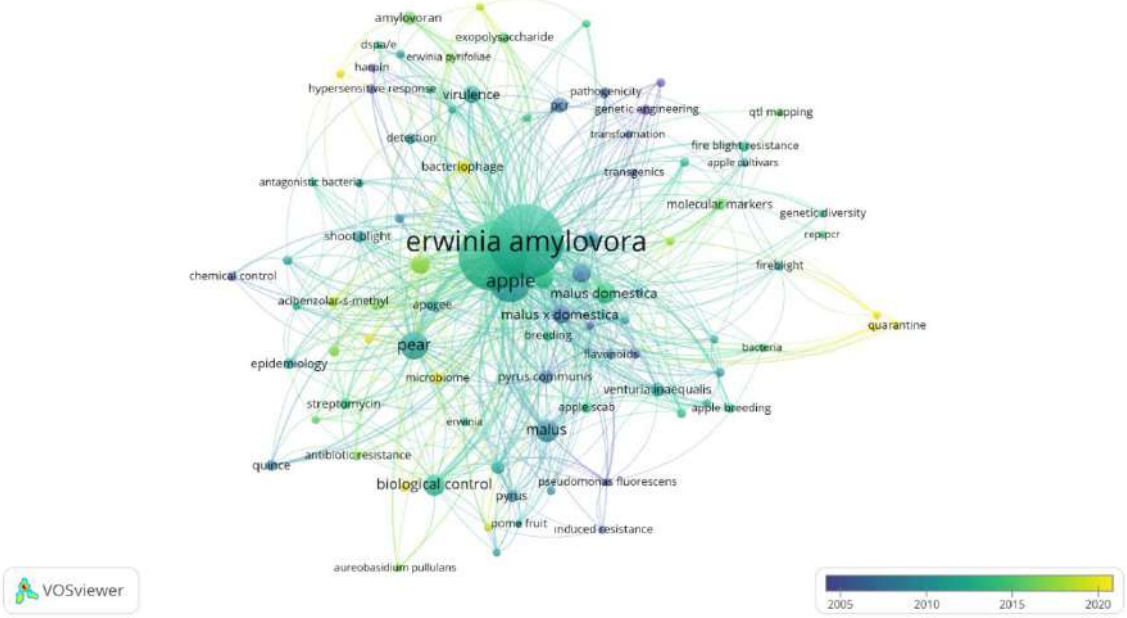
Şekil 11. Dergilerin ağ grafiği analizi

Şekil 12'de Ateş yanıklığı hastalığına yönelik anahtar kelimelerin eş-oluşum ağı analiz edilmiş ve "*Erwinia amylovora*" teriminin ağın merkezinde yer aldığı ve en yüksek bağlantı gücüne sahip olduğu belirlenmiştir. Bu terimin, "apple" (*Malus domestica*), "pear" (*Pyrus communis*) ve "quince" (*Cydonia oblonga*) konukçu bitkilerle; "biological control", "chemical control" ve "antibiotic resistance" mücadele yöntemleriyle; ayrıca "virulence", "pathogenicity" ve "hypersensitive response" patojenite ve virülensle ilgili kavramlarla güçlü bir şekilde ilişkili olduğu ortaya konmuştur. Ağdaki renkli kümelenmelerin, genetik direnç çalışmaları, epidemiyoloji, mikrobiyal antagonizm, bakteriyofaj kullanımı ve hastalık yönetimi gibi tematik alanları temsil ettiği saptanmıştır.



Şekil 12. Anahtar kelimelerin ağ haritası

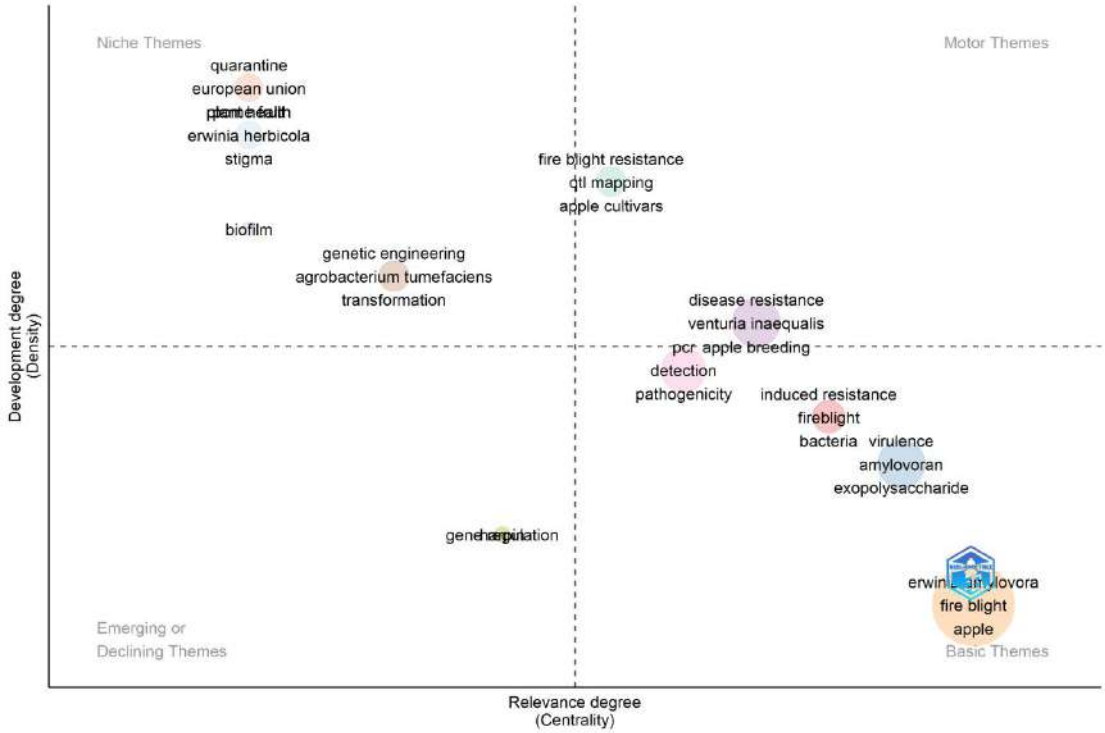
Anahtar kelime ağının zaman boyutlu dağılımı incelendiğinde, "*Erwinia amylovora*" teriminin ağın merkezinde yer aldığı ve uzun süredir araştırma odağında bulunduğu belirlenmiştir. Mavi tonlarda yer alan kavramların (ör. "apple", "pear", "biological control", "virulence") daha eski dönemlerde çalışıldığı, sarı tonlarda görülen kavramların ise (ör. "quarantine", "fire blight resistance", "apple cultivars", "genetic diversity") son yıllarda daha fazla araştırıldığı belirlenmiştir (Şekil 13).



Şekil 13. Anahtar kelimelerin ağ grafiği analizinin zaman içindeki güncel durumları

Tematik harita incelendiğinde, ateş yanıklığı araştırmalarındaki konuların dört ana kümede toplandığı gözlemlenmiştir.

"Basic Themes" (temel temalar) bölümünde *Erwinia amylovora*, "fire blight" ve "apple" konuları yer almakta olup, bu temalar hem yüksek merkeziyet hem de düşük yoğunluk seviyeleriyle alanın temel yapı taşlarını oluşturmaktadır. "Motor Themes" (geliştirici temalar) kümesinde ise "fire blight resistance", "QTL mapping" ve "apple cultivars" gibi yüksek merkeziyet ve yoğunluğa sahip, araştırmayı yönlendiren konular bulunmaktadır. "Niche Themes" (niş temalar) bölümünde "quarantine", "European Union", "plant health" ve "Erwinia herbicola" gibi daha spesifik ancak yüksek yoğunlukta çalışılmış konular yer almakta, bu alanların belirli araştırmacı grupları tarafından derinlemesine incelendiği anlaşılmaktadır. "Emerging or Declining Themes" (yükselen veya gerileyen temalar) alanında ise "gene regulation" gibi düşük merkeziyet ve yoğunluğa sahip, ya yeni ortaya çıkan ya da önemini yitirmekte olan konular görülmektedir. Bu dağılım, ateş yanıklığı çalışmalarının hem temel biyoloji ve epidemiyolojiye hem de direnç geliştirme ve yönetim stratejilerine odaklandığını göstermektedir.



Şekil 14. Tematik harita analizi

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, *Erwinia amylovora*'nın neden olduğu ateş yanıklığı hastalığına ilişkin 1955–2025 yılları arasındaki uluslararası yayınların bibliyometrik analizini sunarak konunun tarihsel gelişimini, araştırma odaklarını ve iş birliği ağlarını kapsamlı bir şekilde ortaya koymuştur. Bulgular, 1990'lı yıllardan itibaren araştırmalarda belirgin bir artış yaşandığını, ABD, Almanya, İsviçre ve İtalya'nın uzun süredir alana liderlik ettiğini, Çin, Pakistan, Mısır ve Türkiye gibi ülkelerin ise son yıllarda katkılarını artırdığını göstermektedir. Anahtar kelime ve tematik analizler; biyolojik ve kimyasal mücadele, antibiyotik direnci, patojenite, genetik direnç ve karantina uygulamalarının araştırmalarda öne çıkan konular olduğunu ortaya koymuştur.

- Ateş yanıklığı ile ilgili araştırmalarda genomik ve biyoinformatik tabanlı çalışmalara ağırlık verilmesi,
- Bakteriyofajlar, yararlı mikroorganizmalar ve ekolojik tabanlı yönetim stratejilerinin geliştirilmesi,
- Çeşit ıslahı ve dayanıklılık genetiği üzerine uluslararası iş birliklerinin güçlendirilmesi,
- Hastalığın yayılımını önlemeye yönelik karantina ve erken teşhis teknolojilerinin daha yaygın uygulanması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Agrios GN (2005) Plant Pathology. 5th Edition, Academic Press, 922 pp.

Anonymous, 2013. Statistical Analysis Software Users Guide Statistics Version 9.4. SAS Institude Inc., Cary.

Aria, M. ve Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: Kapsamlı bilimsel haritalama analizi için bir R aracı. *Informetrics dergisi* , *11* (4), 959-975.

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. Journal of Informetrics, 11(4), 959–975.

Baştaş, K.K., Saygılı, H., 2008. Ateş yanıklığı hastalığı, Erwinia amylovora. In: H. Saygılı, F. Şahin ve Y. Aysan (Editörler), Bitki Bakteri Hastalıkları Kitabı, Beta Basım, İzmir, s. 61-68.

Billing, E. (2011). Fire blight. Why do views on host invasion by Erwinia amylovora differ?. *Plant Pathology*, *60*(2), 178-189.

Chen, C., Li, C., Kang, Y., 2018. Modelling the effects of cutting off infected branches and replanting on fireblight transmission using Filippov systems. Journal of Theoretical Biology, 439: 127-140.

Doolotkeldieva T, Bobushova S (2016) Fire blight disease caused by *Erwinia amylovora* on *Rosaceae* plants in Kyrgyzstan and biological agents to control this disease. Adv Microbiol 6. https://doi.org/10.4236/aim.2016.611080

Doolotkeldieva T, Bobushova S, Carnal S, Rezzonico F (2021) Genetic characterization of *Erwinia amylovora* isolates detected in the wild walnut-fruit forest of South Kyrgyzstan. J Plant Pathol 103:109–120. https://doi.org/10.1007/s42161-021-00752-1

Döken, M.T., Demirci, E., Zengin, H., 2011. Fitopatoloji (4. Baskı). Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 729, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 314, Ders Kitapları Serisi No: 66, Erzurum.

European and Mediterranean Plant Protection Organization (2022) Eppo A1 and A2 lists of pests recommended for regulation as quarantine pests. https://www.eppo. int/ media / uploaded_images/ RESOURCES/eppo_standards/pm1/pm1-002-31-en_A1A2_2022.pdf 21 Boulevard Richard Lenoir, 75011 Paris, France September 2022

Gaganidze DL, Aznarashvili MA, Sadunishvili TA, Abashidze EO, Gureilidze MA, Gvritishvili ES (2018) Fire blight in Georgia. Annals of Agrarian Science 16:12–16. https://doi.org/10.1016/j.aasci.2018.02.001

Jock S, Wensing A, Pulawska J, Drenova N, Dreo T, Geider K (2013) Molecular analyses of *Erwinia amylovora* strains isolated in Russia, Poland, Slovenia and Austria describing further spread of fire blight in Europe. Microbiol Res 168:447–454. https://doi.org/10.1016/j.micres.2013.01.008

Kokoskova, B., Pavela, R., Pouvova, D., 2011. Effectiveness of plant essential oils against Erwinia amylovora, Pseudomonas syringae pv. syringae and associated saprophytic bacteria on/in host plants. Journal of Plant Pathology, 93(1): 133-139

Park DH, Lee YG, Kim JS, Cha JS, Oh CS (2017) Current status of fire blight caused by *Erwinia amylovora* and action for its management in Korea. J Plant Pathol 99:59–63. https://doi.org/10.4454/jpp.v99i0.3918

Rosselo M, Pefialver J, Llop P, Gorris MT, Chartier R, Garcia F, Monton C, Cambra M, Lopez MM (2006) Identification of an Erwinia sp. from different Erwinia amylovora and responsible for necrosis on pear Blossoms. Can. J. Plant Pathol. 28: 30-41

Thomson, S. V., & Vanneste, J. L. (2000). Fire blight: the disease and its causative agent, Erwinia amylovora.

Van der Zwet, T, Beer SV (1992) Fire blight: its nature, prevention, and control: a practice guide to integrated disease management. Agriculture Information Bulletin (USA).

Van Eck, N., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *scientometrics*, *84*(2), 523-538.

Vincent PJ, Brunner JF, Grove GG, Petit B, Tangren GV, Jones WE. A web-based decision support system to enhance IPM programs in Washington tree fruit. Pest Manag Sci. 2010;66:587–595. doi: 10.1002/ps.1913.

Wassermann, B., Müller, H., & Berg, G. (2019). An apple a day: which bacteria do we eat with organic and conventional apples?. *Frontiers in microbiology*, *10*, 475179.

Zheng, P. F., Yang, Y. Y., Zhang, S., You, C. X., Zhang, Z. L., & Hao, Y. J. (2021). Identification and functional characterization of MdPIF3 in response to cold and drought stress in Malus domestica. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, *144*(2), 435-447.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE EFFECT OF BIOFERTILIZER COMBINED WITH BIOSTIMULANTS ON THE MICROELEMENT CONTENT OF ACCUMULATOR PLANTS IN HEAVY METAL-CONTAMINATED SOIL

Dr. Öğr.Üyesi Sibel BOYSAN CANAL
Van Yüzüncü Yıl University, Agriculture Faculty, Soil Science and Plant Breeding Department, Van-Turkiye,
ORCİD: ID/0000-0001-9027-0458

ABSTARCT
Objective: The effects of adding endophytic bacteria, along with humic acid and biochar separately, to the growth environment of the hyperaccumulator rapeseed(*Brassica napus L*) plant, which thrives in soil contaminated with heavy metals, were investigated to determine their impact on the plant's micronutrition. There are essentially two objectives: 1. The effect of endophytic bacteria on the micronutrient content of rapeseed plants. 2. The effect of endophytic bacteria applied with biostimulants on the micronutrient content of plants.
Material and Methods: Before the experiment, Heavy metals were applied at doses 50 mg kg-1 Cr (chromium nitrate), 50 mg kg-1 Cd (cadmium sulphate ($CdSO_4$. of $8H_2O$)) and 50 mg kg-1 Pb (lead nitrate ($Pb(NO_3)_2$). 25 ml of Cr, Cd, and Pb solutions, prepared separately, were added to the soil. The soils were incubated for 1 month. After this, biochar and humic acid were applied according to the application pattern. Endophytic bacteria were applied through the drinking method 10 days after seed sowing. Micronutrients were determined in plant samples.
Result: Based on all the results obtained, endophytic bacteria applied to rapeseed plants grown in contaminated soil caused a significant increase in the plant's uptake of micronutrients. Furthermore, the application of humic acid and biochar in the growing medium further increased the plant's micronutrient levels. According to all these findings, the biofertilizer applied with biostimulants increased the uptake of Fe, Zn, Cu, and Mn by rapeseed plants compared to its sole application.
Keywords: Biochar, Hümic acid, Rapeseed (Brasicca napus L),Micronutrients

BİOGÜBRENİN BİYOSTİMÜLANTLARLA KOMBİNE EDİLMESİNİN AĞIR METAL KİRLİLİĞİNE MARUZ KALMIŞ TOPRAKTA HİPERAKÜMÜLATÖR BİTKİNİN MİKROELEMENT İÇERİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

ÖZET
Amaç: Ağır metallerle kirlenmiş topraklarda, yetişen hiperakümülatör kolza (Brassica napus L.) bitkisinin büyüme ortamına, humik asit ve biyokömür"ün ayrı ayrı eklenmesiyle birlikte endofitik bakterilerin bitkinin mikro element içeriği üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada iki amaç vardır: 1. Endofitik bakterilerin kolza bitkilerinin mikro besin içeriği üzerindeki etkisi. 2. Biyostimülantlarla birlikte uygulanan endofitik bakterilerin bitkilerin mikro besin içeriği üzerindeki etkisini araştırmaktır.
Materyal ve Yöntem: Deneyden önce, 50 mg kg^{-1} Cr (krom nitrat), 50 mg kg^{-1} Cd (kadmiyum sülfat ($CdSO_4.8H_2O$) ve 50 mg kg^{-1} Pb (kurşun nitrat ($Pb(NO_3)_2$) dozlarında ağır metaller uygulanmıştır. Ayrı ayrı hazırlanan 25 ml Cr, Cd ve Pb çözeltisi toprağa eklendi. Topraklar 1 ay boyunca inkübe edildi. Bundan sonra, uygulama desenine göre Biyokömür ve hümik asit uygulandı. Endofitik bakteriler, tohum ekiminden 10 gün sonra içirme yöntemiyle uygulandı. Bitki örneklerinde mikro besinler belirlendi.
Sonuç: Elde edilen tüm sonuçlara dayanarak, ağır metal bulunan toprakta yetiştirilen kolza bitkilerine uygulanan endofitik bakteriler, bitkinin Fe, Zn, Cu ve Mn alımında önemli bir artışa neden olmuştur. Bunun ötesinde hümik asit ve biyokömürle birlikte endofitik bakterin uygulanması hiperakümülatör bitkinin mikro besin elementi alımını yalnız endofitik bakteri uygulamasına göre önemli düzeyde artırdığı bulunmuştur.
Anahtar Kelimeler: Biyokömür, Hümik asit, Kolza (Brasicca napus L), Mikro elementler

Giriş

Ağır metaller bakımından kirli ortamları iyileştirmek için hiperakümülatör bitkiler kullanılmaktadır. Hiperakümülatör bitki gurunda yer alan brassica familyasında ait Kolza (Brassica napus L) bitkisinin yazlık ve kışlık çeşitleri vardır. Hiperakümülatör özelliğe sahip Kolza yetiştirme devrelerinin kısa olması, birim alandan yüksek tohum verimi (200-250 kg da^{-1}) elde edilme ve yağlanma oranı (% 45-50) yüksek olması, ekiminden hasadına kadar bütün yetiştirme tekniğinin mekanizasyona uygun olması, kendinden sonraki ürüne temiz toprak bırakması gibi özellikleriyle de oldukça avantajlı bir bitkidir (Öztürk, 2000).

Endofitik bakteriler, bitki dokularının içinde yaşadıkları için bitki hücreleriyle doğrudan etkileşime girebilirler. Kolonizasyondan sonra endofitik bakteriler, köksap bakterilerine kıyasla toprak ortamından daha az etkilenir ve bitkiyle daha yakın bir bağ kurarlar. Bu, onların faydalı bir etki göstermelerini kolaylaştırabilir. Endofitik bakteriler ağır metallerle kirli toprakta kimi zamanda bitki gelişim ve büyümesinde artışa neden olabilmektedir (Babu ve ark., 2013). Bitkiler, besin içeriğine yardımcı ve metabolik aktiviteleri artıran, önemli vitaminleri endofitik bakterilerden alırlar. Bitki hormonları, kök gelişim dinamiklerini etkileyerek toprak kalitesi alımını iyileştirebilir. Endofitik kolonizasyon sıklıkla besin gelişimini, bitki biyokütlesini ve emilimini destekler. Buna göre son bulgular, bitki hormonları bitkilerin korunmasına yardımcı olur (Sharma ve Kumar, 2021). Sideroforlar, Fe(III) iyonlarına yüksek afinite gösteren organik moleküllerdir, ancak aynı zamanda bitki tarafından asimile edilebilen diğer iki değerlikli ağır metal iyonlarıyla da kompleksler oluşturabilirler (Evers vd., 1989). Bakteriyel siderofor üretimi, ağır metallerin varlığıyla uyarılabilir ve bitkiye demir tedarikini artırarak bitkinin ağır metal toksisitesini azaltmasına yardımcı olabilir (Burd vd., 1998, 2000). Endofitler tarafından ağır metal toksisitesinin hafifletildiği birçok çalışmada bildirilmiştir. Örneğin, N. tabacum tohumlarından izole edilen Cd'ye dirençli endofitler, bitkiler tarafından eser elementlerin (Zn ve Fe) alımını artırarak Cd toksisitesini azaltır (Mastretta ve ark., 2009). Ek olarak, endofitlerin mineral beslenmeyi iyileştirerek veya biyotik ve abiyotik streslere karşı direnci veya toleransı artırarak bitki büyümesini ve sağlığını iyileştirdiği bilinmektedir (Ryan ve ark., 2008).

Biostimulantlar arasında bulunan Hümik asit organik maddenin bir bileşenidir. Hümik maddeler, iyonları bağlama ve kök gelişimini destekleme özelliklerine sahiptir. Bu nedenle, onların bitkilerde en çok bilinen yararı, besin alımını artırmalarıdır (Calvo ve ark.,2014). Bu kategoriler arasında hümik asit veya humatlar, ilgili tarımsal ürünlerin metabolizmasını, büyümesini ve verimini önemli ölçüde iyileştiren makro ve mikro besin maddelerinin alımı üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir (Nardi ve ark.,2009). Hümik asit, ağır metallerle etkileşime girebilen önemli fonksiyonel gruplar (karboksil ve hidroksil grupları gibi) içerdiğinden stres koşullarını iyileştirebilir (Cozzolino ve ark., 2016). Biyokömür (BK), benzersiz fiziksel ve kimyasal özellikleri sayesinde toprak verimliliğini artırır, besin maddelerini korur ve ürün verimini artırır (Xu vd. 2016b; Song vd. 2022). Ağır metal stres koşullarında, yapılan çalışmalar, biyokömür uygulamasının artan dozlarının katyon değişim kapasitesini artırarak ağır metal konsantrasyonlarını ve çözünürlüklerini azalttığını göstermiştir (Li ve ark., 2016). Biyokömür uygulanan topraktaki organik karbon miktarının artması, ağır metal adsorpsiyonunu artırır ve dolayısıyla ağır metal biyoyararlanımını azaltır (Zhu ve ark., 2016). Bu çalışmanın amacı, ağır metallerle kirlenmiş topraklarda yetişen hiperakümülatör kolza bitkisinin büyüme ortamına, ayrı ayrı humik asit ve biyokömürle birlikte endofitik bakterilerin eklenmesinin, bitkinin mikro element içeriği üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmanın temelde iki amacı vardır: 1. Endofitik bakterilerin kolza bitkilerinin mikro element içeriği üzerindeki etkisi. 2. Hümik asit ve Biyokömür ile birlikte uygulanan endofitik bakterilerin bitkilerin mikro element içeriği üzerindeki etkisini tespit etmektir.

Materyal ve Metot

Deneme öncesinde topraklar otokalava konularak steril edildi. Ağır metaller 50 mg kg^{-1} Cr krom nitrat formunda, 50 mg kg^{-1} Cd kadmiyum sülfat formunda ve 50 mg kg^{-1} Pb kurşun nitrat formunda toprağa uygulandı. Ayrı ayrı hazırlanan 25 ml Cr, Cd ve Pb çözeltileri toprağa eklendi. Topraklar 1 ay süre ile inkübe edildi. Daha sonra uygulama desenine göre toprak ortamına %10biyokömür ve 1000 mg kg^{-1} düzeyinde hümik asit uygulandı.

Kolza bitkisinin tohum ekiminden 10 gün sonra Endofitik bakteriler içirme yöntemi ile uygulandı. Uygulamalar Çizelge 1 de gösterilmektedir. Bitki örneklerinde mikro besin elementleri Kacar ve ark., (1994) bildirmiş olduğu yaş yakma yöntemine göre yapıldı.

Çizelge1. Kolza (Brassica Napus L.) bitkisinin yetiştiği ortama yapılan uygulamalar

Deneme Uygulamaları	**Uygulamaların Açıklaması**
EB_1 (Kontrol)	EB_1:(*Bacillus mojavensis*):Endofitik Bactreia(1): G106K1
EB_2 (Kontrol)	EB_2:(*Pantoea agglomerans*): Endofitik Bactreia(2): G129K1-1
EB_1+EB_2 (Kontrol)	EB_1:(*Bacillus mojavensis*)+ EB_2:(*Pantoea agglomerans* (Kontrol)
KT	Kirli Toprak (KT)
EB_1+KT	EB_1:(Bacillus mojavensis)+KT
EB_2+KT	EB_2:(Pantoea agglomerans)+KT
EB_1+EB_2+KT	EB_1:(Bacillus mojavensis)+ EB_2:(Pantoea agglomerans+KT
BK+EB_1+KT	%10BK (Biyokömür) + EB_1:(*Bacillus mojevensis*)+ KT
BK+EB_2+KT	%10BK+ EB_2:(*Pantoea agglomerons*)+ KT
BK+EB_1+EB_2+KT	%10BK+ EB_1:(*Bacillus mojavensis*)+ EB_2:(*Pantoea agglomerans*+KT
HA+EB_1+KT	1000 $mgkg^{-1}$ HA(Hümik Asit)+ EB_1:(*Bacillus mojavensis*)+ KT
HA+EB_2+KT	HA+ EB_2(*Pantoea agglomerans*)+KT
HA+EB_1+EB_2+KT	HA+ EB_1(*Bacillus mojavensis*)+ EB_2:(*Pantoea agglomerans*)+ KT

Bulgular ve Tartışma

Yürütülen denemede, ağır metal bulunan kirli toprakta kolza bitkisinin Fe, Zn, Cu ve Mn içeriği kontrole göre oldukça düşük bulunmuştur. Ancak kirli toprak koşullarında uygulanan iki farklı çeşit endofitik bakteri uygulaması kolza bitkisinin Fe, Zn, Cu ve Mn içeriğini önemli düzeyde artırmıştır (Çizelde1). Cr, Cd ve Pb bulunan yetişme ortamına iki farklı çeşit endofitik bakteri olan *Bacillus mojavensis* ve *Pantoea aglomerons*'un uygulanması, kolza *(Brassica napus L)* bitkisinin bakteri bulunmayan koşullara göre, mikro besin elementi içeriğinde önemli artışa neden olmuştur (Çizelge 1). Buna göre, kök bölgesindeki endofitik bakteriler stoma düzenlenmesine, kök morfolojisinde değişikliklere ve mineral besin alımının artmasına neden olur (Ma ve ark., 2016). Örneğin, N. tabacum'dan izole edilen Cd'ye dirençli endofitler, tohumlardan Fe ve Zn alımını artırarak ağır metallerin toksisitesini azaltır (Anand ve ark. 2023). Endofitik bakteriler tarafından üretilen sideroforlar, demirle Fe^{+3} formunda bir bağ oluşturur. İndirgenmiş demir, kök hücreleri tarafından Fe^{+2} olarak emilir (Sharma ve Kumar 2021). Buna göre, endofitik bakteri uygulaması Fe, Zn, Cu ve Mn içeriğinde artış sağlamış olduğu bu artış hiper akümülatör bitki olan kolza bitkisinde büyüme ve gelişim üzerinde etkili olduğu gibi özellikle Zn ve Fe Cu Mn'ın bitkinin antioksidatif enzim aktivitesi üzerinde de önemli aktiviteye sahip olması gereği bitkinin stres koşullarına olan dayanıklılığını artırmıştır.

Bunun ötesinde hümik asit ve Biyokömürle birlikte endofitik bakterin uygulanması hiperakümülatör bitkinin mikro besin elementi alımını yalnız endofitik bakteri uygulamasına göre önemli düzeyde artırdığı bulunmuştur. Ayrıca biostimülant olarak en yüksek düzeyde mikro element içeriğindeki artış hümik asit ile birlikte her iki bakterinin bir arada verildiği uygulamada tespit edilmiştir (Çizelge1). Bitki ile bakteri arasındaki simbiyotik ilişki besin elementi alımını ve asimilasyonunu teşvik eder (Compant ve ark., 2019). Biostimulantlar olarak hümik asit ve biyokömür varlığı yetişme ortamında önemli düzeyde değişime neden olmuştur. Bu değişim bakteri ile bitki arasında var olan simbiyotik ilişkiyi olumlu yönde etkilemektedir. Biyokömür, stres koşullarında mikroorganizmalara barınak ve koruma sağlar (Igalavithana ve ark., 2019). Ayrıca Fe, K, Ca, Mn gibi mineral yapısı veya fosfor açısından zengin içeriği, bakterilerin ve bitkilerin büyümesi için gerekli elementleri sağlayabilir (Chen ve ark., 2020).

Çizelge1 Hümik Asit ve Biyokömür Uygulanan Kirli Toprakta Endofitik Bakterilerin Kolza Bitkisinin Mikro Element İçeriğine Etkisi

Uygulamalar	Fe(mgkg^{-1})	Zn(mg kg^{-1})	Cu(mg kg^{-1})	Mn(mg kg^{-1})
EB_1(Kontrol)	111±3,87**BC**	15,81±0,79**F**	4,52±0,45**E**	6,12±2,03**E**
EB_2(Kontrol)	108 ±1,77**BCD**	14,89±0,79**F**	4,42±0,45**E**	5,13±2,17**E**
EB_1xEB_2(Kontrol)	90,61±6,01**CD**	15,13±0,79**F**	4,45±0,45**E**	4,48±0,11**E**
Kirli toprak(KT)	67,19±3,66**E**	1,07±0,04**G**	0,20±,06**F**	3,35±0,73**F**
EB_1+KT	84,62±3,27**CD**	30,27±1,81**D**	6,21±,39**CD**	111±3,20**D**
EB_2+KT	77,35±2,43**D**	24,11±0,86**E**	5,30±,54**DE**	140±48,01**CD**
EB_1xEB_2+KT	87,77±5,40**CD**	45,05±0,29**B**	6,51±,56**CD**	165±14,05**BC**
BK+EB_1+KT	96,55±3,88**BCD**	43,51±1,71**B**	7,38±,74**BC**	128±39,64**D**
BK+EB_2+KT	96,99±4,48**BCD**	44,08±0,77**B**	7,02±,30**BCD**	178±11,61**B**
BK+EB_1xEB_2+KT	122±4,36**B**	45,12±0,89**B**	7,38±,55**BC**	193±3,58**B**
HA+EB_1+KT	94,84±3,56**BCD**	39,95±1,25**C**	7,85±,66**BC**	200±5,71**B**
HA+EB_2+KT	88,53±6,71**CD**	44,94±5,35**B**	8,71±1,13**B**	188±10,35**B**
HA+EB_1xEB_2+KT	162±7,94**A**	89,04±4,51**A**	12,83±5,14**A**	291±81,57**A**
F değer	*6,15***	*619,663****	*21,641***	*61,565****
P değeri	*p<0,001*	*p<0,0001*	*p<0,001*	*p<0,0001*

Bir sütundaki ortalama değerler, ardından farklı küçük harfler (a, b, c, d, e) **p<0,01,*p<0,001 önem düzeyindeki uygulamalar arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir.**

Hümik asit uygulaması ayrıca, ağır metal stresi koşullarında karboksil ve fenol grupları nedeniyle toprağın fizikokimyasal yapısını olumlu etkileyerek doğal şellasyon sağlar (Wiszniewska ve ark., 2016). (Singh ve ark., (2005) tarafından yürütülen çalışmada düşük molekül ağırlıklı şellat oluşturucu ajanlarla krom (Cr), çinko (Zn), demir (Fe) ve mangan (Mn) emilimi artırılmış ve bu da Brassica juncea'daki yağ içeriğinin %35'e kadar iyileşmesine yol açmıştır. Bu nedenle biostimulantlar, endofitik bakterileri ağır metal stres koşullarında koruyabilir. Bitkiler ve bakteriler arasındaki simbiyotik ilişkiyi olumlu yönde etkileyebilir. Buda bitkinin gelişimi ve mikro besin elementi alımını olumlu yönde etkiler.

Sonuç

Endofitik bakteri ile hiperakümülatör bitkinin simbiyotik ilişkisi bitkiyi ağır metal stres etkisine karşı koruyucu etkiye sahip olduğu bitkinin gelişimi için gerekli mikro element içeriğini artırdığı bulunmuş. Bunun ötesinde Biyostimülantların uygulanması ise, bakteriler üzerinde ağır metal stres koşullarının etkisini azaltarak bitkiyle simbiyotik ilişkiyi artırdığı, böylece bitkinin büyüme ve gelişimi için gerekli mikro besin elementlerinin alımında önemli artışa neden olduğu bulunmuştur.

KAYNAKLAR

Anand, U., Pal, T., Yadav, N., Singh, V. K., Tripathi, V., Choudhary, K. K., Shukla AK, Sunita K, Kumar A, Bontempi E, Ma Y, Kolton M., & Singh, A. K. (2023). Current scenario and future prospects of endophytic microbes: promising candidates for abiotic and biotic stress management for agricultural and environmental sustainability. *Microbial ecology*, *86*(3), 1455-1486.

Babu, A. G., Kim, J. D., & Oh, B. T. (2013). Enhancement of heavy metal phytoremediation by Alnus firma with endophytic Bacillus thuringiensis GDB-1. *Journal of hazardous materials*, *250*, 477-483.

Burd, G. I., Dixon, D. G., & Glick, B. R. (2000). Plant growth-promoting bacteria that decrease heavy metal toxicity in plants. *Canadian journal of microbiology*,*46*(3), 237-245.

Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and soil*, *383*(1), 3-41.

Compant, S., Samad, A., Faist, H., & Sessitsch, A. (2019). A review on the plant microbiome: ecology, functions, and emerging trends in microbial application. *Journal of advanced research*, *19*, 29-37.

Cozzolino, V., De Martino, A., Nebbioso, A., Di Meo, V., Salluzzo, A., & Piccolo, A. (2016). Plant tolerance to mercury in a contaminated soil is enhanced by the combined effects of humic matter addition and inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi. *Environmental Science and Pollution Research*, *23*(11), 11312-11322.

Evers, A., Hancock, R. D., Martell, A. E., & Motekaitis, R. J. (1989). Metal ion recognition in ligands with negatively charged oxygen donor groups. Complexation of iron (III), gallium (III), indium (III), aluminum (III), and other highly charged metal ions. *Inorganic Chemistry*, *28*(11), 2189-2195.

Igalavithana, A. D., Kwon, E. E., Vithanage, M., Rinklebe, J., Moon, D. H., Meers, E., Tsang, DCW., & Ok, Y. S. (2019). Soil lead immobilization by biochars in short-term laboratory incubation studies. *Environment international*, *127*, 190-198.

Kacar,(1994)

Li, K., Jiang, Y., Wang, X., Bai, D., Li, H., & Zheng, Z. (2016). Effect of nitric acid modification on the lead (II) adsorption of mesoporous biochars with different mesopore size distributions. *Clean Technologies and Environmental Policy*, *18*(3), 797-805. https://doi.org/10.1007/s10098-015-1056-0.

Mastretta, C., Taghavi, S., van der Lelie, D., Mengoni, A., Galardi, F., Gonnelli, C., ... & Vangronsveld, J. (2009). Endophytic bacteria from seeds of Nicotiana tabacum can reduce cadmium phytotoxicity. *International Journal of Phytoremediation*, *11*(3), 251-267.

Ma, Y., Rajkumar, M., Zhang, C., & Freitas, H. (2016). Beneficial role of bacterial endophytes in heavy metal phytoremediation. *Journal of environmental management*, *174*, 14-25.

Nardi, S., Carletti, P., Pizzeghello, D., & Muscolo, A. (2009). Biological activities of humic substances. *Biophysico-chemical processes involving natural nonliving organic matter in environmental systems*, *2*(part 1), 305-339.

Öztürk, Ö., & Akınerdem, F. (2000). Bazı kışlık kolza çeşitlerinde farklı ekim zamanı ve sıra arası uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkileri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi)*, *14*(22), 93-110.

Sharma, P., & Kumar, S. (2021). Bioremediation of heavy metals from industrial effluents by endophytes and their metabolic activity: Recent advances. *Bioresource Technology*, *339*, 125589.

Singh, S., & Sinha, S. (2005). Accumulation of metals and its effects in Brassica juncea (L.) Czern.(cv. Rohini) grown on various amendments of tannery waste. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *62*(1), 118-127.

Wiszniewska, A., Hanus-Fajerska, E., Muszyńska, E., & Ciarkowska, K. (2016). Natural organic amendments for improved phytoremediation of polluted soils: a review of recent progress.*Pedosphere*, *26*(1), 1-12.

Zhu, H., Zhong, H., & Wu, J. (2016). Incorporating rice residues into paddy soils affects methylmercury accumulation in rice. *Chemosphere*, *152*, 259-264. https://doi.org/10.1016/j. Chemosphere.2016.02.095.

ANALYSIS OF CODON USAGE BIAS OF THE POLYPHENOL OXIDASE GENES IN *CAMELLIA SINENSIS*

Assoc. Prof. Dr. Yeşim AKTÜRK DİZMAN
Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, Rize, Türkiye,
ORCİD: ID/0000-0003-0185-502X

ABSTRACT
Tea is one of the most widely consumed beverages worldwide and serves as a key agricultural commodity for numerous countries. Polyphenol oxidases (PPOs), which are copper-containing enzymes found in plants, fungi, and animals, play critical roles in physiological processes and enzymatic browning in tea plants (*Camellia sinensis*). Codon usage bias (CUB) is an important evolutionary feature that can shed light on gene function and species evolution. Despite its significance, the codon usage characteristics of *Camellia sinensis* polyphenol oxidase (CsPPO) genes have not been previously characterized. In this study, we conducted a comprehensive analysis of 24 CsPPO genes to identify the factors shaping their codon usage patterns. Nucleotide composition analysis indicated that PPO genes are rich in A/T, yet a bias toward codons ending in G or C at the third codon position. Codon usage indices revealed low gene expression level and a generally weak codon usage bias. Through RSCU and RFSC analyses, we identified 26 preferred codons and 18 high-frequency codons, most of which end in G or C. Codon usage frequency analysis suggested *Zea mays* as a potentially suitable heterologous host for CsPPO gene expression. Analyses using ENC-GC3s, PR2, and neutrality plots indicated that natural selection exerts a greater influence than mutation on codon usage in these genes. Furthermore, correlation analysis confirmed that both nucleotide composition and gene expression levels affect CUB. Overall, this study provides the first detailed insights into codon usage trends in CsPPO genes, offering valuable implications for future genetic engineering efforts in *Camellia sinensis*.
Keywords: *Camellia sinensis*, Polyphenol oxidase, Codon usage bias, Natural selection

CAMELLIA SINENSIS'TE POLİFENOL OKSİDAZ GENLERİNİN KODON KULLANIM EĞİLİMİNİN ANALİZİ

ÖZET
Çay, dünya genelinde en yaygın tüketilen içeceklerden biridir ve birçok ülke için önemli bir tarımsal ürün niteliği taşımaktadır. Bitkilerde, mantarlarda ve hayvanlarda bulunan bakır içeren enzimler olan polifenol oksidazlar (PPO), çay bitkisi (*Camellia sinensis*) başta olmak üzere çeşitli canlılarda fizyolojik süreçlerde ve enzimatik kararmada kritik roller üstlenmektedir. Kodon kullanım eğilimi (CUB), gen işlevi ve türlerin evrimi hakkında önemli bilgiler sağlayabilen evrimsel bir özelliktir. Ancak, *Camellia sinensis* polifenol oksidaz (CsPPO) genlerinin kodon kullanım özellikleri şimdiye kadar ayrıntılı biçimde karakterize edilmemiştir. Bu çalışmada, 24 CsPPO geninin kapsamlı bir analizi gerçekleştirilerek, bu genlerin kodon kullanım eğilimlerini şekillendiren faktörler araştırılmıştır. Nükleotid bileşimi analizi, PPO genlerinin A/T açısından zengin olduğunu, ancak üçüncü kodon pozisyonunda G veya C ile biten kodonlara yönelik bir eğilim bulunduğunu ortaya koymuştur. Kodon kullanım indeksleri, düşük gen ekspresyon seviyesi ve genel olarak zayıf bir kodon kullanım eğilimi olduğunu göstermiştir. RSCU ve RFSC analizleri aracılığıyla çoğunluğu G veya C ile biten 26 tercih edilen kodon ve 18 yüksek frekanslı kodon belirlenmiştir. Kodon kullanım frekansı analizi, *Zea mays*'ın CsPPO gen ekspresyonu için potansiyel olarak uygun bir heterolog konakçı olduğunu gösterdi. ENC-GC3s, PR2 ve nötralite grafiklerine dayalı analizler, bu genlerin kodon kullanımında mutasyon baskısından ziyade doğal seçilimin daha baskın bir rol oynadığını göstermiştir. Ayrıca, korelasyon analizleri hem nükleotid bileşiminin hem de gen ekspresyon seviyelerinin kodon kullanım eğilimini etkilediğini doğrulamıştır. Genel olarak bu çalışma, CsPPO genlerinin kodon kullanım eğilimlerine dair ilk ayrıntılı verileri sunmakta olup, *Camellia sinensis* üzerinde gelecekte yürütülecek genetik mühendisliği çalışmalarına önemli katkılar sağlamaktadır.
Anahtar kelimeler: *Camellia sinensis*, Polifenol oksidaz, Kodon kullanım eğilimi, Doğal seçilim

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

RNA-SEQ YOLUYLA *CORIANDRUM SATIVUM*'DA DİFİFERANSIYEL GEN İFADESİ ANALİZİ VE FONKSİYONEL BİLGİLER

Prof. Dr. M. Alp FURAN
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji, Van, Türkiye.
ORCİD ID: 0000-0002-0171-0405

PhD Gülistan GENLİ
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji, Van, Türkiye.
ORCİD ID: 0000-0002-1271-4479

ÖZET
Coriandrum sativum (kişniş), besinsel değeri yüksek ve tıbbi açıdan önemli bileşikler içeren aromatik bir bitkidir. Bitkinin çeşitli çevresel ve biyolojik koşullara verdiği moleküler yanıtların anlaşılması hem metabolik yolların aydınlatılması hem de ıslah çalışmaları açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, kişnişin farklı biyolojik durumlar altındaki gen ekspresyon değişimlerini ortaya koymak amacıyla halka açık RNA-Seq verileri kullanılmıştır. İlk olarak, diziler kalite kontrol ve kırpma işlemlerine tabi tutulmuş, ardından transkript bolluğu Salmon aracı kullanılarak hesaplanmıştır. Diferansiyel gen ekspresyon analizleri edgeR istatistiksel paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Biyolojik tekrarların sınırlı olmasına rağmen, dikkatli normalizasyon ve istatistiksel modelleme yaklaşımları sonucunda anlamlı farklılık gösteren aday genler başarılı şekilde tanımlanmıştır. İfade düzeyi değişen genler daha sonra fonksiyonel açıdan incelenmiş ve biyolojik süreçlere, moleküler fonksiyonlara ve hücresel bileşenlere ilişkin anlamlı Gene Ontology (GO) terimleri ile bağlantılandırılmıştır. Ayrıca, Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (KEGG) yolak analizi, sekonder metabolizma ve stres yanıtı ile ilişkili çeşitli biyokimyasal yolların bu genler aracılığıyla düzenlenebileceğini ortaya koymuştur. Bu çalışma, C. sativum'un moleküler düzeyde çevresel uyum mekanizmalarını anlamaya yönelik önemli bir ilk adım olarak değerlendirilebilir. Elde edilen bulgular, gelecekte yapılacak fonksiyonel genomik ve biyoteknolojik uygulamalara ışık tutabilecek niteliktedir.
Anahtar kelimeler: *Coriandrum sativum*, Gene Ontology (GO), Gen ekspresyonu

DIFFERENTIAL GENE EXPRESSION ANALYSIS AND FUNCTIONAL INSIGHTS IN *CORIANDRUM SATIVUM* VIA RNA-SEQ

ABSTRACT
Coriandrum sativum (coriander) is an aromatic plant containing high nutritional value and medicinally important compounds. Understanding the plant's molecular responses to various environmental and biological conditions is important for both the elucidation of metabolic pathways and breeding studies. This study used publicly available RNA-Seq data to reveal changes in gene expression in coriander under different biological conditions. First, sequences were subjected to quality control and trimming, and then transcript abundance was calculated using the Salmon tool. Differential gene expression analyses were performed using the edgeR statistical package. Despite limited biological replicates, careful normalization and statistical modeling approaches successfully identified candidate genes with significant differences. The genes with altered expression levels were then functionally analyzed and linked to meaningful Gene Ontology (GO) terms related to biological processes, molecular functions, and cellular components. Furthermore, Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (KEGG) pathway analysis revealed that various biochemical pathways related to secondary metabolism and stress response may be regulated by these genes. This study can be considered an important first step toward understanding the environmental adaptation mechanisms of *C. sativum* at the molecular level. The findings may shed light on future functional genomics and biotechnological applications.
Keywords: *Coriandrum sativum*, Gene Ontology (GO), Gene expression

Giriş

Coriandrum sativum L. (kişniş), Apiaceae (Maydanozgiller) familyasına ait, mutfak ve geleneksel tıpta yaygın şekilde kullanılan, aromatik ve yıllık bir bitkidir. Antibakteriyel, antifungal, antioksidan ve antienflamatuvar özellikleri ile bilinen kişniş, içerdiği uçucu yağlar, flavonoidler, fenolik bileşikler ve diğer sekonder metabolitler nedeniyle tıbbi bitkiler arasında önemli bir yer tutmaktadır. Bu özellikleri sayesinde hem farmasötik hem de tarımsal araştırmalarda giderek artan bir şekilde ilgi görmektedir (Sriti et al., 2011; Laribi et al., 2015).

Kişnişin biyolojik işlevlerinin ve çevresel stres yanıtlarının moleküler düzeyde anlaşılması, özellikle gen ekspresyonu düzeyinde yapılan çalışmalarla mümkün olabilmektedir. Diferansiyel gen ekspresyonu (DGE) analizleri, organizmanın belirli koşullara nasıl yanıt verdiğini açıklamak ve ilgili biyolojik yolları ortaya çıkarmak için temel bir yaklaşımdır (Conesa et al., 2016). Bu bağlamda, RNA dizileme (RNA-Seq) teknolojisi, model olmayan organizmalarda dahi yüksek çözünürlüklü transkriptom verisi elde etmeye olanak tanımaktadır. RNA-Seq, özellikle referans genomu bulunmayan bitkilerde, gen keşfi, alternatif kesilme (splicing) varyasyonlarının belirlenmesi ve gen ekspresyon profillemesi gibi çok sayıda uygulamada kullanılmaktadır (Wang et al., 2009; Martin & Wang, 2011).

Bu çalışmada, *C. sativum*'un gen ekspresyon profili, halka açık RNA-Seq verileri kullanılarak analiz edilmiş ve gen düzeyindeki farklılıkların belirlenmesi amaçlanmıştır. Veriler ön işleme tabi tutulduktan sonra, transkript bolluk tahmini Salmon yazılımı ile gerçekleştirilmiş; diferansiyel gen ekspresyonu analizleri ise edgeR istatistiksel paketi ile yapılmıştır. Elde edilen farklı ifade edilen genler (DEG'ler) daha sonra Gene Ontology (GO) ve Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (KEGG) yolak analizlerine tabi tutularak, biyolojik anlamları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Bu yaklaşım, kişnişin stres yanıtı, metabolik aktivitesi ve gelişimsel süreçleri gibi temel biyolojik temalarının anlaşılmasına katkı sağlayacak ve ileri düzey fonksiyonel genomik çalışmalar için referans niteliği taşıyacaktır. Özellikle tarımsal stres faktörlerine dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi ve biyoteknolojik uygulamalarda hedef genlerin belirlenmesi açısından önemli bir başlangıç noktasıdır.

Materyal ve Yöntemler

Veri Seti ve Kalite Kontrolü

Çalışmada, *Coriandrum sativum*'a ait halka açık üç farklı RNA-Seq örneği (SRR6242013, SRR6242014 ve SRR6242015) NCBI SRA (Sequence Read Archive) veri tabanından indirilmiştir. Veriler çift uçlu (paired-end) olup, 150 bp uzunluğundadır. Ham verilerin kalite kontrolü FastQC (v0.11.9) yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Ardından, düşük kaliteli bazlar, adaptör dizileri ve kısa oklar, hızlı ve etkin bir şekilde temizlenmesi için fastp (v0.23.2) aracı kullanılarak filtrelenmiştir (Chen et al., 2018).

De Novo Transkriptom Dizileme

Referans genomu bulunmayan bitkilerde yaygın olarak tercih edilen bir yöntem olan de novo transkriptom dizileme, bu çalışmada Trinity (v2.15.1) yazılımı ile gerçekleştirilmiştir (Grabherr et al., 2011). Trinity, üç ana modülden oluşan birleştirme algoritması (Inchworm, Chrysalis ve Butterfly) kullanarak yüksek kaliteli transkript kümeleri (contig) üretmiştir.

Transkript Bolluklarının Hesaplanması

Assemble edilen transkript kümelerinin bolluk düzeyleri Salmon (v1.10.3) yazılımı ile hesaplanmıştır. Salmon, "quasi-mapping" algoritması sayesinde hızlı ve doğru transkript seviyesinde ifade miktarı tahmini yapar (Patro et al., 2017). TPM (Transcripts Per Million) ve raw count çıktıları bu analizde kullanılmıştır.

Diferansiyel Gen Ekspresyonu Analizi

Salmon çıktıları gene-level seviyesine indirgenmiş ve tximport paketi ile R ortamına aktarılmıştır. Diferansiyel gen ekspresyonu analizi edgeR (v3.42.4) paketinde gerçekleştirilmiştir (Robinson et al., 2010). Analiz süreci şu şekilde ilerlemiştir:

- Düşük ifadeli genler filtrelenmiş (CPM < 1 olan genler çıkarılmış),
- TMM (Trimmed Mean of M-values) yöntemiyle normalizasyon uygulanmış,

- Ardından, gen ekspresyonundaki farklılıklar quasi-likelihood F-test istatistiksel modeliyle değerlendirilmiştir.

İstatistiksel anlamlılık için False Discovery Rate (FDR) değeri < 0.05 olan genler anlamlı kabul edilmiştir.

Fonksiyonel Anotasyon ve Zenginleştirme Analizi

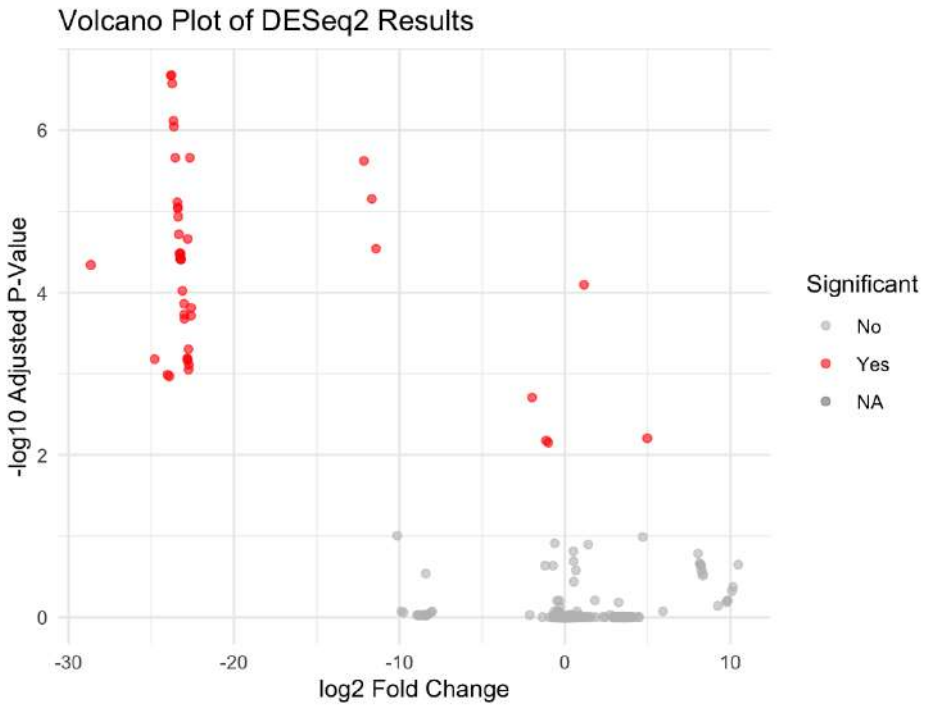
Anlamlı bulunan genler için işlevsel anotasyon ve biyolojik yorumlama eggNOG-mapper ve clusterProfiler (R paketi) aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. GO (Gene Ontology) terimleri üç ana kategoride (Biyolojik Süreç, Moleküler Fonksiyon, Hücresel Bileşen) sınıflandırılmıştır. Ayrıca, genlerin yer aldığı biyokimyasal yollar Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (KEGG) veri tabanı üzerinden analiz edilerek, biyolojik açıdan anlamlı yolaklar belirlenmiştir (Kanehisa & Goto, 2000).

Bulgular

Bu çalışmada gerçekleştirilen diferansiyel gen ekspresyonu analizi, *Coriandrum sativum* örnekleri arasında anlamlı genetik farklılıklar ortaya koymuştur. Analizler sonucunda, FDR (False Discovery Rate) değeri < 0.05 olacak şekilde filtrelenen genler "istatistiksel olarak anlamlı" kabul edilmiştir.

Volcano Plot ile Gen Dağılımının Görselleştirilmesi

Şekil 1'de sunulan Volcano grafiği, log2 fold değişim değerlerine karşılık -log10 FDR değerlerini göstermektedir. Kırmızı renkle gösterilen noktalar anlamlı diferansiyel genleri (DEGs) temsil etmektedir. Bu grafik, yukarı (up-regulated) ve aşağı (down-regulated) yönde anlamlı ifade değişikliği gösteren genleri açıkça ayırt etmemizi sağlar. Bu yöntem, özellikle biyolojik olarak anlamlı genleri görselleştirmede yaygın olarak kullanılmaktadır (Love et al., 2014).

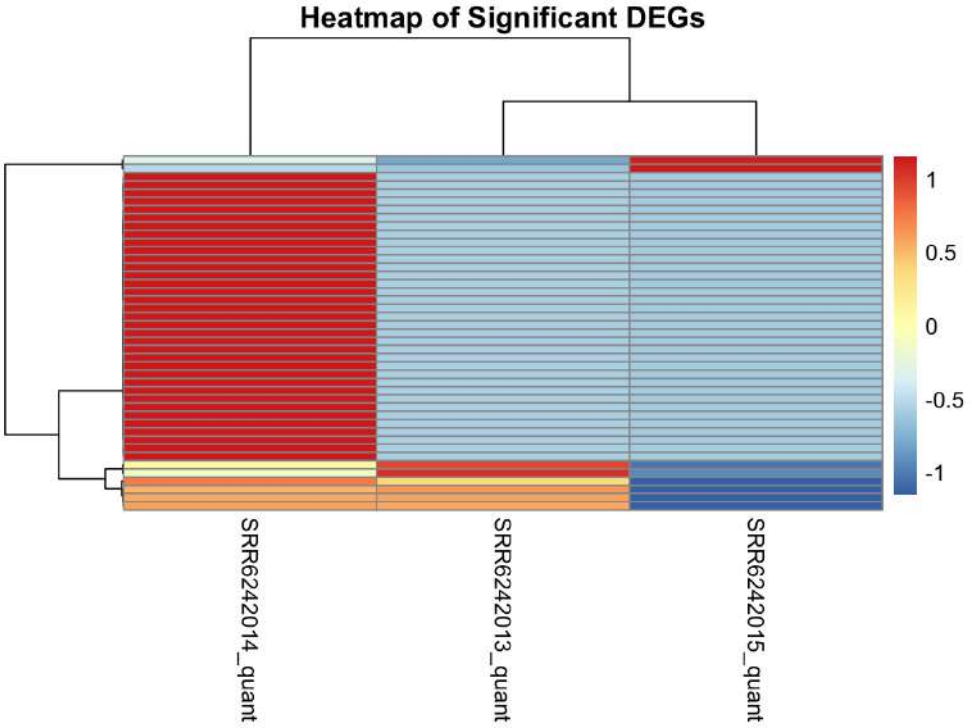


Şekil 1. Volcano plot grafiği; anlamlı DEGs kırmızı ile gösterilmiştir.

Isı Haritası ile Gen İfade Profillerinin Karşılaştırılması

Şekil 2'te sunulan ısı haritası, anlamlı bulunan genlerin örnekler arasındaki ifade düzeylerini göstermektedir. Isı haritası, farklı biyolojik koşullar altındaki örneklerin genetik profillerine göre nasıl kümeleştiğini göstermekte ve örnekler arasında açıkça ayrım yapmaktadır.

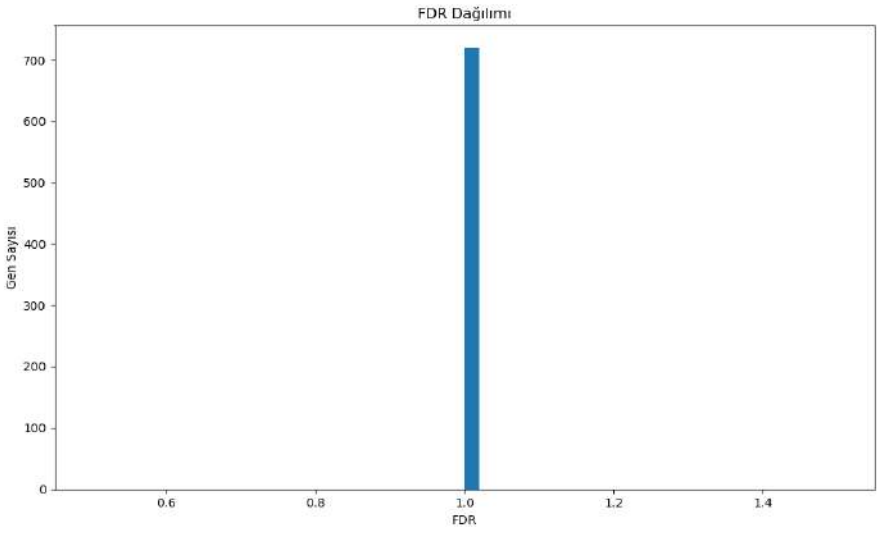
Bu tür görselleştirmeler, biyolojik tekrarlardaki tutarlılığı ve ifade desenlerindeki genel eğilimleri analiz etmede önemli bir araçtır (Anders & Huber, 2010).



Şekil 2. Anlamlı diferansiyel genler için ısı haritası.

FDR Dağılımının Değerlendirilmesi

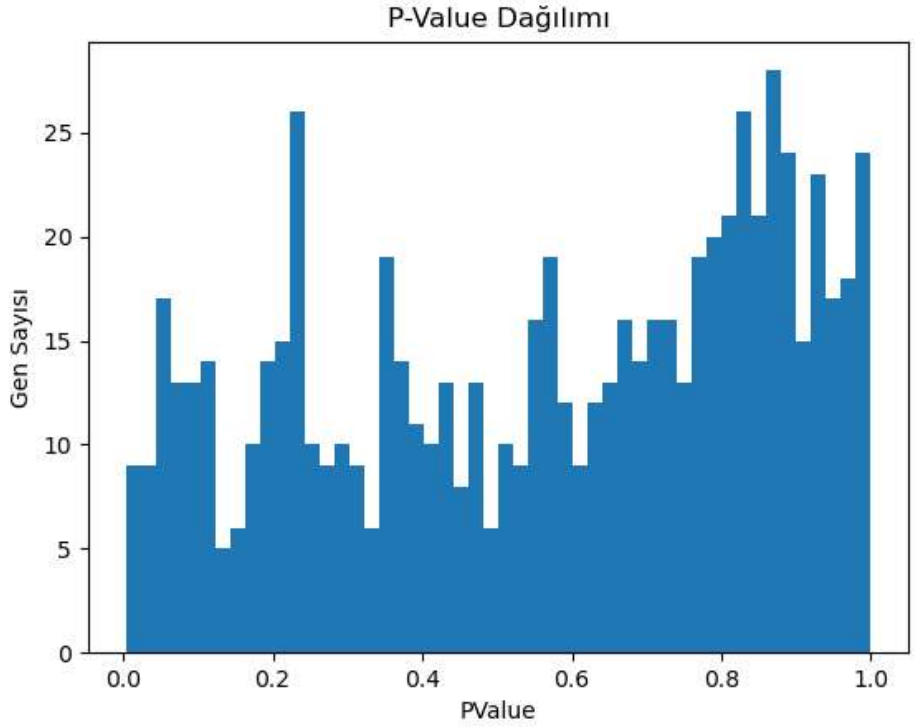
Şekil 3, test edilen tüm genler için FDR dağılımını göstermektedir. Bu görselleştirme, analizde elde edilen genlerin çoğunun anlamlılık eşiğini geçemediğini ve yalnızca sınırlı sayıda genin güvenilir diferansiyel ifade gösterdiğini ortaya koymaktadır. FDR kontrolü, yanlış pozitif sonuçların azaltılmasında önemli bir adımdır (Benjamini & Hochberg, 1995).



Şekil 3. Test edilen genler için FDR dağılım grafiği.

P-Değeri Dağılımı

Şekil 4'da yer alan histogram, elde edilen p-değerlerinin dağılımını sunmaktadır. Grafikte, p-değeri 0.05 eşiği altında kalan genlerin sayısı, istatistiksel olarak anlamlı genlerin oranını yansıtmaktadır. Homojen olmayan bu dağılım, bazı genlerin yüksek derecede diferansiyel olarak ifade edildiğini desteklemektedir (Soneson & Delorenzi, 2013).



Şekil 4. P-değeri dağılımı; anlamlılık eşiği altında kalan genlerin frekansı gösterilmektedir.

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, *Coriandrum sativum*'a ait RNA-Seq verilerinin diferansiyel gen ekspresyonu analizi ve fonksiyonel anotasyonu gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, bitkinin moleküler seviyedeki düzenleyici ağlarını anlamaya yönelik önemli ipuçları sunmaktadır. Özellikle sekonder metabolizma ve stres yanıtı ile ilişkili yolaklarda görev alan aday genlerin tanımlanması, kişnişin çevresel koşullara verdiği biyolojik yanıtların anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.

Fonksiyonel zenginleştirme analizleri sonucunda öne çıkan GO terimleri ve KEGG yolakları, özellikle abiyotik stres yanıtı, redoks homeostazı, fenilpropanoid biyosentezi ve sinyal iletimi gibi süreçlerle ilişkilidir. Bu sonuçlar, daha önce başka bitkilerde de benzer koşullar altında ifade değişikliği gösterdiği rapor edilen genlerle örtüşmektedir (Shinozaki & Yamaguchi-Shinozaki, 2007; Nakashima et al., 2009). Ayrıca, transkripsiyon faktörleri, kinazlar ve transport proteinlerine ait genlerde gözlemlenen farklılıklar, kişnişin çevresel sinyalleri algılama ve uyum sağlama kapasitesine dair önemli bilgiler sunmaktadır.

Veri setlerinde biyolojik tekrarlı örnek sayısının sınırlı olması, analiz gücünü kısmen etkilemiş olsa da, kullanılan istatistiksel modeller (örneğin quasi-likelihood F-test) sayesinde güvenilir sonuçlar elde edilmiştir. Çalışma sonucunda tanımlanan anlamlı farklı ifade edilen genler (DEGs), kişnişin fonksiyonel genom çalışmaları için bir başlangıç noktası oluşturmakta ve ileri analizler (örn. RT-qPCR validasyonu, CRISPR gen hedefleme) için potansiyel hedefler sunmaktadır.

Ayrıca, sekonder metabolit biyosenteziyle ilişkili yolakların belirlenmesi, kişnişin aromatik bileşik üretimi üzerindeki genetik kontrol mekanizmalarının anlaşılmasına olanak tanımaktadır. Bu durum, özellikle tarımsal ıslah çalışmaları ve biyoteknolojik uygulamalar için önemlidir.

Gelecekte, daha fazla biyolojik tekrar içeren deneysel tasarımlar ve farklı doku/koşullardan elde edilecek verilerle bu analizlerin genişletilmesi, elde edilen bulguların doğruluğunu artıracaktır.
Sonuç olarak, bu çalışma kişniş bitkisinin genetik altyapısının anlaşılması yönünde önemli bir adım atmakta; hem temel bilim hem de uygulamalı biyoteknoloji açısından değerli bir kaynak sunmaktadır.

KAYNAKLAR

Anders S, Huber W. 2010. *Differential expression analysis for sequence count data*. Genome Biology, 11(10):R106.

Benjamini Y, Hochberg Y. 1995. *Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing*. Journal of the Royal Statistical Society: Series B, 57(1), 289–300.

Chen et al., 2018. fastp: An ultra-fast all-in-one FASTQ preprocessor.

Conesa et al., 2016. "A survey of best practices for RNA-seq data analysis."

Grabherr et al., 2011. Trinity: Full-length transcriptome assembly from RNA-Seq data.

Kanehisa & Goto, 2000. KEGG: Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes.

Laribi et al., 2015. "Coriander (Coriandrum sativum L.) and its bioactive constituents."

Martin & Wang, 2011. "Next-generation transcriptome assembly.

Nakashima K, Ito Y, Yamaguchi-Shinozaki K. 2009. *Transcriptional regulatory networks in response to abiotic stresses in Arabidopsis and grasses*. Plant Physiology, 149(1):88–95.

ove MI, Huber W, Anders S. 2014. *Moderated estimation of fold change and dispersion for RNA-seq data with DESeq2*. Genome Biology, 15(12):550.

Patro et al., 2017. Salmon provides fast and bias-aware quantification of transcript expression.

Robinson et al., 2010. edgeR: A Bioconductor package for differential expression analysis.

Shinozaki K, Yamaguchi-Shinozaki K. 2007. *Gene networks involved in drought stress response and tolerance*. Journal of Experimental Botany, 58(2):221-227.

Soneson C, Delorenzi M. 2013. *A comparison of methods for differential expression analysis of RNA-seq data*. BMC Bioinformatics, 14:91.

Sriti et al., 2011. "Essential oil and aroma composition of coriander (Coriandrum sativum L.) fruits."

Wang et al., 2009. "RNA-Seq: a revolutionary tool for transcriptomics."

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

A FUNGAL SPORE CALENDAR FOR THE ATMOSPHERE OF HATAY (2015)

Asst. Prof. Dr. Demet YILMAZKAYA GOGUS
Gaziantep Islam Science and Technology University, Health Services Vocational School, Department of Medical Services and Techniques, Gaziantep, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-8777-695X

Aycan TOSUNOGLU
Uludağ University, Arts and Sciences Faculty, Biology Department, Bursa, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-2303-672X

Prof. Dr. Hasan AKGUL
Akdeniz University, Science Faculty, Biology Department, Antalya, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-8514-9776

Prof. Dr. Adem BICAKCI
Uludağ University, Arts and Sciences Faculty, Biology Department, Bursa, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-6333-3123

ABSTRACT
Fungi are organisms that attract attention because they are allergens and cause various diseases in humans. Monitoring of fungal spore presence in the air is important in the view of medicine. In the field of medicine, it helps to identify allergenic taxa, which in turn facilitates the diagnosis and treatment of inhaled allergens. The aim of the study was to determine fungal taxa and spore types and to create a spore calendar for 2015.
The aeromycological monitoring was carried out in 2015 by means of a Hirst-type trap, Lanzoni (VPSS 2000). The fungal spores were observed and identified by light microscopy. Spore counts were converted to into spores per cubic meter of air sampled. The spore calendar construction was based on Spieksma's model, transforming 10-day mean concentrations into eleven classes.
A total of 342.822 s belongs to 36 fungal taxa, 9 fungal groups and unidentified spores were recorded during the study period. One-year spore calendar of Hatay was prepared by evaluating the data. The prepared spore calendar can help patients and allergists in order to take preventive measures.
Keywords: Atmospheric fungus, spore calendar, Hatay

Introduction

Fungi, which constitute 45% of these biological particles, are cosmopolitan organisms that can grow on a wide variety of substrates and live in all climates in the world (Manikpuri et al., 2018; Songnuan et al., 2018).
Fungi have been reported as the agents of allergic bronchopulmonary mycosis (ABPM), allergic sinusitis, hypersensitivity pneumonitis, toxic pneumonia, allergic rhinitis, allergic asthma and atopic dermatitis (Salvaggio and Aukrust, 1981). They are the agents of life-threatening primary and secondary infections in immunocompromised patients. In addition, they threaten human and animal life with the mycotoxins they produce (Frączek et al., 2023).
It is known that concentrations of certain fungal spores in the air have harmful effects on human health and determining the fungal population in a certain area is of great benefit in the prevention, diagnosis and treatment of allergic diseases. (Reyes et al., 2016; Almeida et al., 2018; Dey et al., 2019; Kilic et al., 2020).
The aims of this study are follows: (1) monitoring and evaluating airborne fungus content in the air (2) Preparing one-year fungal calendar of Hatay.

Materials and Methods

Hatay, a transition point between Mesopotamia and East Mediterranean, is located in the southern edge of Türkiye (35° 52′ – 37° 4′N, 35° 40′ – 36° 35′E). The city is bordered by Syria to the east and south, Mediterranean Sea to the west, Adana to the northwest, Osmaniye to the north and Gaziantep to the northeast (Fig. 1).

Hatay is in the Mediterranean climate zone which is hot and dry in summers, and warm and rainy in winters. According to 77-year average, mean air temperature is 18.3 °C, with an average maximum temperature of 31.9 °C in summer (August) and an average minimum temperature of 4.6 °C in winter (January). The average annual precipitation is 1121.6 mm.

Provincial lands are comprised by 46.1% mountains, 33.5% plains and 20.4% plateaus. The city is in a valley surrounded by mountains: Nur (South Amanos) Mountains to the north and Keldağ Mountain forming its eastern limits. Nur Mountains is occupied by mostly maquis and forests. In terms of vegetation, the most important feature of the Nur Mountains is the middle and high regions is similar with Eastern Black Sea region and the middle altitude is similar to the Black Sea coast of Balkans.

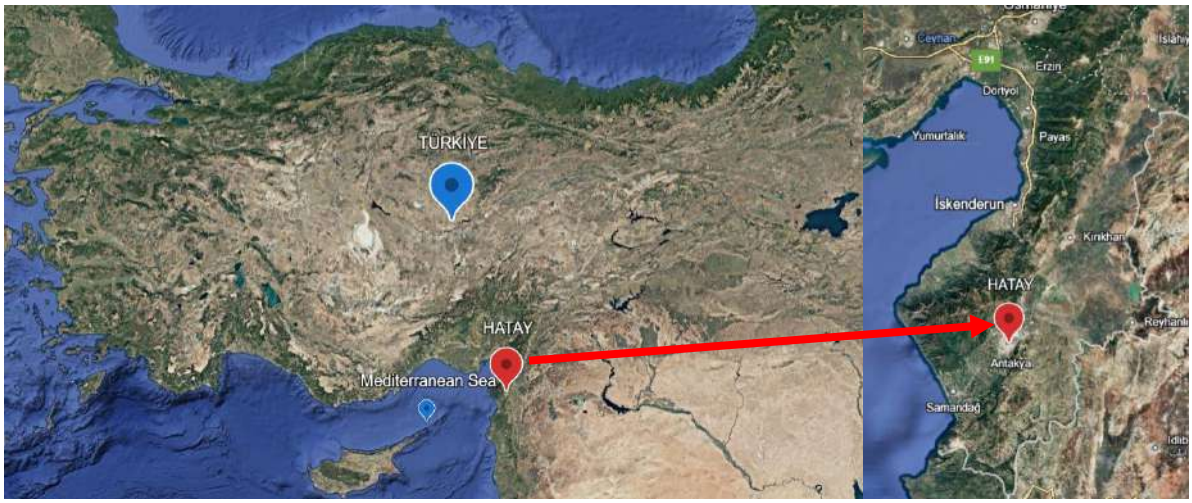


Figure 1. Location of Hatay in Türkiye

An important element of Hatay is Asi (Orontes) River –one of the two rivers with the Nile River flow from the south to northward in the world- drain from Lebanon, flow through Syria, pass north of the Hatay and empties to the Mediterranean Sea near Samandağı district of Hatay. Asi River Basin is a transition zone between the Mediterranean and Eastern Anatolian climatic zones.

The samples were collected during 2015 by means of a Hirst-type pollen and spore trap (Lanzoni VPPS 2000). Atmospheric sampling and analysis were performed according to the European Aerobiology Network recommendations (Galán et al. 2014). The fungal spore types, which constituted 95% of total annual spore index, stated here as dominated types. The spore calendar construction was based on Spieksma's model, transforming 10-day mean concentrations into eleven classes.

Findings and Discussion

As a result of the aerobiological monitoring of the atmosphere in Hatay recorded a total of 342.822 s during the study period.

Table 1. Concentration and percentage of fungal spores in Hatay atmosphere (2015)

Spore types	**Annual total**	**%**
Cladosporium	278563	81,26%
Smuts	20152	5,88%
Agrocybe	9629	2,81%
Alternaria	8817	2,57%
Coprinus	5490	1,60%
Leptosphaeria	4935	1,44%
Ganoderma	4189	1,22%
Unidentified spores	1906	0,56%
Exosporium	1742	0,51%
Pleospora	1034	0,30%
Fusarium	996	0,29%
Torula	846	0,25%
Aspergillus/Penicillium	756	0,22%
Boletus	662	0,19%
Botrytis	574	0,17%
Venturiaceae	398	0,12%
Epicoccum	367	0,11%
Stemphylium/Ulocladium	342	0,10%
Chaetomium	263	0,08%
Drechslera/Helminthosporium	153	0,04%
Arthrinium	135	0,04%
Rust	112	0,03%
Didymella	93	0,03%
Paraphaeosphaeria	81	0,02%
Periconia	57	0,02%
Laccaria	53	0,02%
Pestalotiopsis	53	0,02%
Bipolaris	49	0,01%
Bovista	46	0,01%
Cercospora	42	0,01%
Myxomycetes	32	0,01%
Diplodia	30	0,01%
Erysiphe/Oidium	25	0,01%
Polythrincium	25	0,01%
Curvularia	24	0,01%
Helicomyces	24	0,01%
Melanomma	23	0,01%
Peronospora	20	0,01%
Diatrypaceae	15	0,00%
Nigrospora	13	0,00%
Dictyosporium	11	0,00%
Spegazzinia	11	0,00%
Sporormiella	11	0,00%
Trichothecium	11	0,00%
Pithomyces	8	0,00%
Beltrania	4	0,00%
Tetraploa	0	0,00%
Total	**342822**	**100,00%**

The dominant spores, accounting for 95% of the total concentrations, were *Cladosporium* (% 81,26), Smuts (%5,88), *Agrocybe* (%2,81), *Alternaria* (%2,57), *Coprinus* (%1,60) and L*eptosphaeria* (%1,44), respectively. *Cladosporium* is the most commonly isolated fungal spore from the air, typically accounting for 30–85% of all recorded spores in the world (Mullins, 2001). *Cladosporium* dominance has been observed in many studies in recent years: Gaziantep (Akgül et al., 2016); Mardin (Sevindik et al., 2021); (Grinn-Gofroń et al., 2020) and Kastamonu (Karabıcak et al., 2025). Seasonal and monthly distributions of airborne fungal spore and fungal spore calendar were given (Figures 2,3,4).

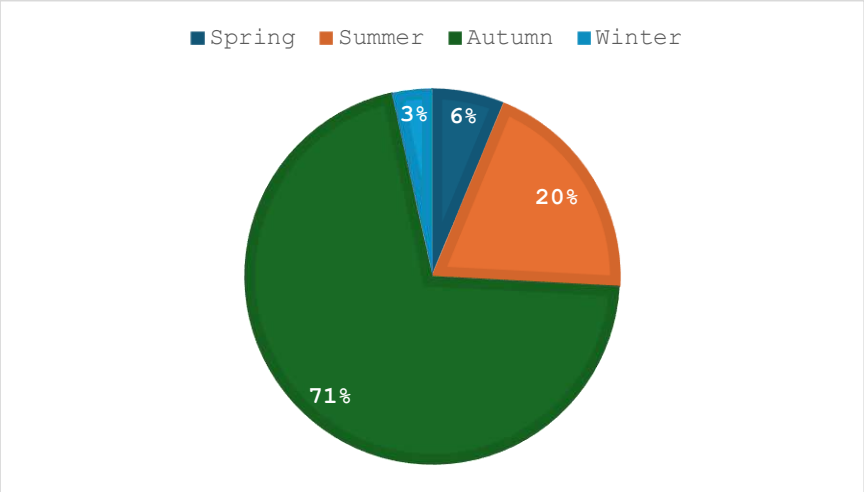
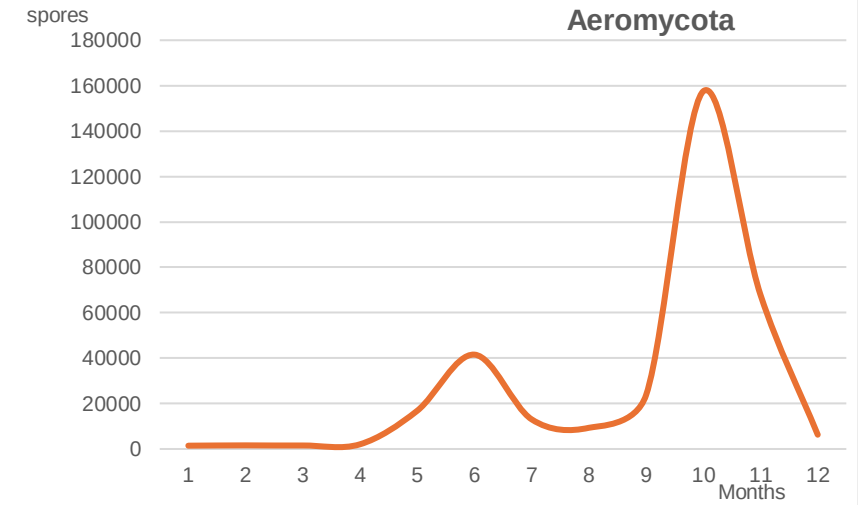
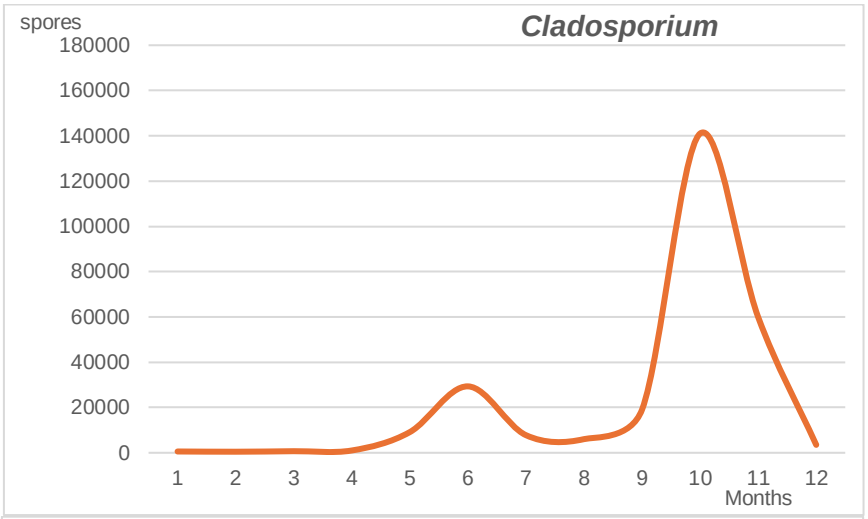
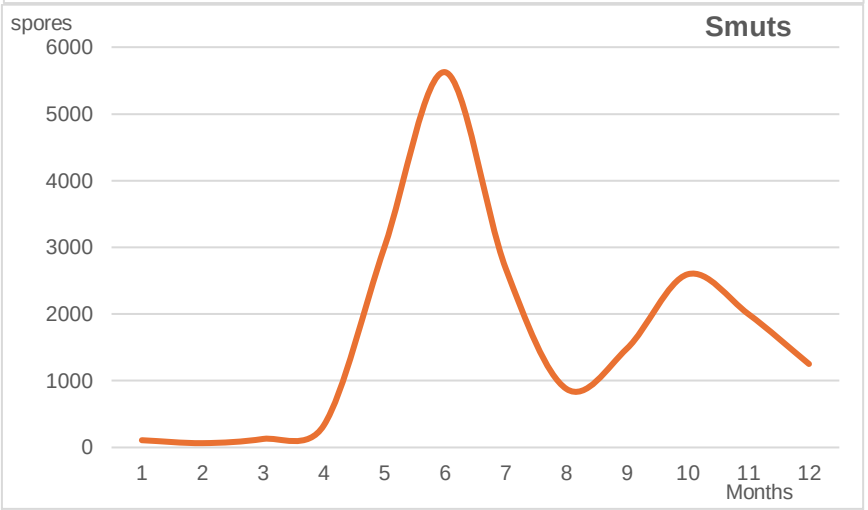
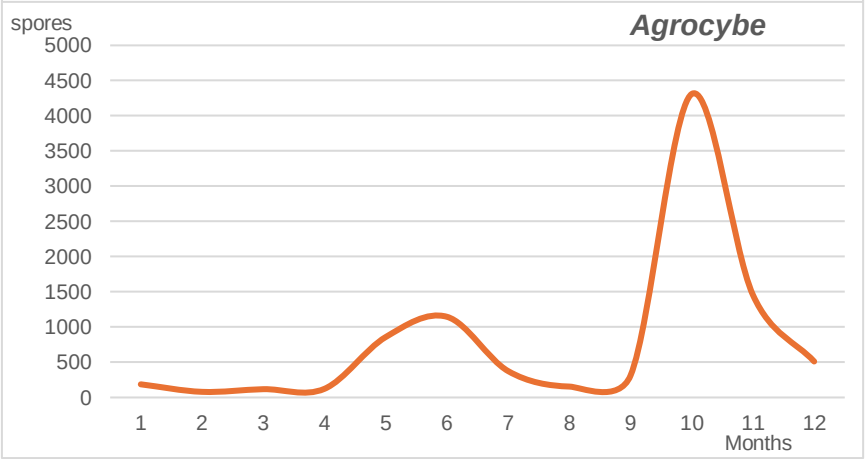


Figure 2. Seasonal distribution of airborne fungal spores




spores
Cladosporium
180000
160000
140000
120000
100000
80000
60000
40000
20000
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Months


spores
Smuts
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Months


spores
Agrocybe
5000
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Months

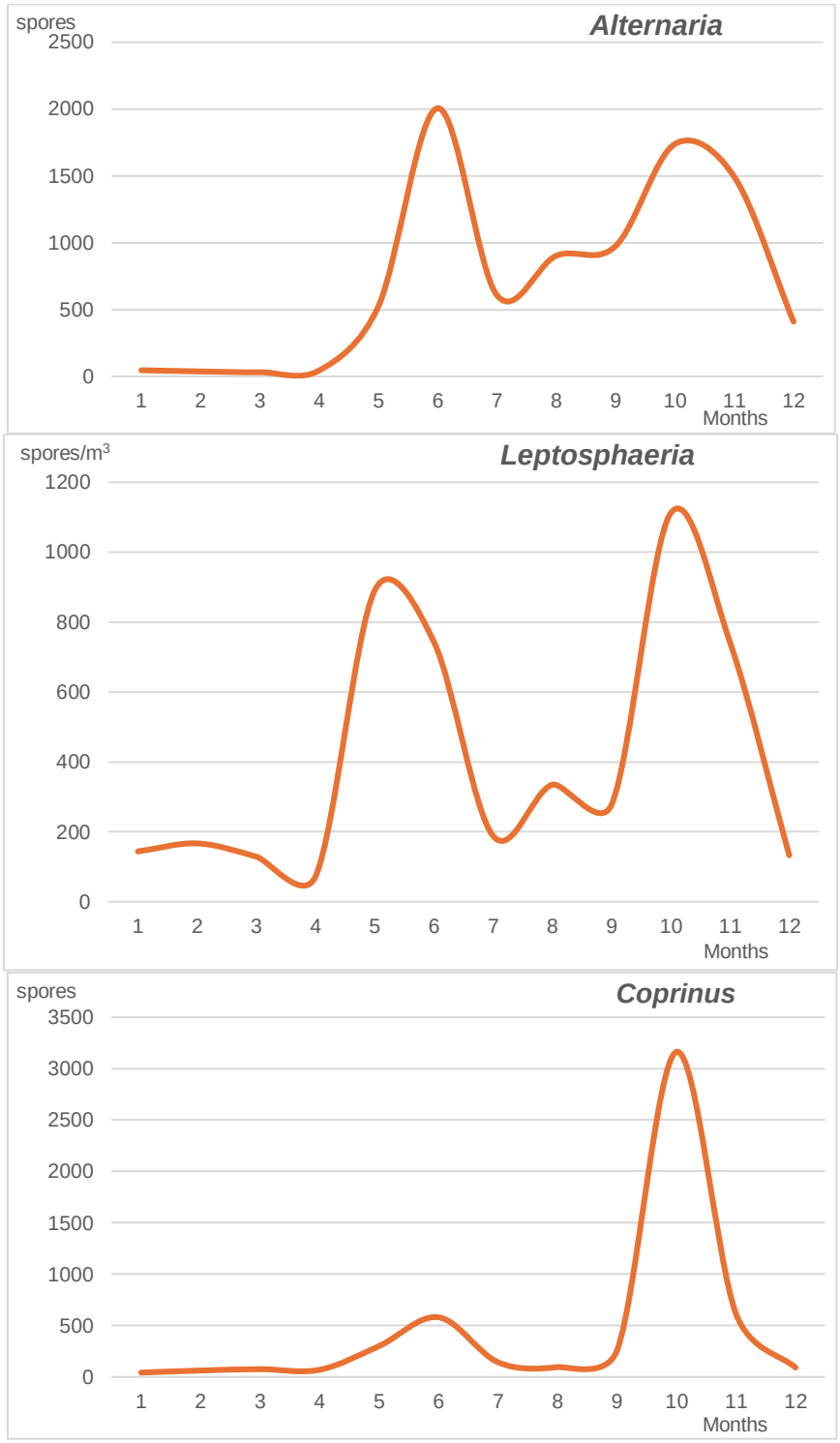


Figure 3. Monthly distribution of Aeromycota and dominated airborne fungal spore types

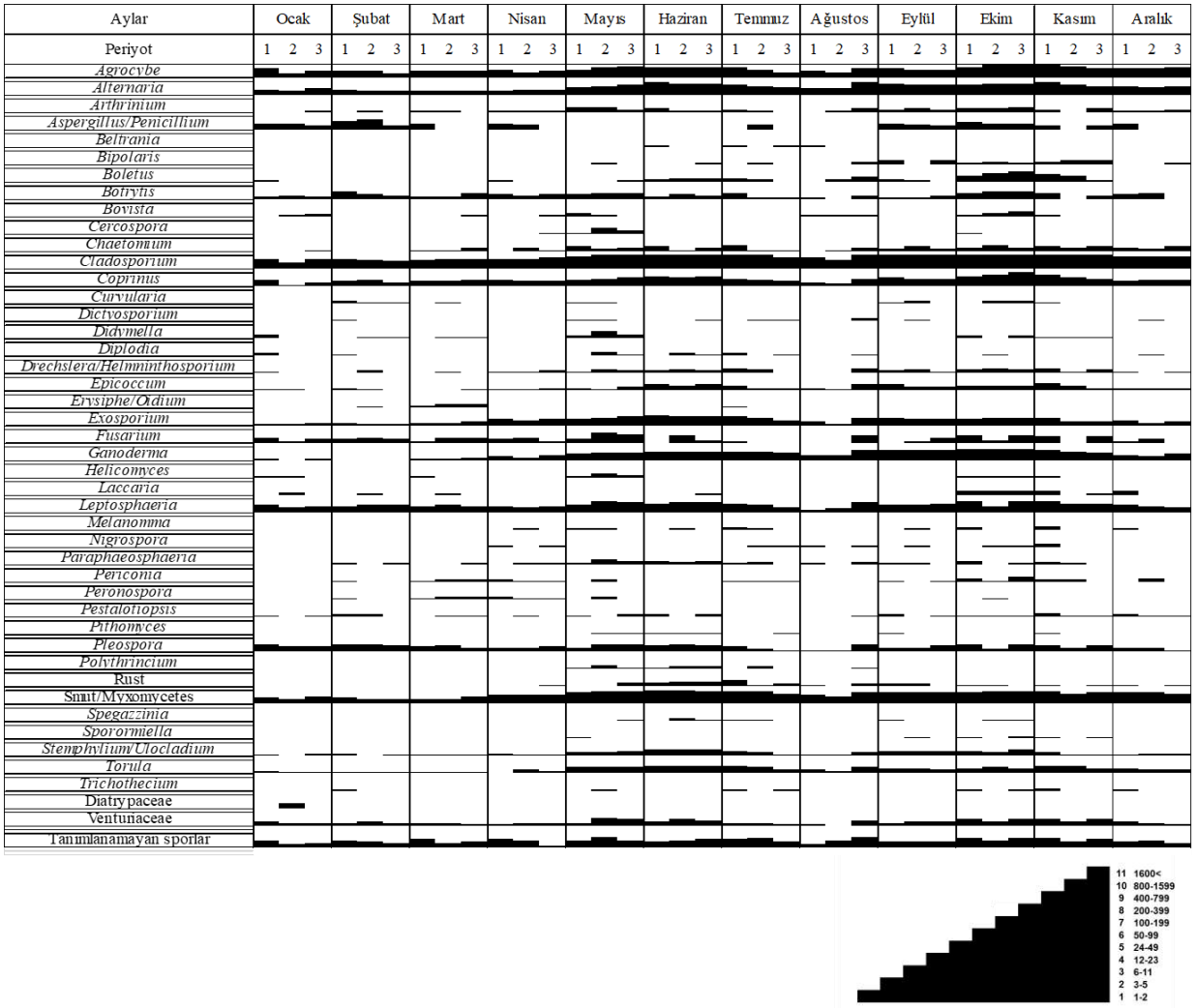


Figure 4. Fungal spore calendar of Hatay Atmosphere

Conclusion and Recommendations

The Hatay province atmosphere was examined with a volumetric method that is not based on culture in 2015, and the concentrations and distributions of the fungal aerosols were determined and interpreted in this study. This study is important in revising the allergen test kits used in our country and preventing unnecessary use of these kits. It is thought that it will help agriculturists and farmers in determining the time to use fungicides and solving problems at the appropriate time with less fungicides.

Thanks and Information Note

This study was funded by (TÜBİTAK) BİDEB 2218 Programme.

REFERENCES

Akgül H., Yılmazkaya D., Akata, I., Tosunoğlu A., & Bıçakçı, A. (2016). Determination of airborne fungal spores of Gaziantep (SE Turkey). Aerobiologia, 32(3), 441-452. https://doi.org/10.1007/s10453-015-9417-z

Almeida, E., Caeiro, E., Todo-Bom, A., Ferro, R., Dionísio, A., Duarte, A., & Gazarini, L. (2018). The influence of meteorological parameters on Alternaria and Cladosporium fungal spore concentrations in Beja (Southern Portugal): Preliminary results. Aerobiologia, 34(2): 219–226. https://doi.org/10.1007/s10453-016-9430-x

Dey, D., Ghosal, K., & Bhattacharya, S.G. (2019). Aerial fungal spectrum of Kolkata, India, along with their allergenic impact on the public health: a quantitative and qualitative evaluation. Aerobiologia, 35, 15–25. https://doi.org/10.1007/s10453-018-9534-6

Frączek, K., Bulski, K., & Chmiel, M. (2023). Assessment of exposure to fungal aerosol in the lecture rooms of schools in the lesser Poland region. Archives of Environmental Protection, 49(4), 95–102. https://doi.org/10.24425/aep.2023.148688

Galán, C., Smith, M., Thibaudon, M., Frenguelli, G., Oteros, J., Gehrig, R., Berger, U., Clot, B., Brandao, R., & EAS QC Working Group (2014). Pollen monitoring: Minimum requirements and reproducibility of analysis. Aerobiologia, 30(4), 385-395. https://doi.org/10.1007/s10453-014-9335-5

Grinn-Gofroń, A., Çeter, T., Pinar, N.M., Bosiacka, B., Çeter, S., Keçeli, T., Myśliwy, M., Şahin, A. A., & Bogawski, P. (2020). Airborne fungal spore load and season timing in the central and eastern black sea region of Turkey explained by climate conditions and land use. Agricultural and Forest Meteorology, 295, 108191. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.108191

Karabıcak, S., Bıyıklıoğlu, O., Farooq, Q., Oteros, J., Galán, C., & Çeter, T. (2025). Investigating the relationship between atmospheric concentrations of fungal spores and local meteorological variables in Kastamonu, Türkiye. Aerobiologia, 41, 289–301. https://doi.org/10.1007/s10453-025-09852-2

Kilic, M., Altunoglu, M.K., Akdogan, G.E., Akpınar, S., Taskın, E., & Erkal, A.H. (2020). Airborne fungal spore relationships with meteorological parameters and skin prick test results in Elazig, Turkey. Journal of Environmental Health Science and Engineering, 18(2), 1271-1280. https://doi.org/10.1007/s40201-020-00545-1

Manikpuri, M., Tiwari, K.L., & Tiwary, B.N. (2018). Effect of seasonal variation on aeromycoflora of Bilaspur, Chhattisgarh, involved in allergic reactions. Aerobiologia, 34, 119-126. https://doi.org/10.1007/s10453-017-9500-8

Reyes, E.S., de la Cruz, D.R., & Sánchez, J.S. (2016). First fungal spore calendar of the middle-west of the Iberian Peninsula. Aerobiologia, 32, 529–539. https://doi.org/10.1007/s10453-016-9430-x

Sevindik, M., Akgül, H., & Tosunoglu, A. (2021). Temporal variations in fungal spores in Mardin city atmosphere, upper Mesopotamia. SE-Turkey. Grana, 61(1), 67–80. https://doi.org/10.1080/00173134.2021.1976825

Songnuan, W., Bunnag, C., Soontrapa, K., Pacharn, P., Unchalee, W., Siriwattatanakul, U., & Malainual, N. (2018). Airborne fungal spore distribution in Bangkok, Thailand: correlation with meteorological variables and sensitization in allergic rhinitis patients. Aerobiologia, 34, 513-524. https://doi.org/10.1007/s10453-018-9527-5

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

FRACTALISED BLACK HOLE ENTROPY : RELATED THERMODYNAMIC GEOMETRY

Ritabrata Biswas
Department of Mathematics, The University of Burdwan

ABSTRACT
While finding an ever increasing term from the black hole geometry to consider it as an analogous entropy, area at the event horizon was the best candidate to pass the exam as it not only grows, also two merging black holes produce larger area than the algebraic sum of their separate areas. A fractal structure consideration of a 2D circle following the Koch "snowflake" [1] like methodology may lead us to a converging volume of the fractalised structure keeping the area to diverge to infinitely large value. So not even harming the analogous definition of entropy, the idea could have been criticalised to extreme fractals as considered by Barrow[2]. In this article, temperature, specific heat and free energy for simplest black hole solution is found using the fractalised entropy. Thermodynamic geometry for the system is also calculated. Physical interpretations of these parameters are described.
Keywords: Black Hole Entropy, Fractals, Thermodynamic Geometry, Specific Heat, Free Energy

H. v. Koch, "On a Continuous Curve Without Tangents, Constructible from Elementary Geometry," *Ark. Mat.*, vol. 1(1904) p. 681.
J. D. Barrow, "The Area of a Rough Black Hole," Phys. Lett. B, vol. 808, p. 135643, 2020.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

CONSUMER PERCEPTIONS OF LOCAL AND IMPORTED MEAT IN BISKRA, ALGERIA

Hassina Hafida BOUKHALFA
Promotion of Innovation in Agriculture in Arid Regions Laboratory, Biskra, Algeria
Mohamed Khider University of Biskra, SNLSEU Faculty, Agricultural Sciences Department, Biskra, Algeria

Haroun BOUMARAF
Phoeniciculture Studies Research Laboratory (Phoenix), University of Ouargla, Ouargla, Algeria

Nesrine CHEBRI
Mohamed Khider University of Biskra, SNLSEU Faculty, Agricultural Sciences Department, Biskra, Algeria

ABSTRACT
This study explores consumer preferences and perceptions regarding local and imported meat through a structured survey of 94 respondents. The sample was predominantly urban, educated, and composed mainly of women and married individuals aged between 30 and 60 years profiles typically more attentive to food quality and origin. Economic factors emerged as a key determinant of meat consumption, with over 78% of respondents allocating less than 5000 DZD per month to meat purchases and most reporting rare consumption (0 to 5 times per month).

Consumers showed a strong preference for local meat, perceived as fresher, tastier, and more resistant to environmental factors. Trust in local supply chains and short distribution circuits was high, with 93.6% expressing confidence in local meat and 82.9% choosing it over imported alternatives. The most influential purchasing criteria were taste, price, and quality, often considered in combination. Despite widespread concern about drug residues and a desire for transparency, 82% of respondents lacked knowledge about meat preservation techniques, and more than half were unsure about the transparency of retailers.

Consumers primarily purchased from butcher shops (59.6%), favouring trusted relationships and product traceability. Most respondents were not influenced by advertising but attached importance to origin and certification when available. Notably, 53.2% were willing to pay more for local meat, reflecting strong symbolic and practical valuation of local production. Satisfaction with current meat offerings was moderate to high, but improvements were expected, especially regarding price reductions and better quality-price balance.

These findings highlight the need to reinforce consumer education, improve access to certified local products, and support affordable, high-quality meat within transparent and traceable distribution systems.

Keywords: Local meat, Imported meat, Consumer behaviour, Perceived quality, Price sensitivity, Traceability, Food safety.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

BUTCHERS' PREFERENCES AND PRACTICES REGARDING LOCAL AND IMPORTED MEAT IN BISKRA, ALGERIA

Hassina Hafida BOUKHALFA
Promotion of Innovation in Agriculture in Arid Regions Laboratory, Biskra, Algeria
Mohamed Khider University of Biskra, SNLSEU Faculty, Agricultural Sciences Department, Biskra, Algeria

Haroun BOUMARAF
Phoeniciculture Studies Research Laboratory (Phoenix), University of Ouargla, Ouargla, Algeria

Nesrine CHEBRI
Mohamed Khider University of Biskra, SNLSEU Faculty, Agricultural Sciences Department, Biskra, Algeria

ABSTRACT
This study investigates the practices and perceptions of 26 butchers concerning the sourcing and quality of local versus imported meat. Most respondents had formal training in butchery and worked in modern facilities, with over half having more than ten years of professional experience factors that enhance the reliability of their assessments.
The results reveal a strong preference for local meat, which is considered fresher, tastier, more traceable, and more resistant to environmental conditions. Supply strategies mainly involve short channels such as local slaughterhouses, weekly markets, or personal livestock, while imported meat is viewed with skepticism due to its perceived lower transparency and quality. Among import options, only Spanish meat was positively rated, mainly for its compliance with European safety standards.
Butchers' supplier choices are primarily based on a combination of price, quality, and origin. Although 56% are willing to pay more for local products, economic factors remain decisive. Notably, 88% of respondents reported little to no knowledge of preservatives, raising concerns about food safety practices.
From a consumer perspective, local meat is strongly favored, driven by trust in quality and proximity. Finally, 60% of the butchers surveyed expressed dissatisfaction with current public policies and called for stronger support for national meat production, price regulation, and professional training to enhance the sector's competitiveness and sustainability.
Keywords: Local meat, Imported meat, Butchers, Perceived quality, Supply chains, Traceability, Short distribution channels.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

REACTIVE MAGNETO-NANOFLUID FLOW AND HEAT TRANSFER ON A VERTICAL STRETCHING DISK: EFFECTS OF NONLINEAR RADIATION AND ACTIVATION ENERGY

Ephesus O. FATUNMBI
Department of Mathematics and Statistics, Federal Polytechnic, Ilaro, Nigeria

Olumuyiwa O. AKANBI
Department of Mathematics and Statistics, Federal Polytechnic, Ilaro, Nigeria

ABSTRACT
The analysis of reactive magneto-nanofluid flow with nonlinear radiation and activation energy over a stretching disk has wide engineering relevance. In solar thermal collectors and photovoltaic cooling systems**,** enhanced convective transport helps optimize thermal efficiency. Thus, this study analyses steady free-convective flow and heat/mass transport of an electrically conducting nanofluid past a vertically stretching disk in the presence of a transverse magnetic field, nonlinear thermal radiation, and a homogeneous chemical reaction with activation energy. The Buongiorno model is used to develop the nanoparticle concentration field in the presence of Brownian motion and thermophoresis in the presence of the Arrhenius-type reaction kinetics to capture activation energy effects. Governing boundary-layer partial differential equations are reduced to nonlinear ordinary differential forms via similarity transforms and solved numerically using the shooting technique in conjunction with Runge-Kutta Felberg algorithm. The results are displayed via graphs and tables. Parametric effects of magnetic parameter, radiation, activation energy, reaction rate, Brownian and thermophoresis numbers on velocity, temperature, concentration, skin friction, Nusselt and Sherwood numbers are reported
Keywords: Reactive Nanofluid flow; Nonlinear thermal radiation; Activation energy; Heat transfer

INVESTIGATING COSMIC EVOLUTION THROUGH QUASAR J152750.96+520358.9 AT HIGH REDSHIFT

Satyajit PAL
Department of Mathematics, The University of Burdwan, Burdwan-713104
Dr. Bhupendra Nath Dutta Smriti Mahavidyalaya, Hatgobindapur, Purba Bardhaman-713407

ABSTRACT
Intervening and intrinsic absorbers imprint distinct absorption features on a quasar's spectrum at various wavelengths. In this study, we analyze the spectrum of the quasar SDSS J152750.96+520358.9 (RA = 231.962348377, DEC = 52.066372861), obtained from SDSS Data Release 16 [Ahumada et al. 2020, *ApJS*, 249, 3]. The quasar has an estimated emission redshift (z_{em}) of approximately 3.491955 and is classified as a mini-BAL quasar, known for its pronounced self-absorption features across several spectral lines. We identify and analyze absorption lines associated with key ions, including Si IV (λ1393.76 Å, λ1402.77 Å), C IV (λ1548.19 Å, λ1550.77 Å), C III (λ1906.68 Å, λ1908.73 Å), Zn II (λ2026.14 Å, λ2062.66 Å), Mg II (λ2796.35 Å, λ2803.53 Å), Ca II (λ3934.78 Å, λ3969.59 Å), and Si II (λ5972 Å, λ6355 Å). Broad and heavily saturated absorption lines, particularly in S II and N V, suggest the presence of both intrinsic and intervening absorbers. The observed saturation and velocity-shifted components are indicative of high-velocity outflows. Possible explanations for these phenomena are discussed in the context of quasar outflow dynamics and absorption mechanisms.
Keywords: Quasar, Inter-galactic Media, Intervening absorber

References
Ahumada, R., Prieto, C. A., Almeida, A., Anders, F., Anderson, S. F., Andrews, B. H., ... & Le Goff, J. M. (2020). The 16th data release of the sloan digital sky surveys: first release from the APOGEE-2 southern survey and full release of eBOSS spectra. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, *249*(1), 3.

Anderson, S. F., Fan, X., Richards, G. T., Schneider, D. P., Strauss, M. A., Vanden Berk, D. E., ... & York, D. G. (2001). High-Redshift Quasars Found in Sloan Digital Sky SurveyCommissioning Data. VI. Sloan Digital Sky Survey SpectrographObservations. *The Astronomical Journal*, *122*(2), 503.

Pentericci, L., Rix, H. W., Prada, F., Fan, X., Strauss, M. A., Schneider, D. P., ... & Narayanan, V. K. (2003). The near-IR properties and continuum shapes of high redshift quasars from the Sloan Digital Sky Survey. *Astronomy & Astrophysics*, *410*(1), 75-82.

Simon, L. E., & Hamann, F. (2010). Metallicity and far-infrared luminosity of high-redshift quasars. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, *407*(3), 1826-1834.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

A NOVEL FITTED NUMERICAL SOLUTION FOR SINGULARLY PERTURBED DELAY DIFFERENTIAL EQUATIONS

Rakesh RANJAN
Science, Technology and Technical Education Department, Bihar, Government Polytechnic, Lakhisarai - 811311, Bihar, India

Bipin PRASAD
Department of Mathematics, Munger University, Munger, Bihar-811201, India
K.S.S College Lakhisarai, Department of Mathematics, Munger University, Munger, Bihar-811311, India

Amar KUMAR
Department of Mathematics, Munger University, Munger, Bihar-811201, India

ABSTRACT
This work presents a novel fitted finite difference method for addressing singularly perturbed delay differential equations (SPDDEs) that exhibit left or right boundary layers on a uniform mesh. We initially derive an equivalent formulation of the original problem using Taylor series expansions and then construct a new three-term finite difference scheme. To tackle the inconsistent behavior of the solution, we introduce an exponential fitting parameter to the finite difference solution. The resulting system of equations is solved using the Thomas algorithm. We demonstrate the stability and convergence of the system and verify that it attains first-order accuracy. Numerical analyses of examples confirm the method's efficiency and robustness, demonstrating improved accuracy. Additionally, we analyze the impact of delay terms on the solution framework through graphical representations. The results illustrate the method's effectiveness in addressing SPNDDEs with layer-resolving capabilities and exceptional accuracy.
Keywords: singularly perturbed differential-difference equation, negative shift, boundary layer, Stability and convergence of numerical methods.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THERMODYNAMIC ANALYSES WITHIN THE FRAMEWORK OF BARROW ENTROPY IN THE CONTEXT OF BLACK HOLES

Ritabrata BISWAS
Department of Mathematics, The University of Burdwan

ABSTRACT
While finding an ever-increasing term from the black hole geometry to consider it as an analogous entropy, the area at the event horizon was the best candidate to pass the exam, as it not only grows, but also two merging black holes produce a larger area than the algebraic sum of their separate areas. A fractal structure consideration of a 2D circle following the Koch "snowflake" [1] like methodology may lead us to a converging volume of the fractalised structure, keeping the area to diverge to an infinitely large value. So, not even harming the analogous definition of entropy, the idea could have been criticised to extreme fractals as considered by Barrow[2]. In this article, temperature, specific heat and free energy for the simplest black hole solution are found using the fractalised entropy. Thermodynamic geometry for the system is also calculated. Physical interpretations of these parameters are described.
Keywords : Fractalised Entropy, Black Hole Thermodynamics.

H. v. Koch, "On a Continuous Curve Without Tangents, Constructible from Elementary Geometry," *Ark. Mat.*, vol. 1(1904) p. 681.
J. D. Barrow, "The Area of a Rough Black Hole," Phys. Lett. B, vol. 808, p. 135643, 2020.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

DIATOM COMMUNITY STRUCTURE AS AN INDICATOR OF AQUACULTURE IMPACTS IN LAKE BULUAN, MAGUINDANAO, PHILIPPINES

Claudine Ann NAKILA
Department of Biological Science, College of Science and Mathematics, Mindanao State University–Iligan Institute of Technology (MSU-IIT), Iligan City, 9200, Philippines

Amera MALACO
Department of Biology, Sultan Kudarat State University, Tacurong City, 9800, Philippines

Rodelyn DALAYAP
Department of Biology, Sultan Kudarat State University, Tacurong City, 9800, Philippines

Sharon Rose TABUGO
Department of Biological Science, College of Science and Mathematics, Mindanao State University–Iligan Institute of Technology (MSU-IIT), Iligan City, 9200, Philippines

ABSTRACT
Lake Buluan, the third-largest lake in the Philippines, sustains rich aquatic biodiversity and supports extensive aquaculture. However, decades of anthropogenic pressures, including domestic wastewater, aquaculture effluents, and agricultural runoff, have degraded water quality. This study assessed morphologically, the composition and distribution of freshwater diatoms across six stations inside and outside fish pens to evaluate their potential as bioindicators of ecological change. Nineteen species were recorded, with 11 present in both fish-pen (IFB) and open-water (OFB) sites. Dominant taxa—*Nitzschia serpentiraphe*, *Gomphonema montanum*, and *Aulacoseira islandica*—occurred at nearly all stations and are linked to nutrient-rich sediments and organic pollution. Site-specific patterns emerged: *Nitzschia liebethruthii* dominated IFB1 and IFB3 but was absent in IFB2 and most OFB sites, whereas *Nitzschia inconspicua* showed the opposite trend. The exclusive occurrence of *Eunotia monodon* and *Cymbella tumida* in OFB stations suggests more acidic or oligotrophic conditions outside enclosures. Rare taxa (*Sellaphora* sp., *Grammatophora angulosa*) contributed to richness in non-enclosed areas. Morever, next-generation sequencing (NGS) data confirmed the dominance of *Nitzschia* spp., indicating mild environmental stress and ecological plasticity which is, typical for tropical shallow lakes. Findings underscore diatom monitoring as a sensitive, cost-effective tool for assessing aquaculture impacts and advocate its integration into freshwater ecosystem management.
Keywords: diatom, lake, bioindicators, aquaculture

FROM RESERVOIR TO CONSTRUCTION: VALORIZATION OF SEDIMENTS FROM BIN EL OUIDANE DAM (MOROCCO) FOR CIVIL ENGINEERING

Bouchra BOURHABIA
Laboratory of Process Engineering and Environment, Faculty of Science and Technology of Mohammedia, Hassan II University, Casablanca, Morocco

Latifa MOUHIRA
Laboratory of Process Engineering and Environment, Faculty of Science and Technology of Mohammedia, Hassan II University, Casablanca, Morocco

ABSTRACT
Siltation in dams represents a major challenge for the sustainability of hydraulic infrastructures and efficient water resource management. This study explores an innovative approach for the valorization of sediments from the Bin El Ouidane dam (Morocco) as a partial substitute for conventional raw materials in concrete production.
Seasonal sampling campaigns were conducted during winter and summer at multiple depths to assess the physico-chemical and mineralogical characteristics of the sediments. Analyses included particle size distribution, pH, organic matter content, and elemental composition (XRF, EDS), along with microscopic observations.
Sediments were then incorporated into concrete mixes at varying proportions to evaluate their mechanical performance, particularly compressive strength, and their compliance with relevant standards. The results show that, at optimized substitution levels, the use of these sediments does not compromise concrete quality and offers a sustainable alternative for sediment reuse.
Keywords : Sediments, dam, valorization, concrete, sustainability, circular economy

NEUROPHYSIOLOGY OF DOMESTIC ANIMALS: CLINICAL SIGNIFICANCE

Saraswathi V.
Department of Pharmacy Practice, Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, Tamilnadu, India

R. VIDHYALAKSHMI
Department of Pharmacy Practice, Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, Tamilnadu, India

Kowsika M.
Department of Pharmacy Practice, Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, Tamilnadu, India

Dr. W. HELEN
Department of Pharmacy Practice, Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, Tamilnadu, India

Dr. R. SRINIVASAM
Department of Pharmacy Practice, Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, Tamilnadu, India

ABSTRACT
Neurophysiology in domestic animals plays a pivotal role in understanding the normal functions and pathological conditions of the nervous system, which is central to coordinating behavior, locomotion, sensory perception, and homeostasis. The study of neural mechanisms provides insights into the functioning of the central and peripheral nervous systems, including reflexes, sensory processing, motor control, and autonomic regulation. Clinical significance arises in the diagnosis and management of neurological disorders such as seizures, neuropathies, paralysis, ataxia, and behavioral abnormalities, which are frequently encountered in veterinary practice. Advances in neurophysiological techniques, such as electroencephalography (EEG), electromyography (EMG), and advanced imaging, have enhanced diagnostic accuracy and therapeutic planning. Understanding neurophysiology also aids in the rational use of anesthetics and analgesics, as different species demonstrate varied neural responses to drugs. Moreover, neurological evaluation is essential in trauma management, toxicological conditions, and infectious diseases affecting the nervous system, such as rabies, distemper, and listeriosis. Early recognition of neurophysiological dysfunction improves prognosis and enhances animal welfare by guiding targeted interventions. Additionally, knowledge of species-specific variations in neurophysiology supports effective clinical decision-making in both small and large animal practice. Thus, neurophysiology not only contributes to the scientific understanding of nervous system function but also has immense clinical relevance in improving veterinary diagnosis, treatment, and preventive strategies for neurological conditions in domestic animals.
Keywords: Neurophysiology, domestic animals, nervous system, neurological disorders, EEG, EMG, anesthesia, clinical significance, veterinary neurology, reflexes

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

ACANTHAMOEBA IN HOSPITAL ENVIRONMENTS: REVEALING *CAMPYLOBACTER JEJUNI* ENDOSYMBIONTS AND HEALTH CONCERNS

Abdolhossein DALIMI
Department of Parasitology, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Alireza MOHAMMADI
Department of Parasitology, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

ABSTRACT
Most *Acanthamoeba*s contain endosymbionts such as viruses, yeasts, protists, and bacteria, some of which are potential human pathogens, including Campylobacter jejuni, which often causes gastroenteritis (the most common) and septicemia in humans. Amoebae have been shown to be resistant to chlorination and apparently protect ingested bacteria such as *C. jejuni* from free chlorine. Such resistance can have health implications, especially for drinking water treatment. The aim of this study is to identify *Acanthamoeba* in hospital samples in Central province and to determine the identity of *C. jejuni* endosymbiont in positive samples of *Acanthamoeba* in natural and laboratory conditions and to determine the relationship between the two. The main aim of this study was to determine the identity of *C. jejuni* endosymbiont in *Acanthamoeba*-positive samples in natural and laboratory conditions. In this current study, 134 samples were collected from hospital environments, after molecular diagnosis and *Acanthamoeba* genotype, the identity of the said endosymbiont was determined by microscopic and PCR methods, and then as a co-culture in laboratory conditions with Real-Time PCR method, the ability to infect the parasite was evaluated and their relationship was investigated based on statistical tests. The rate of contamination of hospital samples with *Acanthamoeba* was 44.7% on average. Out of 42 *Acanthamoeba* PCR-positive samples, 7 isolates (16.67%) were found to be positive in terms of *C. jejuni* endosymbiont according to sampling location. The results showed that Helicobacter is able to penetrate and enter the *Acanthamoeba* parasite. In conclusion, our results showed that *C. jejuni* is able to contaminate *Acanthamoeba* in natural and laboratory conditions. The presence of pathogenic *Acanthamoeba* in various hospital environments and the hiding of Helicobacter as an endosymbiont inside it can pose a serious threat to the health of hospitalized patients.
Key words: *Acanthamoeba*, *Campylobacter jejuni*, Hospital samples, Endosymbionts.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

SMARTER HIRING WITH AI: OPPORTUNITIES, CHALLENGES, AND THE FUTURE OF TALENT ACQUISITION

Naiya
IMSAR, M.D. University, Rohtak

ABSTRACT
Talent acquisition has undergone a major transformation, driven by the growing use of digital platforms and artificial intelligence (AI). Recruitment today is no longer limited to traditional methods but has become a data-driven and skills-focused process. AI-enabled systems have streamlined the hiring journey by automating time-consuming tasks such as candidate sourcing, resume screening, and initial assessments. These technologies have helped organizations reduce time-to-hire, cut recruitment costs, and create a smoother and more engaging experience for applicants. Chatbots, digital assistants, and online skill assessments have made the application process faster, more interactive, and more inclusive, supporting employers in identifying talent based on abilities rather than just educational qualifications. However, the adoption of AI in recruitment also presents challenges. Concerns about algorithmic bias, excessive reliance on automation, and the difficulty of evaluating soft skills highlight the need for human oversight. While AI can provide efficiency and scale, human judgment remains critical for ensuring fairness, cultural alignment, and accurate decision-making. Looking toward the future, AI in talent acquisition is expected to expand further into areas such as predictive workforce planning, real-time bias detection, and personalized career development pathways. The evolution of recruitment is likely to move toward hybrid models, where automation enhances efficiency while human expertise ensures ethical practices and deeper evaluation of candidates. This review concludes that AI has the potential to serve as a powerful enabler of modern recruitment, but its sustainable impact will depend on maintaining a balance between technological innovation and human insight.
Keywords: Talent Acquisition, Artificial Intelligence (AI) in Recruitment, Digital Recruitment Systems, AI-Enabled Hiring Platforms

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

DEVELOPMENT AND FUTURE SCOPE OF ATROPINE DRUG

R. SWATHI
Undergraduate Student, Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, India

G. DAVID
Undergraduate Student, Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, India

ABSTRACT
Atropine is a muscarinic antagonist derived from the Atropa belladonna plant and other species in the Solanaceae family respectively. It has various medical uses due to its ability to block the parasympathetic nervous system by inhibiting acetylcholine enzyme at the muscarinic receptors. In the ophthalmology, atropine is used to induce pupil dilation (mydriasis) and paralysis of the ciliary muscle (cycloplegia) for eye exams and uveitis treatment. In anesthesia, it helps to reduce salivation and respiratory secretions before surgery. Atropine is essential in treating bradycardia (slow heart rate) by increasing the heart rate through vagal inhibition, especially in emergencies.It also acts as an antidote for organophosphate and nerve agent poisoning by reducing muscarinic symptoms like respiratory distress. In the gastroenterology, atropine is used for irritable bowel syndrome (IBS) and other spasmodic conditions, and it helps to treat motion sickness and vestibular disorders due to its anti-nausea properties. In pediatric medicine, it manages excessive drooling from neurological disorders.However, atropine has side effects such as dry mouth, blurred vision, tachycardia, and urinary retention, and should be avoided in patients with glaucoma, urinary obstruction, and some cardiac conditions. Its safe use requires proper dosage and monitoring. Future research is exploring atropine's role in enhancing therapies like orthokeratology and multifocal lenses in ophthalmology. Additionally, its potential in neurological applications, such as neuroprotection and treating cognitive and neurodegenerative disorders, is under investigation. With ongoing advances in drug formulation and delivery, atropine may become an important tool in both vision care and the neurological treatment.
Keywords: Atropine,Muscarinicantagonist,Ophthalmology,Bradycardia,Neuroprotection

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

PREVALENCE AND DRUG RESISTANCE OF ENTEROHAEMORRHAGIC ESCHERICHIA COLI ISOLATED FROM PATIENT SUFFERING FROM URINARY TRACT INFECTIONS IN MEDEA, ALGERIA

Abdelkader METIDJI
Laboratory of Biology and Experimental Pharmacology (LBPE), Faculty of Natural and Life Sciences (SNV), Yahya Fares University, Medea, Algeria

Mohamed RAHAL
Laboratory of Biology and Experimental Pharmacology (LBPE), Faculty of Natural and Life Sciences (SNV), Yahya Fares University, Medea, Algeria

ABSTRACT

Background

The emergence of multidrug-resistant (MDR) uropathogenic *E. coli* and the potential for non-intestinal pathogenic variants, such as Enterohaemorrhagic *E. coli* (EHEC), pose a significant challenge to UTI management in Algeria. This study aimed to determine the prevalence and antimicrobial resistance profile of EHEC among UTI patients in the Médea region.

Methods

A total of 215 non-duplicate *E. coli* isolates were collected consecutively from positive urine cultures at a central medical laboratory in Médea between January and December 2024. Bacterial identification and antibiotic susceptibility testing were performed using standard microbiological methods and interpreted per CLSI guidelines. All isolates were screened for EHEC virulence genes (*stx1, stx2,* and *eae*) via multiplex polymerase chain reaction (PCR).

Results

The overall prevalence of EHEC among uropathogenic *E. coli* isolates was 5.1% (11/215). These EHEC isolates exhibited high rates of resistance to ampicillin (100%), trimethoprim-sulfamethoxazole (91%), and ciprofloxacin (73%). Notably, over 80% of the EHEC isolates were classified as multidrug-resistant (MDR). All isolates remained susceptible to carbapenems and fosfomycin.

Anticipated Impact

- First characterization of EHEC risk in Algerian urinary isolates
- Laboratory-specific resistance patterns to guide local empiric therapy
- Model for antimicrobial resistance surveillance in resource-limited settings

Keywords: Enterohaemorrhagic *E. coli*, *UTIs,* Antimicrobial resistance, EHEC virulence, Algeria

ACANTHAMOEBA AS A RESERVOIR FOR *ACINETOBACTER BAUMANNII*, *HELICOBACTER PYLORI*, AND *CAMPYLOBACTER JEJUNI* IN THERMAL SPRINGS

Abdolhossein DALIMI
Department of Parasitology, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Alireza MOHAMMADY
Department of Parasitology, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

ABSTRACT
The study focuses on *Acanthamoeba*, an opportunistic protozoan pathogen known to cause serious human infections like granulomatous encephalitis and keratitis. Crucially, this amoeba does more than just cause disease itself; it can act as a protective reservoir for various bacteria, enhancing their environmental persistence and virulence. The study aimed to investigate this threat in a high-risk location: thermal springs in Iran. Specifically, it searched for three dangerous bacterial endosymbionts, the superbug *Acinetobacter baumannii*, the ulcer and cancer causing *Helicobacter pylori*, and the common food-poisoning agent *Campylobacter jejuni* within *Acanthamoeba* isolated from biofilms. Forty-six samples of both fixed and floating biofilms were collected from thermal springs. *Acanthamoeba* genotypes were identified using molecular techniques, and the presence of the three target bacteria within these amoebae was detected using multiplex PCR. Results showed that out of 11 *Acanthamoeba*-positive isolates, a significant 45.45% harbored the multi-drug resistant *A. baumannii*, and 27.27% harbored *H. pylori*. The analysis by biofilm type revealed different contamination profiles: in floating biofilms, 27.27% of isolates contained *C. jejuni* and 9.09% contained *A. baumannii*. In fixed biofilms, 18.18% contained each of *C. jejuni* and *A. baumannii*. The presence of these bacteria, particularly *H. pylori* whose environmental transmission is poorly understood, is a major finding. The high rate of *A. baumannii* is especially alarming given its status as a notorious superbug. In conclusion, this study demonstrates that pathogenic bacteria can indeed survive as endosymbionts within *Acanthamoeba* in thermal spring environments. This shatters the common perception of natural springs as inherently safe and highlights a serious public health risk. Individuals using these springs are not only at risk of *Acanthamoeba* infection but may also be exposed to more virulent and protected forms of dangerous bacteria, potentially leading to severe and difficult-to-treat illnesses. This research underscores the need to consider protozoan-bacterial relationships in water safety assessments.
Keywords: *Acanthamoeba*, *A. baumannii*, *H. pylori*, *C. jejuni*, endosymbiont, thermal springs.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

PHYTOCHEMICAL SCREENING AND ANTIMICROBIAL ACTIVITIES OF LEAVES EXTRACT OF DODONAEA VISCOSA LINN

Umar Rabiu BELLO
Department of Pure and Industrial Chemistry, Umaru Musa Yar'adua University, Katsina, Nigeria

ABSTRACT
The increasing prevalence of antibiotic resistance necessitates the exploration of alternative antimicrobial agents, particularly from medicinal plants. This study investigated the phytochemical composition and antimicrobial efficacy of *Dodonaea viscosa* Linn. leaf extracts against pathogenic microorganisms, including *Salmonella typhi*, *Bacillus subtilis*, and *Candida albicans*. The leaves were extracted using ethanol, n-hexane, ethyl acetate, methanol, and aqueous solvents, with ethanol yielding the highest extract quantity. Phytochemical screening revealed the presence of flavonoids, saponins, tannins, terpenoids, phenols, and steroids, while alkaloids were absent. Antimicrobial activity was assessed using the agar well diffusion method, with results demonstrating concentration-dependent inhibition zones. Ethanol extracts exhibited the highest inhibitory activity, particularly against *Salmonella typhi* (20 mm zone at 100% concentration), followed by *Bacillus subtilis* and *Candida albicans*. The findings suggest that *Dodonaea viscosa* Linn. possesses significant antimicrobial properties, potentially due to its rich phytochemical profile. This study underscores the plant's potential as a source of novel antimicrobial agents and highlights the need for further research to isolate and characterize its active compounds.

Keywords: Dodonaea viscosa, antimicrobial activity, phytochemicals, solvent extraction, medicinal plants.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

ADVANCEMENTS AND FUTURE OF RENEWABLE ENERGY

Yazeed ALHARBI
Department of Mechanical Engineering, College of Engineering, Qassim University, Buraidah, 51452, Saudi Arabia

Abdulelah ALHARBI
Department of Mechanical Engineering, College of Engineering, Qassim University, Buraidah, 51452, Saudi Arabia

ABSTRACT
Renewable energy has emerged as a cornerstone in the global transition toward sustainable and low-carbon energy systems. Over the past two decades, significant advancements have been achieved in solar, wind, hydropower, biomass, and emerging technologies such as tidal and geothermal energy. The state of the art is characterized by rapidly declining costs of photovoltaic panels and wind turbines, enhanced efficiency through advanced materials and smart grid integration, and increasing deployment of energy storage systems that stabilize variable renewable outputs. In particular, innovations in power electronics and digitalization have enabled greater flexibility, allowing renewable energy to be integrated into national grids at unprecedented scales.
Despite these advancements, challenges remain in terms of intermittency, infrastructure limitations, and the environmental impacts of large-scale installations. Current research is focused on developing high-capacity storage solutions, such as next-generation batteries and hydrogen-based systems, alongside hybrid renewable models that combine different sources for improved reliability. Additionally, the integration of artificial intelligence and machine learning is increasingly recognized as a critical tool for optimizing energy management and forecasting demand.
Looking ahead, the future of renewable energy lies in further cost reductions, the widespread adoption of decentralized microgrids, and the acceleration of green hydrogen as a complementary energy vector. Efforts are also directed toward sustainable manufacturing of renewable technologies, ensuring recyclability and minimizing lifecycle impacts. With continuous improvements in efficiency, storage, and integration, renewable energy is positioned not only to meet the growing global energy demand but also to play a transformative role in mitigating climate change and driving socioeconomic development.
Keywords: Renewable energy; Energy storage; Sustainability; Smart grid

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

3D PRINTING APPLICATIONS IN MODERN ENGINEERING

Ibrahim ALTASAN
Department of Mechanical Engineering, College of Engineering, Qassim University, Buraidah, 51452, Saudi Arabia

Saud ALZAIN
Department of Mechanical Engineering, College of Engineering, Qassim University, Buraidah, 51452, Saudi Arabia

ABSTRACT
Three-dimensional (3D) printing, also known as additive manufacturing (AM), has emerged as one of the most transformative technologies in modern engineering. Its applications extend across diverse sectors, including aerospace, automotive, biomedical, civil, and energy industries. Unlike traditional subtractive methods, 3D printing allows the fabrication of complex geometries, lightweight structures, and customized components with minimal material waste. Current state-of-the-art developments include the integration of advanced materials such as high-performance polymers, metal alloys, and bio-compatible composites, as well as hybrid manufacturing systems that combine additive and subtractive processes for superior precision. Engineers are leveraging these capabilities to produce turbine blades with optimized cooling channels, patient-specific implants, and lattice structures that balance strength and weight in critical load-bearing parts. Despite these advancements, challenges remain in scaling 3D printing for mass production, ensuring consistent quality, and reducing costs associated with high-end materials and post-processing. Limitations in mechanical performance, surface finish, and part reliability still restrict broader industrial adoption. Additionally, standardization and certification frameworks are under continuous development to ensure safety and interoperability across industries. Future improvements are expected to focus on multi-material printing, real-time process monitoring through artificial intelligence, and integration with digital twins for predictive performance analysis. The advancement of large-scale printers and sustainable feedstocks, such as recyclable polymers and low-energy metal powders, is also anticipated to address economic and environmental concerns. Ultimately, 3D printing is positioned not only as a tool for prototyping but as a cornerstone of next-generation engineering, enabling faster innovation cycles, greater design freedom, and more sustainable production systems.
Keywords: 3D Printing, Additive Manufacturing, Engineering Applications, Advanced Materials, Future Developments

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

PEACE MOVEMENTS AND CONFLICKT RESOLUTION

Gilda HOXHA
Mediterranean University of Albania

ABSTRACT
This paper explore the dynamics of peace movements as critical actors in process of conflit resolution within a global and comparative framework. Peace movements, understood as collective mobilizations against violations and structural injustice, play a curitial role in advacing nonviolent strategies, fostering reconciliation, and shaping pathways towards sustainable peace. Thei emergence is closely connected to wider socio-political transformations, and evolving social need that redefine bothe the scope and practice of activism.
The historical analysis is situated within a multidisciplinary perspective, drawing on political science, sociology, and peace and conflit studies. It highlighys two inerrelated dimension: (a) the ontological and structural foundations of socio-political transformation, including democratization, and enviroment pressures: (b) the agency of social movements through protests, campains and digital platforms. These dimensions illustrate how peace movements both reflect and influence transformations in governance, citizenship, and conflict managment.
Methodologically, the paper employs a mixed approach that combines qualitative research, complemented by visual materials that trace the symbolic and organizational evolution of peace activism. This desige enables an exploration and challange traditional hierarchies of decisiom-making.
Peace movements are not peripheral to conflit resolution but constitute essential arenas where griviances are articulated, solidarities are forged, and alternative visions of coexistance are imagined. In particular, social transformations amplify the reach and inclusivity of peace activism, creating transnational networks that transcend loacal boundaries. By linking soci- political transformational with inovative forms of mobilization, peace movements provide critical insights into the evolving realtionship between activism, governance, and conflict resolution in the international arena.
Keywords: Peace, Movements Conflict, Activism, Transformation.

Introduction

Within the international arena, peace movements have sought to influence decision-making through peaceful means of conflict resolution. Scholars emphasize that these movements can be understood in two ways. As Charles Chatfield explains, a peace movement is, on the one hand, a specific coalition or purposeful grouping of organizations and segments of the public that aim to eliminate the threat of war or build institutions and cultures that prevent recourse to violence. On the other hand, it represents the organizational infrastructure that enables such collective action. The meaning is usually clarified by context. (Chatfield, 2001).
Peace movements have long been pivotal in shaping decision-making processes related to conflict resolution at the international level. These movements are not peripheral actors; they constitute essential arenas where grievances are articulated, solidarities are forged, and alternative visions of coexistence are imagined. Ontologically, peace movements emerge from the interplay between structural conditions, such as political systems, social hierarchies, historical legacies, and the agency of individuals and organizations committed to nonviolent change (Chatfield, 1996).
Peace movements function as coalitions of organizations and publics that actively seek to prevent war and promote institutional or cultural mechanisms that obviate recourse to violence. Second, they embody the organizational infrastructure that sustains mobilization, coordination, and strategic action over time. This dual nature highlights how peace movements both reflect and shape broader socio-political structures, linking grassroots activism with systemic transformation (Navrátil, 2022).
Understanding peace movements requires examining not only their visible activities, protests, campaigns, and advocate, but also the underlying structures and principles that give rise to and sustain them.

By exploring these ontological and foundational dimensions, scholars can better appreciate how peace movements mediate between societal needs, governance, and global processes of conflict resolution.
Conflict resolution refers to the processes and mechanisms through which parties engaged in a dispute seek to address, manage, and resolve their differences in a constructive manner. It encompasses a range of approaches, from negotiation and mediation to institutionalized legal frameworks and peacebuilding initiatives. In the context of international relations and social movements, conflict resolution is not limited to formal diplomatic interventions; it also includes grassroots efforts that aim to transform the underlying social, political, and cultural conditions that generate conflict (Fisher, 2011) Peace movements contribute to conflict resolution by advocating nonviolent strategies, fostering dialogue between opposing parties, and creating spaces for reconciliation and mutual understanding. By linking citizen mobilization with systemic and institutional responses, these movements play a critical role in preventing escalation.

Historical trajectory of peace movements and its impacts

The origins of peace advocacy can be traced to religious pacifism, notably within the Quakers and other dissenting groups who rejected war on moral and theological grounds (Brock, 1990). The nineteenth century marked a transition toward organized civic initiatives, such as the American Peace Society (1828) and the London Peace Society (1816). These organizations convened the International Peace Congresses (1843–1853), which articulated proposals for arbitration and international law, laying the groundwork for later institutions of global governance (Chatfield, 1996)). The devastation of the First World War catalyzed new forms of peace activism, linking anti-war movements to broader social reforms. Women's organizations, such as the Women's International League for Peace and Freedom advanced a holistic vision of peace that connected disarmament to gender equality and social justice (Rupp, 1997). These movements significantly shaped the creation of the League of Nations, which institutionalized ideas of collective security and arbitration, though its limitations soon became evident (Iriye, 2002).
During the Cold War, peace activism was reoriented around nuclear disarmament and opposition to proxy wars. Movements such as the Campaign for Nuclear Disarmament (CND) mobilized mass demonstrations in the United Kingdom and beyond, influencing the debate on nuclear testing and arms control (Wittner, 2003). Simultaneously, anti-Vietnam War protests in the United States and globally connected peace activism to civil rights, student movements, and countercultural critiques of militarism (Carter, 1992). Peace during this era came to be redefined not only as the absence of war, but as inseparable from democracy, justice, and human rights.
By the late twentieth and early twenty-first centuries, peace movements became increasingly transnational, integrating anti-apartheid, anti-globalization, and environmental justice agendas. Today, peace movements increasingly frame their demands in multidimensional terms, linking disarmament to sustainability, human security, and climate change (Richmond, 2014).
The impacts of peace movements have been significant, though uneven. Institutionally, they contributed to the creation of international organizations such as the League of Nations and the United Nations, and to key treaties including the Partial Test Ban Treaty (1963) and the Non-Proliferation Treaty (1968) (Evangelista, 1999) They have also broadened the political sphere by legitimizing civil society participation in global governance and embedding norms of nonviolent resistance and human security in public discourse. While often criticized for their perceived ineffectiveness or utopianism, peace movements have consistently provided moral critique, mobilized public opinion, and articulated alternative visions to militarized paradigms.
The historical trajectory of peace movements demonstrates that, although often fragmented and contested, civil society activism has played a pivotal role in shaping the theory and practice of conflict resolution. From early religious pacifism to contemporary global campaigns, these movements have consistently challenged militarism, advocated for disarmament, and promoted nonviolent alternatives. Their influence is evident in the institutionalization of arbitration mechanisms, the development of international organizations such as the League of Nations and the United Nations, and the advancement of norms around nuclear disarmament and human security.

At the same time, peace movements have expanded the very meaning of conflict resolution, linking it to broader struggles for democracy, justice, and sustainability. While their immediate capacity to prevent wars has been limited, their long-term contribution lies in transforming public consciousness and embedding peace as a legitimate political objective. In this sense, peace movements should not be viewed solely in terms of policy outcomes but as enduring forces that reframe the possibilities of conflict resolution in global politics.

Conclusion

Peace movements have historically served as vital actors in promoting nonviolent alternatives to war and injustice, yet in the contemporary global context they face profound challenges. While their role in mobilizing public opinion and pressuring institutions remains significant, today's social, political, and technological transformations complicate their effectiveness and visibility.

One of the foremost challenges is the fragmentation of global conflicts**.** Unlike the large-scale wars of the twentieth century, many contemporary conflicts are asymmetrical, localized, or involve non-state actors such as insurgent groups and transnational networks. These forms of warfare are harder for peace movements to address, as they lack clear lines of accountability and negotiation. Traditional strategies, mass protests against state-led wars, are less effective in contexts where conflict is diffuse and multi-layered.

A second challenge is the digital media environment**.** While social media provides platforms for global mobilization, it also produces short attention spans, misinformation, and polarization. Peace movements struggle to maintain sustained public engagement when online activism often takes the form of symbolic gestures rather than long-term commitment. Moreover, authoritarian regimes and interest groups frequently manipulate digital spaces to delegitimize peace advocacy and portray it as unpatriotic or naïve.

Peace movements also face the issue of political marginalization. In many societies, governments prioritize national security and militarization over dialogue and reconciliation. The framing of security threats, such as terrorism, migration, or geopolitical competition, creates hostile environments where peace-oriented voices are sidelined. Movements are often accused of weakening state sovereignty or undermining national unity, limiting their capacity to influence decision-making.

Finally, internal challenges weaken peace movements themselves. Fragmentation across ideological lines, competition for resources among NGOs, and difficulties in building cross-cultural alliances prevent them from forming cohesive strategies. In an era of global crisesclimate change, pandemics, and economic inequalities, peace movements also struggle to connect their agendas with broader social justice demands without diluting their focus.

In conclusion, contemporary peace movements confront both external and internal obstacles that diminish their impact compared to past decades. Yet, their persistence remains crucial. By adapting to decentralized conflicts, harnessing digital tools responsibly, and building inclusive coalitions, peace movements can continue to play a transformative role in advancing conflict resolution and sustainable peace in the twenty-first century.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

IMPACT OF PRECIPITATION INTENSITY AND DROUGHT PATTERNS ON GROUNDWATER STORAGE FLUCTUATIONS WITHIN THE GHIS-NEKOR AQUIFER (MOROCCO)

Aynaou ANASS
Environmental Management and Civil Engineering Team, Applied Sciences Laboratory, National School of Applied Sciences, Abdelmalek Essaadi University, Al Hoceima, 32002, Morocco

Nouyati NORDINE
Environmental Management and Civil Engineering Team, Applied Sciences Laboratory, National School of Applied Sciences, Abdelmalek Essaadi University, Al Hoceima, 32002, Morocco

Khattach DRISS
Laboratory of Applied Geosciences, Faculty of Sciences, Mohammed Premier University, Oujda 60000, Morocco

ABSTRACT
The present study examines the influence of precipitation intensity, and drought patterns on groundwater levels within the Ghis-Nekor aquifer, which is located in an arid and semi-arid region of Morocco. Besides, by using satellite-de rived datasets and the innovative trend analysis (ITA) method, the research analyzed the trends in groundwater storage (GWS), which offers a more robust approach to detect long-term changes compared to traditional methods, such as the Mann-Kendall test. The study used the gravity recovery and climate experiment (GRACE), gridded data to estimate groundwater fluctuations, the assess the time-series trends in equivalent water thickness (EWT), and soil moisture. The obtained results indicate a significant decline in groundwater levels, with 40% of monitoring sites, which showed a substantial downward trend, and 60% experiencing even more pronounced decreases. Furthermore, the maximum estimated groundwater storage loss is 2.4 cm/year-1. These findings underline the detrimental effects of overexploita tion and inefficient irrigation practices, which contribute to ecological degradation, including increased salinity, and groundwater pollution. Although the reliance of the study on satellite data offers valuable insights, it may overlook localized variations, and the GRACE data may be less accurate in the areas with complex geological features. Despite these limitations, the research provides practical value by informing water management strategies aimed to mitigate groundwater depletion. Consequently, the novelty of this study lies in the use of the ITA technique to correlate and im prove trend detection accuracy, which offer a more comprehensive understanding of groundwater changes, and support a sustainable water management practice in vulnerable areas like Ghis Nekor basin.
Keywords: groundwater level, precipitation intensity, drought patterns, Ghis-Nekor aquifer, innovative trend analysis, water management

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

SPICE ADULTERATION AND FOOD SAFETY

Sabri SAFAA
Université Hassan II Casablanca, FSAC, Department of Biology, Morocco

Sabri CHAIMA
Université Ibn Tofail, FS Kénitra, Department of Biology, Morocco

Kabine MOSTAFA
Université Hassan II Casablanca, FSAC, Department of Biology, Morocco

ABSTRACT
Spice adulteration has become a major global food safety concern. Driven by economic incentives, these fraudulent practices particularly affect high-value spices such as turmeric, paprika, cumin, cinnamon, pepper, and ginger. Common adulterations include the addition of heavy metals (e.g., lead chromate in turmeric, lead tetroxide in paprika), substitution of plant species (cumin with caraway, Ceylon cinnamon with cassia), and incorporation of inert substances (sand, ashes, starch). Such practices not only compromise organoleptic quality but also pose severe health risks, including lead poisoning, coumarin-related hepatotoxicity, microbiological contamination, and bioaccumulation of toxic metals. Recent studies (2020–2025) confirm the persistence of these issues, with lead concentrations reaching up to 1000 mg/kg in turmeric and 0.47 mg/kg in paprika, exceeding European regulatory limits. To counter these risks, several strategies have emerged: strengthened quality control and supply chain traceability, modern detection methods (spectroscopy, chromatography, DNA metabarcoding), enforcement of strict international standards (Codex Alimentarius, EU regulations), and educational programs for consumers and distributors. In conclusion, combating spice adulteration requires an integrated approach combining technological innovation, regulatory reinforcement, and awareness initiatives to ensure food safety and protect public health.
Keywords: Spice adulteration, Food safety, Quality control

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

PHONOLOGICAL MODELS OF THE KAZAKH LANGUAGE

Laura ORYNBAY
Department of Artificial Intelligence, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

Banu YERGESH
Department of Digital Development, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

ABSTRACT
Recent advances in Kazakh phonology have revealed important intersections between linguistic theory and computer applications. The phonology of Kazakh, a Turkic language with a high degree of agglutinativity, remains a key field for both descriptive linguistics and natural language processing (NLP). While vowel harmony and morphophonological alternations are central to his grammar, current research demonstrates broader interdisciplinary contributions that expand the scope of phonological modelling.
This review highlights four main areas of current study. First, in theoretical phonology, frameworks such as Cophonologies by Phase (CBP) provide explanations for exceptions to harmony rules, including affixes such as comitative -mien, which defy traditional generalisations. Secondly, in historical linguistics, comparative studies trace the preservation of the principles of harmony of Turkic vowels, as well as document the influence of phonological changes caused by contact. Third, computational approaches are now playing a central role: rule-based systems such as two-step morphology are being contrasted with hybrid end-state and data-driven models that more effectively capture changes in dialects and registers. Fourth, corpus development is moving forward with annotated resources, including prosodic corpora that directly support speech technologies such as automatic speech recognition (ASR) and text-to-speech (TTS).
Despite these achievements, important challenges remain. Dialect variations are still insufficiently represented in the corpus, and neural models adapted to Kazakh phonology remain insufficiently developed. Since the Kazakh language is rapidly digitising and writing is switching to the Latin alphabet, phonological modelling has both linguistic and technological relevance. Therefore, future research should focus on expanding high-quality annotated corpora, integrating linguistic theory with transformer-based neural models, and applying the findings to practical areas such as language education and digital tools.
By combining descriptive, historical, and computational approaches, scalable phonological models can enhance both academic learning of the Kazakh language and its technological application in diverse fields within a global digital environment.
Keywords: Kazakh language, phonology, vowel harmony, finite-state models, corpus linguistics, natural language processing

Introduction
Kazakh, belonging to the Kipchak branch of the Turkic languages, has a rich phonological system characterised by agglutinative morphology, vowel harmony, and processes of coarticulation such as synharmony. These features have long attracted interest in descriptive linguistics and, more recently, computational linguistics due to the growing demand for speech technologies and language processing tools in Kazakh.
However, Kazakh remains a language with limited resources in the digital sphere. His phonological system creates unique problems for formal modelling, especially in the presence of borrowed sounds, dialectal variation and deviations from the usual harmony. The recent transition to the Latin alphabet and the development of digital means of communication further enhance the urgency of developing scalable and adaptable phonological models.

The purpose of this review is to summarise the latest achievements in the field of Kazakh phonology, combining the results of theoretical linguistics, historical comparison, computer modelling and the development of text corpora. By exploring these areas, we explore how interdisciplinary approaches are shaping the future of Kazakh language research and technology.

2. Phonological Structure of the Kazakh Language

2.1 Segmental Inventory

McCollum and Chen (2021) provide a comprehensive IPA-based description of Kazakh phonology, identifying over 20 contrastive consonants and 11 vowels. The consonant inventory includes both native phonemes and borrowed sounds (e.g., from Russian and Arabic), while the vowel system exhibits robust front-back and rounding harmony.

Beyond segmental contrasts, Kazakh phonology also exhibits systematic coarticulatory patterns. Vajda (1994) introduces the concept of synharmony, whereby vowel articulation is influenced by adjacent consonants (especially uvular, velar, and pharyngeal consonants) to maintain phonotactic consistency. This interaction ensures fluidity across morpheme boundaries and complements vowel harmony, enabling a more nuanced understanding of Kazakh phonetics.

2.2 Vowel Harmony

Vowel harmony in Kazakh functions along the dimensions of front/back and roundness and determines suffix selection in its agglutinative structure. While most suffixes strictly follow harmony (e.g., plural -lar/-ler), there are exceptions. Dees (2023) analyses the comitative suffix -mien, which violates the laws of harmony, and explains this using Cophonologies by Phase (CBP). This framework suggests that harmony areas are sensitive to morphosyntactic structures, thus providing a theoretical basis for exceptions.

2.3 Phonological Processes

Kazakh exhibits a number of phonological processes that occur at morpheme boundaries and within lexical word stems, reflecting its agglutinative structure and Turkic heritage. These processes are not only theoretically significant but also pose challenges for computer-based modelling.

The most important phonological alternations in Kazakh include:

- Aspiration in voiceless plosives (McCollum & Chen, 2021)
- Spirantisation at morpheme boundaries (Zafer et al., 2011)
- Consonant assimilation depending on vowel length (Vajda, 1994)

These processes are crucial for understanding pronunciation variations, allomorphy, and computer-based modelling.

3. Historical and Comparative Phonology

Madaliev (2024) and Yeskeeva (2016) examine the development of Kazakh phonology within the Turkic language family. Common features include vowel harmony, agglutination, and syllable structure patterns (V, CV, CVC). A comparative analysis reveals both continuity and innovation in Kazakh, such as borrowed consonants and harmony disrupted by Russian influence. Yeskeeva's study of Old Turkic inscriptions links historical monosyllabic word stem structures with modern Kipchak formations by analysing phonotactic patterns and word stem morphologies in epigraphic texts. Her research shows how the CV and CVC structures prevalent in ancient Turkic languages formed the basis for modern syllable organisation in Kazakh. Furthermore, she identifies continuity in consonant patterns at the end of word stems and the diachronic preservation of vowel harmony. These findings demonstrate the structural stability of monosyllabic word stems over centuries and help trace the historical course of morphophonological processes that persist in modern Kipchak languages such as Kazakh.

4. Morphophonology and Morphological Models

4.1 Morphophonemic Variation

Suffix changes (e.g., -lar/-ler) are examples of morphophonemic changes caused by harmony. Dees (2023) examines the comitative suffix -mien and argues that its violation of harmony is consistent with Cophonologies by Phase (CBP), in which phonological rules apply within morphosyntactic domains. (McCollum & Chen, 2021), on the other hand, use acoustic analyses to reveal gradient phonetic cues (e.g., partial assimilation, coarticulation), thus bridging the gap between phonetics and phonological theory.

4.2 Two-Level Morphology and Computational Approaches

Zafer et al. (2011) presented a two-level end-state model for Kazakh morphology based on Koskenniemi's concept (Koskenniemi, 1983). It effectively captures the harmony of vowels and the order of suffixes, representing the surface and lexical levels separately, which allows the application of context-dependent phonological rules. This model encodes both patterns (for example, vowel harmony, consonant alternation) and morphophonemic exceptions within a formal rule-based system, which facilitates automated morphological analysis. Their system supports a modular design, making it scalable for integration into larger NLP pipelines such as spell checkers and part-of-speech recognition. In addition, the model provides an effective mechanism for controlling the processes of agglutinative word formation through the use of parallel finite converters for lexical and surface representation.

A more recent data-driven model (Makhambetov et al., 2014) is based on corpus learning and end-technologies, demonstrating the integration of phonological rules with morphological analysis. Their approach uses large annotated corpora to train finite transducers that can account for phonologically determined morphological changes. This model goes beyond handwritten rules, using statistical learning and frequency generalisations that allow the system to adapt to common morphophonological variations observed in real language data. It also allows for the automatic extraction of paradigms and determination of suffix harmony models, which significantly increases the scalability and reliability of Kazakh morphological analysers.

To better illustrate the conceptual and architectural differences between the two approaches, Table 1 presents a parallel comparison of the morphological models proposed by Zafer et al. (2011) and Makhambetov et al. (2014). This comparison highlights their theoretical foundations, the processing of morphophonemic variations, adaptability to real-world data, and applicability to NLP tasks.

Table 1

Aspect	Zafer et al. (2011)	Makhambetov et al. (2014)
Model Type	Two-level finite-state model	Corpus-based finite-state model
Theoretical Basis	Koskenniemi's rule-based framework (Koskenniemi, 1983)	Statistical + finite-state hybrid
Handles Vowel Harmony	Yes	Yes
Morphophonemic Exceptions	Yes	Yes
Rule Representation	Hand-written rules	Statistical learning + frequency-based generalisations
Data Source	Manual linguistic rules	Large annotated corpora
Adaptability	Limited	High (data-driven)
Integration in NLP	Spell checkers, POS taggers	Morphological analysers, NLP tools
Paradigm Extraction	No	Yes

5. Prosody, Syllable Structure, and Suprasegmentals

Kazakh prosody, including stress, pitch, and intonation, plays a crucial role in speech technology. The national corpus of the Kazakh language (Bazarbayeva et al., 2023) contains annotated prosodic features (for example, sound accents, phrase boundaries), allowing you to advance in:

- Text-to-speech (TTS) (enhanced naturalness).
- Automatic Speech Recognition (ASR) (processing dialect variations).

Stress in the Kazakh language is not constant and varies depending on dialect, speech tempo, and morphology (Zhetkenbay et al., 2025). This variability poses problems for computer modelling, requiring dialect-aware approaches.

6. Computational and Corpus-Based Approaches

Several recent efforts have focused on developing richly annotated resources and computational models to support Kazakhstan's NLP and speech technologies. Table 2 shows the key initiatives and tools contributing to this development.

Table 2

Source/Study	**Focus/Contribution**
The National Corpus of Kazakh Language: Development of Phonetic and Prosodic Markers (Bazarbayeva et al., 2023)	Includes phonetic and prosodic markers (stress, intonation, pitch) for TTS/ASR
Towards a data-driven morphological analysis of Kazakh language (Makhambetov et al., 2014)	Hybrid models using finite-state and statistical generalizations for dynamic adaptation
Two-level description of Kazakh morphology (Zafer et al., 2011)	Two-level rule-based model emphasizing hand-crafted morphophonological rules
Formalization of Morphological Rules for Kazakh Nouns in the New Latin Alphabet (Zhetkenbay et al., 2025)	Studies formal concepts of affixation, vowel alternation and syllable structure in standard Kazakh phonology; supports the development of syntactic analysis and speech technologies.
Analytical review of phonological patterns across Turkic languages (Madaliev, 2024), Comparative Study of Phonological Systems of Turkic Languages (Madaliev, 2024) and Syllable Theory and Diachronic Phonology: Vocalism and Consonantism in Turkic Languages (Bazarbayeva, 2024)	Corpus-based comparative analysis for pedagogy and phonology-syntax research

Together, these initiatives underscore the shift from rule-based approaches to hybrid and data-driven models, with a growing emphasis on dialectal differences, pedagogical applications, and integration into larger NLP pipelines.

7. Typological and Pedagogical Implications

In comparative studies (for example, Badanbekkyzy et al., 2023), the Kazakh language is considered along with English, Russian or other Turkic languages. These comparisons help both linguistic typology and language pedagogy, especially in identifying phonetic problems in bilingual contexts. For example, studies such as Yiner (2021) and Bazarbayeva (2024) analyse vowel harmony, stress structure, and phoneme lists in Kazakh, Turkish, or English, which provide insight into the learning difficulties faced by students. Comparative phonological profiles also contribute to the development of pronunciation training tools, bilingual dictionaries, and phonetic transcription systems for educational purposes.

8. Conclusion and Future Directions

This review examines the phonological modelling of the Kazakh language from different perspectives, revealing both its structural richness and the problems it poses for linguistic theory and computer applications. Several key topics are revealed:

Theoretical conclusions:

- Kazakh phonology is characterised by stable vowel harmony, although exceptions (for example, for the suffix -mien) require structures such as phonetics by phases (CBP) to account for morphosyntactic interactions.
- Historical research shows the stability of Turkic phonological features (for example, CV syllable structure, harmony), while at the same time emphasising innovations caused by contacts (for example, the adaptation of words borrowed from the Russian language).

Computational Advances:

- Rule-based models (for example, two-level morphology) effectively cope with the complexity of agglutination, but face dialectal variations.
- Data-driven approaches (for example, hybrid FSTS (Makhambetov et al., 2014) are promising in terms of scaling to real-world data, but require larger and more diverse corpora.

Critical gaps:

- Limited resources: The annotated corpus remains small and lacks dialect diversity.
- Computational-theoretical gap: Few studies integrate CBP or prosodic models into NLP pipelines.

Directions for the future

To address these gaps, the priority areas are:

- Corpus development:
  - Expansion of the National corpus of the Kazakh language with dialect speech and prosodic annotations.
  - Create open-access tests for phonetic/prosodic studies (similar to regular voice).
- Modelling Innovations:
  - Neural integration: Combine transformer-based architectures with phonological rules (for example, to predict harmony).
  - Cross-linguistic transfer: Use typological similarities with other Turkic languages to model with minimal resource expenditure.
- Interdisciplinary synergy:
  - Apply CBP to syntactic and prosodic interfaces in the Kazakh language.
  - Develop pedagogical tools (for example, simulators for learning L2 pronunciation) using comparative phonological research.

As the Kazakh language becomes increasingly important in NLP and linguistic typology, joint descriptive and applied work will be needed — not only to advance language technologies, but also to preserve and document its phonological diversity in an era of rapid linguistic change.

REFERENCES

Badanbekkyzy, Z., Turlybekov, B., Uali, N., Seitova, M., & Akeshova, M. (2023). The Effectiveness of the Comparative Study of Languages with Different Structures in the Field of Phonetics (English and Kazakh Languages). World Journal of English Language, 13(9), 1-2.

Bazarbayeva, Z. M., Zharkynbekova, Sh. K., Amanbayeva, A. Zh., Zhumabayeva, Zh. T. & Karshygayeva A. A. (2023). The National Corpus of Kazakh Language: Development of Phonetic and Prosodic Markers. Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences, 16(8), 1256-1270.

Bazarbayeva, Z., Ospangaziyeva, N., Zhalalova, A., Koptleuova, K., & Karshigayeva, A. (2024). Syllable Theory and Diachronic Phonology: Vocalism and Consonantism in Turkic Languages. Eurasian Journal of Applied Linguistics, 10(1), 50-59.

Dees, J. A. (2023, December). Non-uniformity in phonologizing phase heads: Evidence from Kazakh. In Proceedings of the Workshop on Turkic and Languages in Contact with Turkic (Vol. 8, pp. 74-88).

Koskenniemi, K. (1983). Two-level morphology: A general computational model for word-form recognition and production. University of Helsinki. Department of General Linguistics.

Madaliev, Ya. (2024). Analytical review of phonological patterns across Turkic languages. Lingua Spectrum, 2(2), 23-28.

Madaliev, Ya. (2024). Comparative Study of Phonological Systems of Turkic Languages. Lingua Spectrum, 3(1), 34-37.

Makhambetov, O., Makazhanov, A., Yessenbayev, Z., Sabyrgaliyev, I., & Sharafudinov, A. (2014). Towards a data-driven morphological analysis of Kazakh language. Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi, 7(2), 31-36.

McCollum, A. G., & Chen, S. (2021). Kazakh. Journal of the International Phonetic Association, 51(2), 276-298.

Vajda, E. (1994). Kazakh phonology. Opuscula altaica, 603-650.

Yeskeeva, M. K. (2016). V structural models of monosyllables in old Turkic inscriptions and modern Kipchak languages. Vestnik Kalmytskogo instituta gumanitarnykh issledovaniy RAN', 9(1), 156-165.

Yiner, Z., & Kurt, A. (2021). Two level Kazakh morphology. Acta Infologica, 5(1), 79-98.

Zafer, H. R., Tilki, B., Kurt, A., & Kara, M. (2011, May). Two-level description of Kazakh morphology. In Proceedings of the 1st International Conference on Foreign Language Teaching and Applied Linguistics (FLTAL'11) (pp. 560-564).

Zhetkenbay, L., Sharipbay, A., Razakhova, B., Bekmanova, G., Barlybayev, A., Nazyrova, A., & Yergesh, B. (2025). Formalization of Morphological Rules for Kazakh Nouns in the New Latin Alphabet. Journal of Applied Data Sciences, 6(3), 1999-2019.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

PSYCHOLOGICAL SUPPORT AND MOTIVATION IN TRAINING YOUNG DANCERS: CHALLENGES IN APPLYING ADULT TRAINING METHODS

Milos RABRENOVIC
Montenegro Dance Sport Federation

ABSTRACT

Training young dancers presents unique psychological challenges that require specific approaches distinct from adult training methods. While adult athletes often respond well to direct, high-intensity, and specialized training programs, young dancers are in critical stages of cognitive and emotional development that must be carefully considered. Applying adult training methodologies without adaptation can lead to decreased motivation, increased stress, and even burnout among youth athletes.

Children and adolescents benefit greatly from training environments that promote positive social interactions, group cohesion, and emotional support. The role of the instructor extends beyond technical skill development to fostering psychological resilience and a healthy self-image. Motivation in young dancers is influenced not only by their physical progress but also by the quality of relationships with peers, instructors, and the broader dance community.

Moreover, the intrinsic need for social belonging and recognition plays a pivotal role in sustaining long-term engagement in the sport. Overemphasis on early specialization and competitive success risks neglecting these psychological factors, potentially undermining both performance and well-being.

Therefore, training programs must integrate age-appropriate motivational strategies, promote creativity and self-expression, and provide psychological support tailored to developmental stages. This holistic approach is crucial for balancing technical growth with emotional health, ensuring that young dancers develop a lifelong passion for their art while minimizing the risks associated with adult-centric training methods.

Keywords: Psychological support; Young dancers; Training methods; Youth sports psychology; Age-appropriate training; Instructor role.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE LASTING LEGACY OF THE NORMAN CONQUEST: A TURNING POINT IN ENGLISH AND EUROPEAN HISTORY

Prof. Dr. Ananda MAJUMDAR
Harvard University
Alumnus, Business, MacEwan University, Edmonton – Human Resources
ORCID ID: 0000-0003-3045-0056

ABSTRACT

The Norman Conquest of 1066 is often regarded as a pivotal turning point in English history, marking the beginning of a series of changes that would profoundly shape the nation and its relationship with Europe. This significant event reshaped not just the political landscape but also the social and cultural structures within England, leaving a legacy that would resonate throughout European history for centuries to come. At the center of this transformation was William the Conqueror, who led the Normans in their invasion of England. The defeat of King Harold II at the Battle of Hastings marked the beginning of a new era in English history. With the Anglo-Saxon nobility largely displaced, William and his followers established a new ruling class comprising Norman aristocrats. This shift marked a fundamental change in governance, laying the foundation for the feudal system that would dominate English society for generations. The newly established hierarchy centralized authority under the crown, fundamentally altering the dynamics of power in England. The introduction of Norman laws and customs initiated a significant transformation in governance. The Normans brought with them their legal traditions, which became intertwined with existing Anglo-Saxon practices. This fusion of laws contributed to the development of a more organized and structured legal system, embedding changes that outlasted the Norman rule itself. In this way, the conquest not only altered the immediate political landscape but also set the stage for the evolution of English law and governance. Culturally, the conquest served as a vital catalyst for the integration of English and French influences. The elite, who predominantly spoke Norman French, introduced a wealth of vocabulary into the English language, while the ordinary people continued to communicate in Old English. This interplay created a unique linguistic evolution, resulting in Middle English, which is characterized by a rich tapestry of both Germanic and Romance elements. The linguistic shift exemplifies how the conquest facilitated a more interconnected Europe, where cultural exchanges enriched language, art, and social norms. The military strategies employed during the conquest had profound implications for warfare across Europe.

The Battle of Hastings showcased advanced military organization, tactics, and technology that would be adopted and adapted throughout the continent. The Normans' expertise in siege craft and their innovations in military architecture, such as castles and fortified structures, set new standards in military defence. These constructions not only served the practical purpose of protection but also symbolized Norman power, influencing architectural styles far beyond England. The significance of the Domesday Book cannot be overlooked in understanding the aftermath of the conquest. This extensive survey, commissioned by William, provided a detailed account of landholdings and resources in England, effectively functioning as an administrative tool that reflected the Normans' systematic approach to governance. With its insights into taxation and resource distribution, the Domesday Book highlighted a new relationship between the monarchy and its subjects, emphasizing a move towards more structured governance. The Norman Conquest of 1066 was far more than a simple change of leadership; it represented a transformative episode that reshaped British identity and had extensive consequences for the broader European landscape. By fostering cultural interchange and innovation in governance, the conquest established a legacy that has endured. This pivotal moment serves as a focal point for understanding the evolution of England and its intricate connections with European history, illuminating how significant historical events can shape nations and cultures for centuries to come. The lasting significance of the conquest highlights the complex dynamics of power, identity, and cultural evolution that continue to shape the modern world.

Keywords: Norman Conquest, Governance, Cultural exchange, Legacy.

Introduction: This study examines the impact of the Norman Conquest of 1066 on governance, culture, and identity in England, as well as its implications for European history. It argues that the conquest led to significant political changes, cultural exchanges, and legal advancements that continue to affect society today. By examining historical events and their lasting impacts, this study seeks to demonstrate how pivotal moments shape national identities and the relationships between countries. Many scholars have documented the immediate effects of the conquest, such as the removal of the Anglo-Saxon nobility and the rise of a new Norman ruling class. They highlight how William the Conqueror's military tactics, such as building castles, marked a significant shift in warfare that influenced military architecture across Europe. However, less focus has been placed on how these changes created a new relationship between rulers and the people, primarily through the Domesday Book. This book served as both a tool for administration and proof of the Normans' methodical approach to incorporating legal traditions into English society. The study also examines how Norman and Anglo-Saxon cultures merged, resulting in changes in language and social norms. The shift from Old English to Middle English demonstrates how the conquest led to cultural exchange, enriching the English language and the social landscape of medieval England. The combination of Norman French and Anglo-Saxon language not only enriched England's cultural diversity but also reflected a broader trend of connections within Europe during this time. This study examines the harsh laws the Normans enforced, including the punishments outlined in the Law of Englishry. These laws show the complicated power dynamics and the harsh reality faced by the Anglo-Saxon people. This understanding is crucial for examining social tensions and resistance movements that emerged after the conquest, including the Northern Revolt in 1069. The goal of this study is to fill gaps in existing research about the various effects of the Norman Conquest. By analyzing its political, legal, and cultural aspects, the research deepens our understanding of how this major event shaped not only English identity but also the larger European story. This analysis underscores the importance of understanding how power, culture, and governance intersect to shape history, highlighting the notion that pivotal events, such as the Norman Conquest, continue to have a lasting impact on modern society.

Literature Review

The Norman Conquest of 1066 significantly changed England's political, social, and cultural landscape. Historians highlight its importance in shaping English identity and governance.

One key change was the political shift started by William the Conqueror. After King Harold II was defeated at the Battle of Hastings, Anglo-Saxon rule came to an end, and a new Norman aristocracy emerged to take its place. This change led to the establishment of the feudal system, which became the foundation of English society for many years. The Normans introduced new laws and customs, merging them with existing Anglo-Saxon traditions. This fusion led to a more organized legal system that endured long after the Normans left (Douglas, 1964; Bloch, 1963; Smith, 1994). Culturally, the conquest brought together English and French influences. The elite began to use Norman French, which introduced many words to the English language and contributed to the development of Middle English. This language change also influenced art, literature, and social norms in England and beyond (Allen, 2006; Hogg, 2002). The military strategies and innovations from the conquest also changed warfare in Europe. The Battle of Hastings showed advanced military organization and siege techniques that others would adopt. The construction of castles, such as the Tower of London, served as both a defence and a symbol of Norman power, influencing architectural styles in Europe (Curry, 1997; Higham, 1999). The Domesday Book highlights how the Normans exercised power after the conquest. This survey recorded land ownership and resources, creating a new relationship between the monarchy and the people. It showed the Normans' organized approach to governance and tax collection, marking a shift towards structured administration (Kershaw, 1997). Overall, the literature on the Norman Conquest reveals a crucial turning point that reshaped British identity and had lasting effects throughout Europe. By encouraging cultural exchange and innovative governance methods, the conquest created complex power dynamics and cultural shifts that continue to influence the modern world.

Methodology

This study analyzes the impact of the Norman Conquest of 1066 on England's political, social, and cultural life. I begin by examining primary historical sources, such as writings from chroniclers like William of Poitiers and the Anglo-Saxon Chronicle. These sources help me understand how people of the time viewed the conquest and its immediate effects. I also use secondary literature to provide context, reviewing historians' work on the feudal system, changes in governance, and cultural integration that followed the conquest. This review helps explain the bigger impacts of the Norman rule in England and its lasting effect. To examine changes in governance, I look at how Norman laws and customs were implemented and compare them with existing Anglo-Saxon practices. I focus on the development of the legal system and the creation of the Domesday Book as a tool for administration, showing how these changes reflect the Normans' governance style. I assess the cultural impact of the conquest by studying language changes, specifically the shift from Old English to Middle English, noting the influence of Norman French on vocabulary and grammar. This language change highlights the broader cultural exchange between the Normans and the Anglo-Saxons. I also explore military strategies and architectural advancements introduced during the conquest. By reviewing accounts of the Battle of Hastings and other notable military actions, I demonstrate how these developments significantly altered the nature of warfare in Europe. Ultimately, I synthesize these findings to elucidate the intricate relationships between power, identity, and cultural transformation that emerged from the Norman Conquest. This approach provides a clear understanding of how this event transformed England and its impact on European history.

Theoretical Framework

The Norman Conquest of 1066 profoundly transformed England and Europe in numerous ways. We can examine this event through various perspectives, including historical, social, and cultural viewpoints. Here are some key ideas to consider:

1. Marxist View: This perspective highlights the importance of class and material conditions in history. The Norman Conquest represents a conflict between the wealthy Normans and the Anglo-Saxon nobility who had been displaced. The shift from Anglo-Saxon rule to Norman control shows how changes in power and resource ownership can significantly alter society.
2. Cultural Exchange Theory: This theory suggests that cultures grow by sharing ideas, customs, and practices. The conquest mixed Norman French influences with Anglo-Saxon traditions, creating a new blend of language and social customs. This helps us understand how this cultural mixture has shaped English identity.
3. Political Theory: This approach looks at how authority and governance change over time. William the Conqueror established a feudal system that centralized power and changed the relationship between rulers and their subjects. Studying the Domesday Book as a tool for administration illustrates how governance evolved in medieval England.
4. Postcolonial Theory: This perspective examines the impact of colonization on cultures. We can view the Norman Conquest as a colonization effort, where the Normans imposed their rule and customs on the Anglo-Saxon people. This view also encourages comparison of colonial power dynamics and the resistance faced by the conquered population, such as during the Northern Revolt.
5. Military History: Looking at the military strategies used during the conquest gives insight into medieval warfare. The Battle of Hastings and the construction of castles demonstrate how military tactics and architecture transformed society and politics, underscoring the connection between military power and control over land.
6. Social Identity Theory: This theory explores how group identities form and impact social behaviour. The conquest changed England's social structure, creating distinct identities between the Norman elites and the Anglo-Saxon people. Understanding how these identities evolved afterward can help us address modern issues of power, ethnicity, and culture.

By adopting these perspectives, we can gain a deeper understanding of the complex effects of the Norman Conquest on England and its enduring legacy in European history. Each perspective offers valuable insights into how this event influenced society, culture, and politics.

Result and Findings

The Norman Conquest of 1066 was a central turning point in English history. It brought about significant changes in governance, culture, and society. This essay examines the primary outcomes of the conquest and explores how it impacted England's politics, culture, military, and administration. One significant change was in England's political structure. After King Harold II lost at the Battle of Hastings, many Anglo-Saxon nobles were replaced. William the Conqueror and his Norman followers created a new ruling class. This marked the beginning of the feudal system, which centralized power under the monarchy and introduced a tiered governance model. This shift altered the balance of power in England, as the Normans introduced a new system of governance that differed significantly from Anglo-Saxon traditions. The centralized power enabled better control and organization within the kingdom, helping to shape future governance models in England and influencing administration across Europe. The conquest also led to a rich cultural exchange between the English and the Normans. The upper classes, who primarily spoke Norman French, introduced numerous new words and literary styles to the English language. This change contributed to the development of Middle English, illustrating how the conquest facilitated the integration of different cultures. The Normans introduced French artistic styles and practices, creating a vibrant blend that had a profound impact on English literature and art. This demonstrates that the conquest was not merely a military event, but also a pivotal moment for cultural transformation, reshaping identities on both sides. Military strategies and architecture underwent significant changes following the Norman Conquest. The Battle of Hastings demonstrated advanced military organization and tactics that spread throughout Europe. The Normans' skills in siege warfare and their new designs for castles became standards in warfare. These fortifications provided defence and symbolized Norman power. The military innovations from this time influenced not only England's military but also architecture across Europe.

Castles became symbols of feudal power, setting the stage for future developments in European history. Another key result of the conquest was the administrative progress shown by the Domesday Book. William the Conqueror commissioned this detailed survey of land and resources in England. The Domesday Book was a crucial administrative tool, reflecting the Normans' systematic approach to governance and administration. It provided insights into taxes and resource distribution, changing how the monarchy interacted with its people. This careful record-keeping laid the groundwork for more organized governance in England, shaping future administrative practices. The Norman Conquest of 1066 brought about significant changes in England's political, cultural, military, and administrative spheres. The removal of the Anglo-Saxon nobility and the establishment of a new feudal system marked a significant power shift. Cultural exchanges enriched the English language and artistic expressions. Military innovations set new standards for warfare and architecture, highlighting the lasting impact of the Normans. The administrative practices documented in the Domesday Book led to more organized governance, which would have a lasting influence on England for years to come. Overall, the Norman Conquest was a pivotal event that profoundly reshaped British identity and had far-reaching effects in Europe, connecting history, culture, and governance in ways that continue to matter today.

Discussion

[1]1066 was a pivotal year in English history., [2]The death of Edward the Confessor led to a succession crisis, and the Battle of Hastings on October 14 marked the beginning of Norman rule and the end of Anglo-Saxon society. [3]William, Duke of Normandy, defeated King Harold Godwinson, and his conquest was swift and ruthless.

[1]The Norman Conquest of England: A Brutal Transformation and Its Lasting Legacy. The Fall of Anglo-Saxon England. Paragraph 1st.

[2] The Norman Conquest of England: A Brutal Transformation and Its Lasting Legacy. The Fall of Anglo-Saxon England. Paragraph 1st.

[3] The Norman Conquest of England: A Brutal Transformation and Its Lasting Legacy. The Fall of Anglo-Saxon England. Paragraph 1st.

He seized lands from English nobles and replaced the [4]Anglo-Saxon aristocracy with a new Norman elite. [5]William initiated a large-scale castle-building campaign, constructing over 500 castles within a 50-year period, including the [6]Tower of London. These castles served as both fortifications and [7]Symbols of oppression, with local peasants often forced to build them under harsh conditions. To maintain control, the Normans imposed harsh laws, such as the Law of Englishry, which assumed unidentified corpses to be murdered Normans and penalized nearby villagers. [8]Resistance peaked with the Northern Revolt in 1069, where northern nobles, backed by Danes, attacked York. [9]William's brutal retaliation, the Harrying of the North, resulted in widespread destruction and death. Another figure of resistance, [10]Hereward the Wake, led guerrilla attacks but ultimately failed in 1071, solidifying Norman control. Another figure of resistance, Hereward the Wake, led guerrilla attacks but ultimately failed, marking the end of significant English resistance by 1071.

The Normans imposed their language, laws, and customs, replacing English with Latin and French in official documents and reworking the church hierarchy by appointing Norman bishops. [11]In 1086, William commissioned the Domesday Book, a detailed survey of landholdings that served as both a tax record and a symbol of Norman oppression. The Normans established a strict [12]feudal system, granting land in exchange for military service. [13]By 1086, few Englishmen held significant estates, while Norman lords amassed vast wealth. [14]French and Latin dominated, but English eventually re-emerged, enriched by Norman terms. [15]Romanesque stone buildings replaced Anglo-Saxon structures. Norman reforms laid the groundwork for the development of [16]English common law. [17]The feudal system entrenched Norman elites at the top of the social hierarchy. [18]The Norman Conquest drastically reshaped English society, bringing efficiency and innovation but also deep scars.

[4] The Norman Conquest of England: A Brutal Transformation and Its Lasting Legacy. The Fall of Anglo-Saxon England. Paragraph 1st.
[5] The Norman Conquest of England: A Brutal Transformation and Its Lasting Legacy. The Norman Reign of Terror. Paragraph 1st.
[6] The Norman Conquest of England: A Brutal Transformation and Its Lasting Legacy. The Fall of Anglo-Saxon England. The Norman Reign of Terror. Paragraph 1st.
[7] The Norman Conquest of England: A Brutal Transformation and Its Lasting Legacy. The Fall of Anglo-Saxon England. The Norman Reign of Terror. Paragraph 1st.
[8] The Norman Conquest of England: A Brutal Transformation and Its Lasting Legacy. Resistance and Rebellion. The Northern Revolt and the Harrying of the North. Paragraph 1st.
[9] The Norman Conquest of England: A Brutal Transformation and Its Lasting Legacy. Resistance and Rebellion. The Northern Revolt and the Harrying of the North. Paragraph 1st.
[10] The Norman Conquest of England: A Brutal Transformation and Its Lasting Legacy. Hereward the Wake and the Last Stand. Paragraph 1st.
[11] The Norman Conquest of England: A Brutal Transformation and Its Lasting Legacy. Cultural and Social Upheaval. The Domesday Book: A Tool of Control. Paragraph 1st.
[12] The Norman Conquest of England: A Brutal Transformation and Its Lasting Legacy. Legacy of the Norman Conquest. Feudalism and the Land Redistribution. Paragraph 1st.
[13] The Norman Conquest of England: A Brutal Transformation and Its Lasting Legacy. Legacy of the Norman Conquest. Feudalism and the Land Redistribution. Paragraph 1st.
[14] The Norman Conquest of England: A Brutal Transformation and Its Lasting Legacy. Long-Term Impacts on English Society. Language. Paragraph 1st.
[15] The Norman Conquest of England: A Brutal Transformation and Its Lasting Legacy. Long-Term Impacts on English Society. Architecture. Paragraph 1st.
[16] The Norman Conquest of England: A Brutal Transformation and Its Lasting Legacy. Long-Term Impacts on English Society. Legal System. Paragraph 1st.
[17] The Norman Conquest of England: A Brutal Transformation and Its Lasting Legacy. Long-Term Impacts on English Society. Social Hierarchy. Paragraph 1st.
[18] The Norman Conquest of England: A Brutal Transformation and Its Lasting Legacy. A Nation Transformed. Paragraph 1st.

Its legacy, seen in architecture and language, illustrates how England absorbed and transformed its conquerors into a unique cultural identity. [19]William the Conqueror's conquest of England led to the Battle of Hastings in 1066, an event that greatly affected the country's future. One significant change William introduced was the introduction of feudalism, often referred to as the [20]"Norman yoke." This system, which became known as feudalism in the 17th century, altered the [21]social structure in England. Many believed that the Normans disrupted the [22]Saxon golden age by allowing noblemen to rule the land. William replaced English noblemen with his trusted Norman advisors and granted them land to collect taxes on his behalf. He documented this system in the [23]Domesday Book, which surveyed England to determine tax rates for individuals and landowners. Though these changes benefited William, they marked a significant shift in the medieval period, leading to a more centralized government. The Normans left a clear mark on the landscape with castles. William built many castles in significant towns, providing bases for his Norman noblemen. Before the conquest, [24]England had no castles, but by the time William died 21 years later, over 80 castles had been built. This marked the beginning of a long tradition of rulers residing in impressive stone structures. [25]The Normans also impacted church construction, bringing new materials and architectural ideas from across the Channel that modernized churches and cathedrals. The arrival of the Normans in England had a profound impact on the country's [26]language and culture. [27]Language shifted from Old English to Latin, returning to (Middle) English only in the 14th century when the languages began to blend. Politically, England transitioned away from Viking systems and adopted European ways, particularly those of France. This change also affected culture, as wine drinking replaced mead halls. The Normans also influenced English names.[28] French names like William and Henry became common, replacing traditional [29]Anglo-Saxon names such as Godwin and Harold, which fell out of use after the Norman Conquest of 1066.

Conclusion

The Norman Conquest of 1066 is a key moment in English history. It changed how the government worked, how people interacted, and shaped culture in ways that still matter today. This study demonstrates that the significance of the conquest extends beyond its immediate political implications. It initiated long-lasting changes, such as the new relationship between rulers and citizens documented in the Domesday Book. The conquest helped establish a strong central government and fostered cultural exchanges, creating a legacy that continues to shape modern English identity and its ties to Europe. Many historians have focused on the conquest's immediate military and political results, such as the removal of the Anglo-Saxon nobility and the rise of Norman power. While this is important, this study looks at the broader picture. It highlights how the conquest changed governance and cultural identity, giving a deeper understanding of its impact. These changes led to a more organized legal system and stronger cultural connections that persist to this day. The findings of this study have implications that extend beyond mere historical discussion. Learning about the roots of political power and cultural diversity can enhance conversations about governance and identity today. By connecting English legal traditions and cultural shifts to this pivotal moment, we can gain a deeper understanding of how past events influence our identities and social structures. This study aimed to explore the numerous effects of the Norman Conquest, which also had a broader impact on the European context.

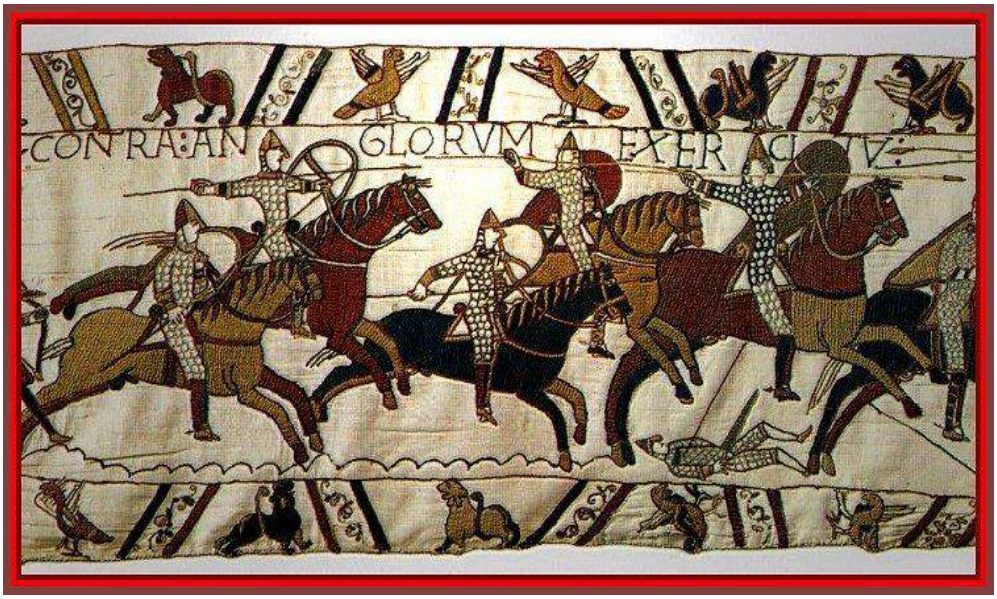
---

[19] The Legacy of the Norman Conquest. Paragraph 1st.
[20] The Legacy of the Norman Conquest. Social Hierarchy Paragraph 1st.
[21] The Legacy of the Norman Conquest. Social Hierarchy. Paragraph 1st.
[22] The Legacy of the Norman Conquest. Social Hierarchy. Paragraph 1st.
[23] The Legacy of the Norman Conquest. Paragraph. Social Hierarchy. Paragraph 2nd.
[24] The Legacy of the Norman Conquest. Landscape. Paragraph 2nd.
[25] The Legacy of the Norman Conquest. Landscape. Paragraph 3rd.
[26] The Legacy of the Norman Conquest. Language and Culture. Paragraph 1st.
[27] The Legacy of the Norman Conquest. Language and Culture. Paragraph 1st.
[28] The Legacy of the Norman Conquest. Language and Culture. Paragraph 3rd.
[29] The Legacy of the Norman Conquest. Language and Culture. Paragraph 3rd.

It illustrates how major historical events can alter the dynamic between those in power and the people, providing insight into the complex nature of power and cultural blending that remains relevant today. However, this study does have some limitations. It primarily examines the large-scale changes brought about by the conquest and may overlook local differences across England. Future research could look more closely at how different areas responded to Norman changes and how this affected local identities and governance.

In conclusion, the Norman Conquest of 1066 is not merely a story of political change, but a pivotal moment that brought about significant shifts in governance, culture, and identity in England. Its importance lies in how it sparked change, demonstrating that a single historical event can have lasting effects on society and relationships in Europe. From now on, exploring local responses to these changes will help us better understand this complex period and the diverse experiences of those who lived through these events

Norman Legacy Image - Search Images



Norman Legacy Image - Search Images

REFERENCES

Allen, M. (2006). Language and culture in medieval England: The influence of the Normans. Routledge.

Bloch, M. (1963). Feudal society. University of Chicago Press.

Curry, A. (1997). The Norman conquest: A new history. Macmillan.

Douglas, D. C. (1964). William the Conqueror: The Norman impact upon England. University of California Press.

Higham, N. (1999). The origins of England AD 400–878. Keele University Press.

Hogg, R. (2002). The Cambridge encyclopedia of the English language. Cambridge University Press.

Kershaw, I. (1997). The face of war: A history of warfare in the modern world. Allen Lane.

Norman Legacy. (2025, September 15). Blogspot.com. https://middleageshistoryhf.blogspot.com/2014/10/norman-legacy.html

Rise, H. (2024, May 27). History Of the Norman Conquest of England: Origins, Battles, And Legacy. History Rise. https://historyrise.com/history-of-the-norman-conquest-of-england/

Smith, R. (1994). Norman governance in England. Blackwell Publishers.

The Legacy of the Norman Conquest. (n.d.). Historylearning.com. https://historylearning.com/medieval-england/the-legacy-of-the-norman-conquest/

The Norman Conquest of England: A Brutal Transformation and Its Lasting Legacy – Ancient War History. (2025). Ancientwarhistory.com. https://ancientwarhistory.com/the-norman-conquest-of-england-a-brutal-transformation-and-its-lasting-legacy/

CURRENT SITUATION AND SOLUTIONS TO ENHANCE THE ROLE OF THE CLASS EXECUTIVE COMMITTEE IN BUILDING A SELF-GOVERNING CLASSROOM: A CASE STUDY OF CLASS 11A8 AT BÙI HỮU NGHĨA HIGH SCHOOL, VIỆT NAM

Lê Tuấn Anh
Bùi Hữu Nghĩa High School, Department of History, Cần Thơ City, Vietnam

ABSTRACT
This study proposes and implements several solutions to enhance the role of the class executive committee in building a self-governing classroom model at grade 11A8, Bùi Hữu Nghĩa High School, in alignment with the competencies and qualities required by the 2018 General Education Curriculum. The solutions include clear delegation of responsibilities, regular meetings, periodic evaluation and rewards, collaboration with subject teachers and parents, and promoting learning and extracurricular activities. After 1 year, the results indicate significant improvements: 84.78% of students achieved "Excellent" academic performance (up from 62.8% the previous year), 100% achieved "Excellent" conduct, and no student fell below the required standards. The class ranked among the top in the grade for academic achievement and actively participated in school movements. Empowering the class executive committee reduced the homeroom teacher's management burden while fostering students' autonomy, leadership, cooperation, and problem-solving skills. The proposed model demonstrates high feasibility and potential for wider application to improve overall educational quality.
Keywords: self-governing classroom, class executive committee, classroom management, high school, student autonomy.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

TURNING CRISIS-INDUCED CHALLENGES INTO OPPORTUNITIES FOR BUILDING SUSTAINABLE SHORT FOOD SUPPLY CHAINS: THE CASE OF THE COVID PANDEMIC

Nuno BAPTISTA
Polytechnic University of Leiria
ORCID ID: 0000-0001-7130-0543

Anna BOECHAT
IADE, Faculty of Design, Technology and Communication, European University
ORCID ID: 0000-0002-9252-6602

ABSTRACT
Over recent decades, short food supply chains (SFSCs) have gained increasing attention from governments and the public due to their potential to address sustainability challenges inherent in conventional, globalized, and production-intensive food systems. Crises—such as the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic—have placed unprecedented pressure on food supply systems worldwide, creating a unique opportunity to evaluate their resilience and performance. This study conducts a scoping review of the academic literature to assess the implications of the COVID-19 pandemic for SFSCs across different economies. Following the PRISMA-ScR framework, the SCOPUS and Web of Science databases were systematically searched. After applying predefined inclusion criteria, 46 relevant articles were selected for in-depth analysis. The findings suggest that, in addition to the direct disruptions caused by the pandemic, the indirect consequences of public policies aimed at containing the virus have significantly affected all dimensions of sustainability. Furthermore, the impacts appear to be more severe in the SFSCs of low-income countries compared to those of high-income countries. The review identifies key challenges and opportunities for advancing the sustainable development of SFSCs and provides recommendations to guide future research in this field.
Keywords: COVID-19; pandemic, food; sustainability, short supply chains

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

ADVANCING SUSTAINABLE CONSUMPTION THROUGH URBAN SHORT SUPPLY CHAINS

Nuno BAPTISTA
Polytechnic University of Leiria, Lisboa, Portugal
ORCID ID: 0000-0001-7130-0543

Maria DOS-SANTOS
School of Social Communication, Polytechnic University of Lisbon
IUl-ISCTE-DINÂMIA´CET, Lisboa, Portugal
ORCID ID: 0000-0002-1992-0419

Natacha SILVA
Polytechnic University of Bragança, Portugal
ORCID ID: 0000-0002-6014-5602

Fernando MATA
CISAS – Centre for Research and Development in Agri-food Systems and Sustainability, Polytechnic University of Viana do Castelo, Portugal

ABSTRACT
The literature, the United Nations' Agenda 2030 (not 2020), as well as national and regional public decision-makers and stakeholders, are increasingly paying attention to sustainable development. Sustainable food production and consumption are expected not only to enhance corporate performance but also to foster stronger links among stakeholder engagement, public policy decision-making, innovation, and the attitudes of both consumers and producers. However, the existing literature lacks a systematic and integrative conceptualization of these factors, which limits our understanding of how to leverage sustainable innovation and ethical strategies for food production and consumption. Drawing on a systematic literature review of a large sample of representative publications indexed in the Web of Science and Scopus databases, this study seeks to address this gap. Specifically, it explores the conceptual relationships between ethical and sustainable consumption and production, consumer attitudes toward sustainable food products, ethical consumer behavior, and stakeholder engagement. It also outlines an agenda for future research. The findings confirm that, despite the considerable growth of scholarship on the SDGs and on sustainable consumption, the specific focus on urban short supply chains, particularly in the food sector, remains limited. Moreover, the motivations that drive consumers toward sustainable consumption and the constraints that restrain them—along with the ways in which these dimensions overlap or complement one another—remain underexplored and require further investigation.
Keywords: healthy consumption; sustainable consumption; urban short supply chains of foods; systematic literature review

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

NEGOTIATION AND TRADE POLICY STRATEGIES FOR EMERGING ECONOMIES: MITIGATING RESTRICTIVE CLAUSES IN THE USMCA CONTEXT AND DIVERSIFICATION TOWARDS ASIA

Alfredo GUATEMALA MARIANO
Universidad Olmeca
ORCID ID: 0000-0002-9513-5148

Gabriel GARCÍA BECERRIL
Universidad Olmeca
ORCID ID: 0009-0000-6230-418X

Maximiliano MARTÍNEZ ORTIZ
Universidad Olmeca
Universidad Olmeca de Tabasco, Villahermosa, México
ORCID ID: 0000-0002-2950-2309

ABSTRACT
This analysis addresses the strategies that emerging economies like Mexico can employ to mitigate restrictive trade clauses, focusing on Article 32.10 of the USMCA, which limits commercial sovereignty with "non-market economies" such as China. Facing the treaty's review in 2026, Mexico's high dependency on the U.S. market (83% of its exports) and geopolitical pressure from the U.S. to contain China create a strategic dilemma. The research identifies the clause as a geopolitical veto instrument that subordinates Mexican trade policy to U.S. national security interests. It concludes that an effective response requires a three-pillar strategy: 1) Sophisticated negotiation, proposing amendments to the article and framing the relationship with Asia as a means to strengthen regional competitiveness; 2) Strengthening internal policy, by increasing the regional content of exports and developing strategic supply chains to reduce reliance on Asian inputs; and 3) Proactive diversification, by accelerating agreements with other blocs like the European Union and the CPTPP to enhance the country's negotiating position. The goal is to transition towards a more resilient, technologically advanced economic development model with reduced vulnerability to external pressures, ensuring long-term investment certainty.
Keywords: USMCA, Article 32.10, trade diversification, trade policy, China, United States, asymmetric negotiation, commercial sovereignty.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

METHODOLOGIES FOR MEASURING AND PROJECTING DIRECT EMPLOYMENT: AN EVIDENCE-BASED ANALYSIS FOR PUBLIC POLICY EVALUATION

Luis Manuel HERNÁNDEZ GOVEA
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México

Arturo MARTÍNEZ DE ESCOBAR FERNÁNDEZ
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México
ORCID ID: 0000-0001-5249-5824

Heidi Gabriela ESTRADA CALIX
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México

Jessica Esther CRUZ VELAZCO
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México

ABSTRACT
This research addresses the gap between the employment generation goals of government programs and the technical capacity for their rigorous measurement. It analyzes how to quantify "direct employment," distinguishing between formal and informal, and emphasizes that job "recovery" must be assessed by its quality, not just quantity. Two methodological approaches are compared: ex-ante projection models (Input-Output and Computable General Equilibrium), useful for estimating the impact of large-scale investments like housing, and ex-post causal measurement models (Randomized Controlled Trials - RCTs), ideal for determining the net effect of targeted programs such as SME support. Evidence from an RCT in Chile shows these programs can increase short-term self-employment and enhance long-term salaried employability. In contrast, similar programs in Mexico lack rigorous impact evaluations, preventing knowledge of their true effectiveness. It is concluded that projections should use sophisticated models considering general equilibrium effects, and it is imperative to institutionalize RCTs to measure causal impact, fostering an evidence-based public policy cycle that prioritizes job quality.
Keywords: impact evaluation, job creation, public policy, Randomized Controlled Trial (RCT), Computable General Equilibrium (CGE) Models, job quality, SMEs.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

FINANCING MODELS FOR MEGAPROJECTS IN EMERGING ECONOMIES: ALTERNATIVES TO TAX-BASED FUNDING FOR ATTRACTING PRIVATE INVESTMENT

Alfredo GUATEMALA MARIANO
Universidad Olmeca
ORCID ID: 0000-0002-9513-5148

Gabriel GARCÍA BECERRIL
Universidad Olmeca
ORCID ID: 0009-0000-6230-418X

Maximiliano MARTÍNEZ ORTIZ
Universidad Olmeca
Universidad Olmeca de Tabasco, Villahermosa, México
ORCID ID: 0000-0002-2950-2309

ABSTRACT
Emerging economies face a critical infrastructure financing gap, exacerbated by severe fiscal constraints that make raising general taxation unfeasible. This research analyzes three alternative models for attracting private investment in megaprojects: Public-Private Partnerships (PPPs), Land Value Capture (LVC), and Special Economic Zones (SEZs). The study reveals that these models do not eliminate the fiscal cost but rather transform it into less transparent forms. PPPs convert the cost into future contingent liabilities, representing a deferred fiscal risk. SEZs manifest it as tax expenditures—foregone revenue that erodes the tax base. LVC, in turn, seeks to self-finance infrastructure by recovering the increase in real estate value it generates. The main conclusion is that the success of any model depends not on its financial sophistication, but on the state's governance capacity to manage complex contracts, administer valuation systems, and resist regulatory capture. Long-term fiscal sustainability requires actively recognizing and managing these implicit costs and risks, making institutional strengthening an essential prerequisite for infrastructure development.
Keywords: infrastructure financing, megaprojects, Public-Private Partnerships (PPP), Land Value Capture (LVC), Special Economic Zones (SEZ), fiscal risks, contingent liabilities, governance.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

PROGRESSIVE FISCAL REFORM MODELS FOR THE SUSTAINABILITY OF MULTIDIMENSIONAL POVERTY REDUCTION IN MEXICO

Luis Manuel HERNÁNDEZ GOVEA
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México

Arturo MARTÍNEZ DE ESCOBAR FERNÁNDEZ
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México
ORCID ID: 0000-0001-5249-5824

Heidi Gabriela ESTRADA CALIX
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México

Fabiola Itzel ORTIZ MARTÍNEZ
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México

ABSTRACT
The research analyzes the need for a progressive fiscal reform in Mexico to ensure the sustainability of recent poverty reduction. Although direct cash transfers have decreased income poverty, this progress is fiscally fragile and masks an alarming deterioration in access to public services, especially health, where 30.3 million people lost access between 2018 and 2022. The diagnosis reveals a paradox: income improvement coexists with a social rights crisis, exacerbated by a fiscal system with low tax collection, inefficient spending, and extreme wealth concentration. To overcome this structural insufficiency, reform models based on strengthening direct taxation are proposed. Key measures include a comprehensive reform of the Personal Income Tax (ISR) to raise rates for the highest deciles and equitably tax capital gains, the introduction of a net worth tax on the ultra-rich, and the implementation of green taxation. It is emphasized that the reform's viability depends on explicitly linking new revenues to improved public spending, prioritizing the reconstruction of the healthcare system and the creation of a National Care System. The reform is not just a technical option but an indispensable condition for inclusive and sustainable development.
Keywords: progressive fiscal reform, multidimensional poverty, inequality, wealth tax, public spending, health services, fiscal sustainability, Mexico.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE EVOLUTION OF AN INDUSTRIAL COMPANY'S TAX CONTRIBUTIONS IN VILLAHERMOSA UNDER THE TAX INCORPORATION REGIME AND THE SIMPLIFIED TRUST REGIME AS A SOLUTION TO TAX EVASION

Uriel DE LA CRUZ DE LA CRUZ
Juárez Autonomous University of Tabasco

Dra. Candelaria GUZMÁN FERNÁNDEZ
Juárez Autonomous University of Tabasco

ABSTRACT
This study analyzes the evolution of tax contributions from an industrial company in Villahermosa, Tabasco, focusing on the impact of two fiscal frameworks: the Tax Incorporation Regime (RIF) and the Simplified Trust Regime (RESICO). In Mexico, tax evasion represents a significant obstacle to public revenue collection, affecting the funding of essential services. In response, the government has implemented reforms such as the RIF and RESICO, aimed at formalizing small and medium-sized enterprises (SMEs) through tax incentives and simplified administrative processes. This study centers on the case of a company in Villahermosa, Tabasco, that has transitioned between both tax regimes.
The RIF, introduced in 2014, offered tax reductions and administrative simplification, allowing the company to join the formal system without negatively impacting its cash flow. However, its benefits were temporary, which limited its long-term sustainability. In contrast, RESICO, implemented in 2022, proposed a more efficient model with low tax rates based on actual income, thereby improving transparency and reducing the administrative burden.
The analysis demonstrates that both regimes have had a positive impact on business formalization, although their success is contingent upon effective implementation, oversight, and technological support. It is evident from this analysis that appropriate tax policies can incentivize fiscal compliance and enhance the local economy. Nevertheless, technological adaptation and a lack of adequate training remain unresolved challenges.
Keywords: tax incentives, RESICO, RIF.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

ACCOUNTING MANIPULATION AND ITS IMPACT ON FINANCIAL TRANSPARENCY

Xochilt Yomara PÉREZ CASTRO
Juárez Autonomous University of Tabasco

Dra. Candelaria GUZMÁN FERNÁNDEZ
Juárez Autonomous University of Tabasco

ABSTRACT
This document examines how dishonest accounting practices impact transparency and, consequently, public trust. It also opens a reflection on the importance of professional ethics, the rigorous application of accounting standards, and the strengthening of control systems as tools to prevent and combat these practices.
The research underscored the need to strengthen professional ethics, accounting standards, and internal control systems as preventive tools. Bautista (2009) highlights that "the main object of ethics is to achieve an active life in which the individual has free and responsible conduct, oriented towards the realization of good, through the fulfillment of duty."
The discussion centers on the fact that these practices represented a serious problem in relation to transparency. When financial statements were altered, users of the information—such as investors, regulatory bodies, creditors, and society in general—made decisions based on inaccurate or incomplete data. This led to negative effects on the economy, weakened confidence in organizations, and created a climate of mistrust in financial systems.
Finally, it was concluded that strengthening professional ethics, ensuring the strict application of accounting standards, and promoting efficient control systems were essential aspects to prevent accounting manipulation. In this way, transparency was consolidated as a fundamental principle to guarantee reliable financial information, the sustainability of organizations, and confidence in the markets.
Keywords: Accounting manipulation, Transparency, Corporate credibility, Society, Creditors.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

FINANCIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY

Juan Antonio PÉREZ JIMÉNEZ
Juárez Autonomous University of Tabasco

Dra. Candelaria GUZMÁN FERNÁNDEZ
Juárez Autonomous University of Tabasco

Dr. Germán MARTÍNEZ PRATS
Juárez Autonomous University of Tabasco

ABSTRACT
This research examines the role of financial education as a vital tool for both personal and professional development. The ability to manage money, save, invest, and plan for the future is no longer exclusive knowledge for experts but a necessity for every citizen. Today, we have mobile applications, digital platforms, online courses, and artificial intelligence tools designed to provide quick and easily understandable access to financial information.
This article is based on a literature review of the financial literacy skills and knowledge that enable the use of existing technological tools. The goal is for individuals to learn how to manage, invest, and plan their resources responsibly and effectively to improve their economic well-being.
The research is centered on the premise that fostering financial literacy skills and knowledge through the use of technological tools allows anyone to manage, save, and invest appropriately and responsibly, thereby enhancing their economic capacity. Quoting María Jesús Soto (2024), "Financial education for young people will be more important than technology."
Financial education, supported by current technology, has become a strength for society, as it facilitates access to financial knowledge, promotes saving, encourages responsible investments on various platforms, and fosters financial inclusion. Applications, digital tools, and online courses make it more accessible and practical for individuals to strengthen their capacity for economic decision-making in a globalized and digital world.
Keywords: Financial education, technology, applications.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

FINANCIAL INSTRUMENTS FOR THE UNDERGRADUATE STUDENT POPULATION

José Antonio GOMEZ ARIAS
Juárez Autonomous University of Tabasco

Candelaria GUZMÁN FERNÁNDEZ
Juárez Autonomous University of Tabasco

Germán MARTÍNEZ PRATS
Juárez Autonomous University of Tabasco

ABSTRACT
The purpose of this paper is to analyze the use of digital financial instruments among university students at the Juárez Autonomous University of Tabasco (UJAT), specifically within the Academic Division of Economic and Administrative Sciences (DACEA). In recent years, digital banks and Fintech companies have gained prominence by offering accessible, commission-free products with simplified procedures, which are particularly appealing to the younger demographic. However, the level of financial literacy among students remains limited, presenting both opportunities and risks in the management of their resources.
Through a survey administered to this university population, this study seeks to identify the most commonly used digital banks, the reasons for their selection, the primary ways they are utilized, and students' perceptions regarding their security and reliability. The findings will serve as a basis for reflecting on the role of digital banking in the academic and personal lives of young people. Additionally, the results will inform recommendations aimed at fostering responsible financial inclusion within the DACEA student community.
Keywords: youth, financial instruments, investment.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE INFLUENCE OF CUSTOMER AND COMPETITOR ORIENTATION ON THE PERFORMANCE OF COMMERCIAL SMES IN TABASCO

Dr. William Baldemar LÓPEZ RODRÍGUEZ
Juárez Autonomous University of Tabasco
ORCID ID: 0000-0003-4095-0193

Mtra. Verónica VÁZQUEZ VIDAL
Juárez Autonomous University of Tabasco
ORCID ID: 0000-0002-0672-6158

Dra. Christian Ydette CABRA VIDAL
Juárez Autonomous University of Tabasco
ORCID ID: 0000-0002-2515-9638

Dr. Francisco Javier JIMÉNEZ TECILLO
Juárez Autonomous University of Tabasco
ORCID ID: 0000-0002-3366-2460

ABSTRACT
This study analyzes the relationship between market orientation (MO) and organizational performance in micro and small enterprises (MSEs) in the municipality of Centro, Tabasco, Mexico. MO is understood as a component of the business culture that integrates three dimensions: customer orientation, competitor orientation, and interfunctional coordination. These practices are fundamental for organizations to respond to dynamic environments, consolidate competitive advantages, and ensure their longevity.
The objective of this research was to determine whether a significant relationship exists between market orientation and the organizational performance of MSEs in Centro, Tabasco. A quantitative, cross-sectional, non-experimental, and explanatory research design was employed, utilizing a validated questionnaire administered to a sample of 230 companies in the commercial sector. The statistical analysis included reliability tests, factor analysis, and multiple regression.
The results show that customer and competitor orientation have a positive and significant influence on organizational performance, whereas interfunctional coordination did not show a significant effect. Specifically, competitor orientation was found to be the dimension with the greatest impact, confirming that knowledge of rivals and the adaptation of strategies are decisive factors for the success of these firms.
In conclusion, it is corroborated that market orientation is a key strategic factor for the survival and competitiveness of MSEs in dynamic and highly competitive contexts.
Keywords: Market orientation; Organizational performance; MSEs; Tabasco; Competitiveness.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
September 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

THE INFLUENCE OF ORGANIZATIONAL LEARNING ON THE COMPETITIVENESS AND ORGANIZATIONAL PERFORMANCE OF SMES IN THE COMMERCIAL SECTOR OF TABASCO

Dr. William Baldemar LÓPEZ RODRÍGUEZ
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
ORCID ID: 0000-0003-4095-0193

Mtra. Verónica VÁZQUEZ VIDAL
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
ORCID ID: 0000-0002-0672-6158

Dr. Alejandro MUSTIELES OCAÑA
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
ORCID ID: 0000-0001-7204-9530

Dra. Patricia SELVÁN GARCÍA
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
ORCID ID: 0009-0009-0450-9406

ABSTRACT
This study explores the significance of organizational learning (OL) as a key strategy for small and medium-sized enterprises (SMEs) to navigate changing environments, build competitive advantages, and enhance their organizational performance (OP). Despite a wealth of literature on the subject, findings on the relationship between OL and OP remain inconsistent, particularly within the context of Mexican SMEs. This highlights a clear need for more in-depth empirical research.
The primary objective of this investigation was to examine how organizational learning influences both competitiveness and organizational performance among SMEs in the commercial sector of central Tabasco. A quantitative, confirmatory research design was employed, utilizing a structured questionnaire administered to a sample of 230 companies.
Our results indicate that organizational learning has a positive and significant impact on both competitiveness and organizational performance, with the relationship being notably stronger for competitiveness. This suggests that OL enables firms to achieve improvements in cost structures, financial performance, and technological capabilities when compared to their competitors.
In conclusion, organizational learning stands out as a strategic resource for SMEs. It not only fosters greater customer and employee satisfaction but also strengthens the organizational culture, ultimately generating sustainable advantages in dynamic markets.
Keywords: Organizational learning; Organizational performance; Competitiveness; SMEs; Mexico.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

TÜRKİYE'DE İNSAN SERMAYESİ VE EKONOMİYE ETKİSİ

Prof. Dr. Salih ÖZTÜRK
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, İktisat Bölümü

Anıl Yüksel YURTSEVER
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ekonomi Anabilim Dalı

ÖZET
Toplumların ortaya çıktığı tarihten günümüze kadar olan süreçte yenilikler ve değişimler devamlı olarak farklılık göstermişlerdir. Bu süreçte gerçekleşen değişimlerin en kritik noktalarından birisi de bilgi ve teknoloji alanında yaşanan değişimlerdir. Sanayi devrimi ile birlikte birçok alanda yaşanan yenilikler, günümüzde bilgi toplumunda bilgi işçileriyle ve teknoloji ile gerçekleşmektedir.
Bilgi toplumu ile ortaya çıkan bilgi işçileri kavramına, bu topluma geçiş sürecindeki gelişmekte olan ülkelerde önemi açısından bakıldığında, bu ülkelerin nitelikli işgücü yetiştirebilmesi için birçok alanda kendilerini geliştirmesi gerekmektedir. Bu alanda atılan her adım, ülkeleri bilgi toplumu sürecine yaklaştırmaktadır. Türkiye ise bilgi toplumunun gereklerine göre kendini geliştirebilmek için, bilgi işçilerini yetkin şekilde donatmalıdır. Bu sayede bilgi toplumu sürecine geçiş her geçen gün hız kazanmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Türkiye, İnsan Sermayesi, Üretim Faktörleri, Ekonomi

HUMAN CAPITAL IN TURKIYE AND ITS IMPACT ON THE ECONOMY

ABSTRACT
Innovations and changes have constantly varied from the date when societies emerged until today. One of the most important changes experienced in this process is the changes in the field of information and technology. Innovations in many areas with the industrial revolution are realized today with knowledge workers and technology in the information society.
When we look at the concept of knowledge workers, which emerged with the information society, in terms of its importance in developing countries in the process of transition to this society, these countries need to improve themselves in many areas in order to train qualified workforce. Every step taken in this field brings countries closer to the information society process. Turkey, on the other hand, must equip its knowledge workers competently in order to improve itself according to the requirements of the information society. In this way, the transition to the information society process is gaining momentum day by day.
Keywords: Türkiye, Human Capital, Production Factors, Economy

1.GİRİŞ
Hızla değişim gösteren dünyamızda ekonomik, sosyal, siyasal, demografik ve teknolojik alanlarda da birçok değişim gözlenmektedir.Ulusal kültürlerin, ekonomilerin ve sınırların silikleştiği, politik kutuplaşmaların azaldığı, liberal eğilimlerin yaygınlaştığı, teknolojinin hızla ilerlediği, toplumsal hayatın büyük ölçüde global süreçler tarafından belirlendiği bir çağda bulunmaktayız (Aktan & Şen, Globalleşme, Ekonomik Kriz ve Türkiye, 1999)..
Yeni temel teknolojilerin değişim göstermesiyle ve toplumların bu yeniliklere uyum sağlamasıyla birlikte sanayi toplumu kavramının geride bırakılıp yaşanan teknoloji devrimleriyle yeni bir toplum yapısının ortaya çıkması, bilgi toplumu kavramının doğmasına neden olmuştur. Bilgi toplumunda işgücü denildiğinde, bu toplumun yüksek eğitimli ve yaratıcı çalışanları olan bilgi işçileri kavramı akıllara gelmelidir.
Bu çalışmada sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçişteki süreçte Türkiye'nin hangi noktada olduğuna, bilgi toplumunun temel taşı olan bilgi işçilerinin Türkiye açısından önemineve politika önerilerine yer verilecektir.

2. SANAYİ TOPLUMUNDAN BİLGİ TOPLUMUNA

Bilgi toplumu, yeni temel teknolojilerin ortaya çıkmasıyla birlikte bilgi sektörünün, üretiminin, sermayesinin ve nitelikli insan kaynaklarının önemli hale geldiği bir evrim aşamasını ifade eder. Eğitimin sürekliliği bu dönemde öne çıkar ve iletişim teknolojileri, bilgi otoyolları ve elektronik ticaret gibi yenilikler, toplumu ekonomik, sosyal, kültürel ve siyasal açılardan sanayi toplumunun ötesine taşıyan bir gelişmeyi temsil eder (Aktan & Vural, Bilgi Toplumu, Yeni Temel Teknolojiler ve Yeni Ekonomi, 2016). Bilgi toplumu kavramı, sosyo-ekonomik faaliyetlerin etkileşimli sayısal iletişim ağları ve yoğun teknoloji kullanımı ile şekillendiği bir dönemi ifade eder. Bu dönemin, 1950'lerde başladığı düşünülmektedir (Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, 2002).

Bilgi toplumları, meydana gelen gelişmeler sonucunda "sanayi-sonrası toplum" (Bell, 1973) olarak datanımlanmıştır. Günümüzdeki toplumsal yapının ve insanların mensup olduğu son çağ olarak da ifade edilebilen bilgi toplumu, geride bırakılan çağlara bakıldığında daha hızlı gelişmeler kaydedebilen bir toplum yapısı haline gelmiştir. Bunun nedeni, bilgi toplumu çağının her geçen gün gelişmekte olan teknoloji ile entegre biçimde ilerlemesidir. Bu ilerleyiş gelişmiş ülkelerde daha hızlı seyretmekte iken, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde çok daha yavaş seyretmektedir.

Gelişen teknoloji, senelerdir süregelen birçok mesleği geride bırakmıştır. Tarih boyunca bu sürece bakıldığında ilk olarak matbaa örneği karşımıza çıkmaktadır. Matbaa makinesinin icadı ile birçok el yazma sanatçısı işlerini kaybetmiş olsalar da hızlı ve nispeten insansız bir basım yöntemi ile bilgi, topluma çok daha hızlı bir şekilde yayılabilmiştir. Bu örneği, buharın itici gücünün keşfedilmesi ile başlayan sanayi devrimi ve bununla birlikte icat edilen birçok araçla çoğaltmak mümkündür. Sanayi devrimi sonucunda ise, endüstrileşme ve buna bağlı olarak artan hammadde ihtiyacı ile birlikte toplum yapısında birtakım değişiklikler meydana gelmiştir. Bu değişim ile ortaya çıkan yeni toplum yapısına ise "sanayi toplumu" denilmektedir (Şanlısoy, Bilgi Toplumunda Ortaya Çıkabilecek Sorunlar, 1998).

Günümüz bilgi toplumu ise genellikle gelişmiş ülkelerde şekillenen, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerin bu süreci takip ettiği bir kavramdır. Sanayi toplumundan sonra bu kavram, tüm dünya ülkelerini kısa sürede bu sayede etkisi altına almıştır. Bilgi toplumu ile tamamen entegre şekilde ilerleyen teknolojik gelişmeler, üretimde kullanılan hemen hemen tüm faktörlerin yeniden yapılanmasına neden olmuştur. Bunun yanı sıra iletişim ve haberleşme alanında meydana gelen gelişmeler,toplumun bilgiye ulaşabilme hızını arttırmıştır. Bu sayede çoğu bilginin elde edilebilirliği de artmıştır.

1960'lı yıllardan itibaren, gelişmiş ülkelerin toplumsal dokusunda önemli evrimler gözlemlenmiştir. Sanayi sektörünün gerilemesiyle birlikte, bilgi sektörü üretim ve istihdamda daha etkin hale gelmiştir. Bu değişimlerle birlikte, ekonomik güç artık bilgiye sahip olanlara odaklanmış ve bilgi toplumu, ekonomik alanda belirleyici bir faktör haline gelmiştir (Şanlısoy, 1998).

Sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçiş sürecinde bilgi işçilerinden bahsetmeden önce, bu iki toplumun özelliklerini karşılaştıracak olursak, ilk sırada sanayi toplumundaki maddi sermayenin yerini, insan faktörünün aldığını söylememiz gerekir. Sanayi toplumunda insanın niteliğine çok fazla bakılmadan devam eden bir süreç mevcutken, bilgi toplumunda ise nitelikli insan faktörüne ihtiyaç duyulmaktadır. Bir diğer fark, sanayi toplumunda emek gücüne ihtiyaç duyulurken bilgi toplumu işgücüne duyulan bu ihtiyacı azaltıp işgücünden de tasarruf sağlamaktadır. Sanayi toplumunda üretilen mal ve hizmetler, ihtiyaç duyulan hammaddeler kıttır ancak bilgi toplumunda böyle bir kıtlık söz konusu değildir. Bilgi kıt değildir, aksine kümülatif olarak ilerleme özelliğe sahiptir. Sanayi toplumunda fabrikaların yerleri belli bölgelerde ve sabit iken, bilgi toplumunda bilgi üretimi için sabit bir mekana ihtiyaç yoktur, bilgi her yerdedir. Bu iki toplumun karşılaştırmalı özelliklerini çoğaltabileceğimiz gibi buradan hareketle her iki toplum arasında ekonomik, sosyal ve politik açıdan da farklılıkların olduğunu yorumunu yapmamız mümkün olmaktadır.

Bilgi toplumunun temel özelliklerine bakacak olursak, ilk olarak bilişim teknolojilerinin, bu toplumun merkezinde olduğunu söylememiz gerekir. Bu bilişim temelli özelliğin yanı sıra;

1. Bilgi toplumu, geniş çapta bilgi üreten bir toplumun özelliğini taşır.
2. Bu toplumda bilgi, hayati bir kaynak olarak öne çıkar.
3. Hızlı bilgi artışı, değişim ve gelişmenin temel kaynağıdır bilgi toplumunda.
4. İş dünyasında, bilgi üreten ve çalışan sayısı arttıkça, bilgi birikimi seçiciliğe yol açar.

5. Gelişmiş bilgisayarlar, çeşitli yayın imkanları ve etkili bilgi iletişimi, dünyayı küçülten faktörler arasında yer alır.
6. Sürekli yeni bilgilerin ortaya çıkması, nitelikli yayınların artan miktarını gerektirir (Rukancı & Anameriç, 2004).

Bilgi toplumunun bu özelliklerin hareketle, bilgi toplumu seviyesine ulaşan toplumlar, yaşamlarının her alanında son gelişmelere uyum sağlayabilecek, bu yeni toplum biçimiyle farklı coğrafyalarda ve farklı kültürlerde birçok toplumla küreselleşmeyi yakalayabilecektir. Ancak bilgi toplumu seviyesine genellikle önce erişebilen ülkelergelişmiş ülkelerdir. Sürekli üreten ve bu üretimde devamlı olarak artış gösteren gelişmiş ülkeler, artık işgücü ve toprak yerine bilgiyi ve bilişim teknolojilerini ikame etmişlerdir. Bilişim teknolojilerini her alanda kullanan nitelikli insan profili yenilikçi, yaratıcı ve karşılaştığı sorunlar karşısında problem çözme yetisine sahip bir profildir. Bilgi toplumunun sunduğu fırsatları kullanabilen bireyler, diğer toplumlardan farklı olarak istediği her bilgiye anında ulaşabilme gibi bir ayrıcalığa sahiptir. Ulaşabildiği bilginin istediği kadarını depolayabilme, işleyebilme ve bunlardan yeni bilgiler üretme gibi çalışmaları da gerçekleştirebilirler. Bu sayede insanlığın hizmetine sunulan, sürekli ve kümülatif olarak ilerleyen bir bilginin varlığından da söz edebilmemiz mümkün olmaktadır.

Gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkeler ise, kısa sürede bilgi toplumu seviyesine ulaşmak için çaba göstermelilerdir. Çünkü bu değişimi yakalayamayan ülkeler, diğer ülkelerle bir rekabet içerisine giremeyecek ve uluslararası anlamdaki yeniliklerde adından söz ettiremeyeceklerdir.

3. BİLGİ İŞÇİLERİ VE ÖNEMİ

Bilgi toplumundaki en önemli bileşen olan insan faktörünü ele aldığımızda, insan sermayesi kavramı karşımıza çıkmaktadır. İnsan sermayesi, bireylerin yetenek, beceri ve bilgi seviyelerini geliştirmeyi ifade eder. Ekonomik açıdan bakıldığında, insan sermayesi birikimini artırarak bu sermayenin etkili bir şekilde kullanılmasını amaçlar (Tunç, 1998). Sanayi toplumundaki maddi sermayenin yerini, bilgi toplumunda ise bilgi ve insan sermayesi almıştır (Tunç & Aktan, 1998).İnsan sermayesini oluşturan eğitim, işle ilgili bilgi ve yenilikçilik gibi unsurlara baktığımızda aslında bunların bilgi işçilerini de oluşturan unsurların içinde olduğunu söylemek gerekmektedir.

Bilgi işçileri, kendi bilgi ve deneyimlerini kullanarak bilgisayara dayalı sistemlerde çalışan, yüksek eğitimli, uzmanlık alanlarına bağlı, kariyerlerine bağlı ve ofis sınırlarını aşan sorumluluklar üstlenen profesyonellerdir (Özgüler, 2004).Bu tanımda yer alan uzmanlık alanı kavramının yanı sıra bilgi işçisinin sorumluluk alması, görev bilincinde olması, disiplinle çalışması ve sorgulayıcı yapıda olması gibi özellikler piyasada bilgi işçilerinin rekabet edilebilirliğini arttıran unsurlardandır. Bu unsurların yanında teknoloji ile entegre şekilde çalışma, bilgisayar kullanımı, programlama gibi unsurların bilgi işçileri tarafından kullanımını da rekabet edilebilirliği arttıran unsurlar arasında göstermek mümkündür. Bilgi işçilerinin belirgin özellikleri arasında kolayca yerine konamama, güçlü pazarlık gücü, yüksek ücret seviyeleri, değişime adapte olabilme, belirsizlikle başa çıkabilme ve esnek örgütlenmeye uyum gibi faktörler bulunmaktadır (Şanlısoy, 2015). Bu nitelikler, bilgi çağına ayak uyduran ve işgücü dinamiklerinde yapısal değişimlere odaklanan ülkelerde, bilgi işçilerinin işgücü oranının artmasını kaçınılmaz kılmaktadır.

Günümüzde gelişmiş ülkelerin, teknolojiyi entegre ettiklerialanlardanaldıkları verimin, normale göre çok daha fazla olduğunu görmekteyiz. Buradan hareketlebilgi işçilerinin üreten ve yaratıcı insanlar olmaları sonucunda,gelişmiş ülkelerin toplumun her alanında yetiştirdiği bilgi işçilerinden faydalanmaları, bu ülkelerin uluslararası alanlarda önde olmalarını sağlamıştır. Bunu sağlamak için, ülkelerin bilime, teknolojiye, nitelikli insan yetiştirebilmek için eğitime ve insana yatırım yapmaya daha fazla önem vermeleri gerekmektedir.

4. TÜRKİYE'NİN BİLGİ TOPLUMUNA GEÇİŞ SÜRECİ

18. yüzyılda İngiltere'de sanayi devrimi ile birlikte başlayan teknolojik gelişmeler, sanayi ürünlerinin önem kazanması, ticaretin artması, işçi sınıfının ortaya çıkması gibi toplum, kültür ve eğitim alanını yakından ilgilendiren yeniden yapılanma süreci, sanayi toplumu kavramını ortaya çıkarmıştır.

Batı'nın aydınlanma çağı olarak da bahsedilen ve birçok yeniliğe öncülük eden bu zaman dilimine Osmanlı Devleti ne yazık ki yeteri kadar uyum sağlayamamıştır.
Türkiye'nin endüstrileşme süreci, Cumhuriyet dönemiyle başladı ve bu nedenle sanayileşme çabaları, Avrupa'dan 150 yıl sonra sağlam bir temel kazandı. Osmanlı Devleti'nde 19. yüzyıldan itibaren küçük çaplı gelişmeler görülmüş olsa da, büyük ölçekli sanayileşme adımları Cumhuriyet döneminde atıldı (Özen, 1997). Geç kalmış bir altyapıya sahip olma durumu, diğer ülkelerle kıyaslandığında günümüzde bile etkilerini sürdürüyor.
Endüstri, gelişmiş ülkelerde üretim ve istihdam açısından geçmişteki etkisini kaybetmekte; bu yerine, enformasyon ve bilgi hizmetlerinin toplum üzerindeki etkisi hızla artmaktadır, şeklinde de ifade edebiliriz (Bozkurt, 1996).Ancak ülkemize baktığımızda henüz halen daha tam olarak sanayileşmiş bir toplumdan bahsedemediğimiz için Türkiye'yi yarı-sanayileşmiş bir toplum olarak tanımlayabiliriz. Türkiye'ye bilginin ve bilişim teknolojilerinin kullanımı ve üretimi açısından bakıldığında ise, günlük hayatta kullanılan teknolojik alt yapılı ürünlerin hemen hemen çoğunu ithal ettiği görülmektedir. Günümüzde sanayileşmiş ve bilgi odaklı toplumlara baktığımızda, bu toplumların genelde teknoloji üretebilecek bir kapasiteye sahip olduklarını gözlemlemekteyiz (Erkan, 1998).
Türkiye, tarım kökenli bir geçmişten tamamen kurtulamayarak, sanayi ve hizmet sektörlerini istenilen düzeyde geliştirememiştir. Sanayi toplumu evresini atlamak ve doğrudan bilgi toplumu olmak, pratikte gerçekleştirilebilir bir hedef gibi görünmemektedir (Kocacık, 2003). Tarım ya da sanayi toplumunun aksine, bilgi toplumundaki kaynak bilişim teknolojileri ve nitelikli insan sermayesidir. Bu açıdan, henüz sanayileşme sürecini tamamlayamayan Türkiye için, bilgi toplumuna geçiş süreci gelişmiş ülkelerdeki kadar toplumun refahını arttırmayacaktır. Bunun nedenlerinden biri ise, henüz teknoloji üretemeyen bir ülkenin, tamamen teknoloji odaklı bir seviyeye çıkmaya çalışırken bu teknolojileri dışarıdan satın almasıdır. Bu noktada ortaya çıkacak olan olumsuzluklar, gelişmiş ülkelerin bilgi toplumuna geçişindeki topluma sağlamış olduğu refah ve uyumun gelişmekte olan ülkelerde görülebilmesine engel olmaktadır.

Ülkeler	**2010**	**2015**	**2019**
Türkiye	17.360	25.856	27.600
Danimarka	43.041	49.058	60.308
Fransa	35.939	40.830	49.226
Almanya	39.707	47.610	55.891
Yunanistan	27.934	26.721	30.869
İsviçre	54.810	66.020	73.114
Bulgaristan	14.605	18.343	24.579
İspanya	31.717	34.929	42.212
Macaristan	21.717	26.777	33.950
Japonya	34.994	40.398	42.386
Meksika	15.258	18.455	20.739

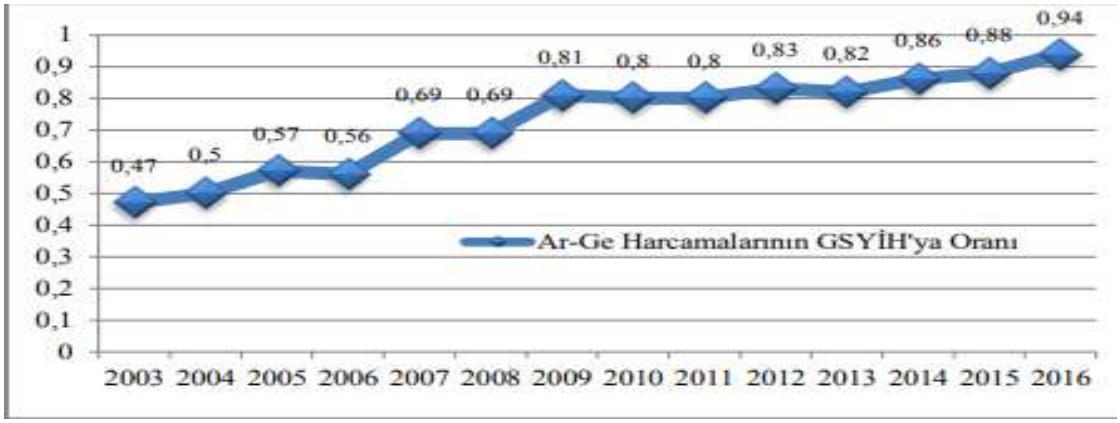
Tablo 25: *Bazı ülkeler itibariyle kişi başına GSYİH (ABD Doları)*
Kaynak: TÜİK İstatistikleri'nden düzenlenmiştir.

Bir ülkenin kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasılası (KBGSYİH), sadece vatandaşların ortalama refah düzeyini değil, aynı zamanda bireylerin bilgi ve iletişim teknolojilerine erişim olanaklarını da yansıtarak önemli bir ölçüdür (Şanlısoy, Türk Cumhuriyetleri'nin Bilgi Ekonomisi Analizi, 2015).Buradan hareketle Tablo 1'e bakıldığında bazı ülkelerin 2010-2015 ve 2019 yıllarındaki kişi başına GSYİH oranlarını görmekteyiz. Gelişmiş ülkelerin kişi başına düşen GSYİH'si için gelişmekte olan ülkelerinkine göre yüksek seyretmektedir.

Kişi başına GSYİH göstergesi yüksek olan bu ülkelerdeki kişiler, gelişmekte olan ülkelerdeki kişilere göre bilgi ve iletişim teknolojilerine daha hızlı ve kolay ulaşabilmektedirler. Çünkü yüksek gelirli bireyler, bilgiye ulaşma, teknoloji vb. gibi durumlara gelirlerinden daha fazla pay ayırabilme şansına sahiptirler. Gelişmekte olan ülkeler ise, teknolojileri kendileri üretmeyip ithal ettikleri için birçok olumsuzlukla karşılaşmaktadırlar.

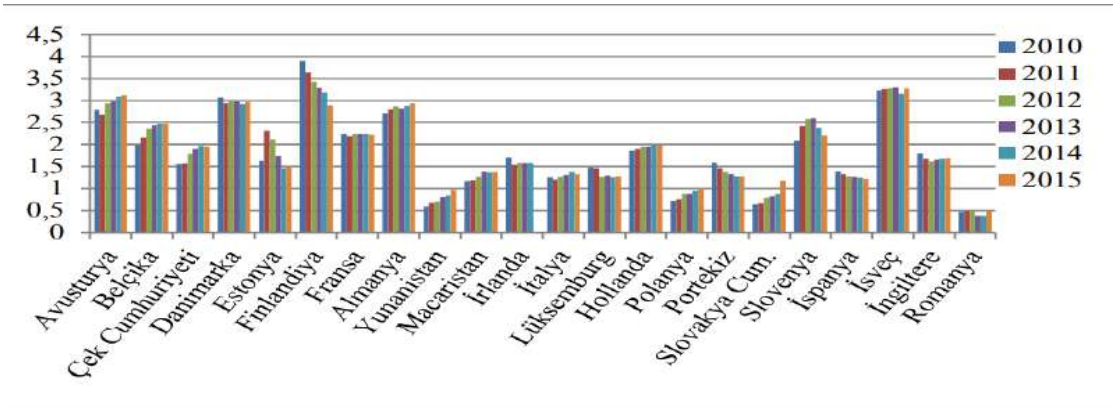
Bilgi toplumu, nitelikli işgücünü beraberinde getirerek, nitelik eksikliğinin yaşanması bireyler ve firmalar için sorunlara yol açabilmektedir. Bilgi toplumunun oluşumunda, bilişim teknolojilerinin merkezi bir rol oynamaktadır. Ancak Türkiye'de, ne sanayi toplumunun ne de bilgi toplumunun gereken teknolojik altyapıyı yeterince üretebilmiş durumda değildir (Aktel, 2003). Buradan hareketle, bilgi toplumunun teknolojilerini ülkemizin geliştirebilmesi için Ar-Ge çalışmalarına katkıda bulunulması gerekir.

Grafik 1: *Türkiye'de Ar-Ge Harcamalarının GSYİH'ye Oranı (%)*
Kaynak: TÜİK, (2018), Temel İstatistikler
(Yıldırım & Göze Kaya, 2019)



Ar-Ge göstergeleri, bir ülkenin ekonomik refah seviyesini, sanayileşme stratejisini ve teknolojik düzeyini belirleyen önemli göstergelerdir. Buradan hareketle Grafik 1'e bakıldığında, Türkiye'de yapılan Ar-Ge harcamalarının GSYİH'ye oranı görülmektedir. Bu grafikle birlikte 2003 yılından 2006 yılına dek hemen hemen her yıl ar-ge harcamalarının artış gösterdiğini söylemek mümkündür.

Grafik 2: AB Ar-Ge Harcamalarının GSYH'ya Oranı (2010-2015)
Kaynak: OECD, Main Science and Technology Indicators, Volume 2017/1, s.32-38
(Yıldırım & Göze Kaya, 2019)



Ancak Grafik 2'de yer alan Avrupa ülkelerinin ar-ge harcamalarına bakıldığında ülkemizin ar-ge harcamalarına çok daha fazla kaynak ayırması gerektiğini söylemek mümkündür.

Verimliliğin sağlanması, küreselleşmenin gerçekleşebilmesi ve uluslararası açıdan her anlamda rekabet edilebilir bir ülke olmanın gerekliliklerinin başında ar-ge harcamaları gelmektedir. Bu açıdan ülkemizin ar-ge giderlerine daha fazla kaynak ayırarak AB ülkelerinin ortalamalarına yaklaşması gerekmektedir. Bu şekilde bilgi toplumuna geçiş sürecinde büyük bir adım daha atılmış olur.

5.SONUÇ VE POLİTİKA ÖNERİLERİ

Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülkenin sanayi toplumu sürecini tamamen geride bırakıp bilgi toplumu sürecine geçiş yapabilmesi için öncelikle bilgi işçilerine büyük önem vermesi gerekmektedir. Bunun nedeni bilgi toplumu sürecinde, sanayi toplumu sürecinin tersine bu toplumdaki sermayenin nitelikli işgücü olmasıdır. Nitelikli işgücünü yaratmanın sonucunda da yüksek kabiliyetli, sorumluluk alabilen, disiplinli çalışan ve sorgulayıcı bilgi işçileri yetiştirilmiş olur.

Ülkelerin bilgi toplumunun ihtiyacı olan nitelikli işgücünü, nitelikli insanı yetiştirebilmek için öncelikle kapsamlı ve yenilikçi bir eğitim sistemine sahip olması gerekmektedir. Türkiye'de eğitim sistemi, sorgulama becerisinden uzak, öğrencilere bilgi aktarımına odaklanan ve genellikle sınavlarda öğrenilen bilgilerin geri istendiği bir ezberci yaklaşıma dayanmaktadır. Ancak, öğrencilere aktarılan bilgilerin pratik kullanımını değerlendirmek amacıyla yapılan değerlendirmeler sınırlıdır. Bu durum, yenilikçi, yaratıcı ve problem çözme yeteneklerini geliştirmenin kısıtlı olduğu anlamına gelmektedir. Türkiye'nin nitelikli bireyler yetiştirebilmesi için eğitim sisteminde yapısal değişikliklere gitmesi gerekmektedir. Eğitim sisteminde yapılmak istenen yenilikçi girişimleri desteklemeli ve birtakım düzenlemeleri zorunlu kılmalıdır.

Bunun yanı sıra robotik kodlama eğitimleri gibi bireye henüz küçük yaştan teknolojiyi üretebilme eğitimleri verilmelidir. Bu tarz teknolojik altyapıyı bireylerde küçük yaşlarda oluşturabilecek eğitimlerin yalnızca özel okullarla sınırlı kalmaması, devlet tarafından desteklenip devlet okullarında da uzmanlar tarafından verilmesi gerekmektedir.

Devlet üniversitelerindeki yazılım, kodlama ve mühendislik gibi teknolojik altyapı gerektiren fakültelere uygulama laboratuvarlarının yapımı desteklenmeli, buradaki öğrencilerin projelerini uluslararası alanlarda tanıtabilmeleri adına verilen burslar ise arttırılmalıdır.

Devletin yerli teknoloji markalarının yatırımda öncelikli bölgelerde fabrika kurup istihdam yaratabilmesi açısından desteklemesi hem bu bölgelerdeki işsizliği azaltacak hem de yerli teknoloji markalarının ürün üretmelerine destek sağlayacaktır.

Bilgiye ulaşmak için iletişimin, internetin yani kısacası teknolojinin vazgeçilmez olduğunu söylemek mümkündür. Bilgilerin ülkedeki tüm topluma yayılabilmesini sağlamak için farklı teknolojilerin, ülkelerin kendileri tarafından üretilmesi, yaygınlaştırılması ve her geçen gün geliştirilmesi gerekmektedir. Tüm bu öneriler ve çok daha fazlası hayata geçirildiğinde Türkiye, kendi teknolojisini kendisi üretmiş olacak ve bilgi toplumunda asıl ihtiyacı olan teknolojiyi ithal etmek durumunda kalmayacaktır. Bu sayede bilgi toplumu çağında olan ülkeler arasındaki rekabette kendi adından söz ettirebilecek ve rekabet edilebilirliğini arttırmış hale gelecektir.

KAYNAKÇA

Aktan, C., & Şen, H. (1999). *Globalleşme, Ekonomik Kriz ve Türkiye.* Ankara: TOSYÖV Yayınları.

Aktan, C., & Vural, İ. (2016). Bilgi Toplumu, Yeni Temel Teknolojiler ve Yeni Ekonomi. *Yeni Türkiye Dergisi Bilim ve Teknoloji Özel Sayısı*.

Aktel, M. (2003). *Küreselleşme ve Türk Kamu Yönetimi.* Ankara: Asil Yayın Dağıtım.

Bell, D. (1973). *The Coming of Post Industrial Societies.* New York: Basic Books.

Bozkurt, V. (1996). *Enformasyon Toplumu ve Türkiye.* İstanbul: Sistem Yayıncılık.

Erkan, H. (1998). *Bilgi Toplumu ve Ekonomik Gelişme.* Ankara: Türkiye İş Bankası Yayınları.

Güldiken, N. (2006). "Türkiye'de Sanayi-Teknoloji-Kobi Politikalarına Eleştirel Bir Yaklaşım". *C.Ü. İ.İ.B. Dergisi*, 139-156.

Kocacık, F. (2003). Bilgi Toplumu ve Türkiye. *C.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi* .

Özen, S. (1997). *Bilgi Toplumuna Geçiş Sürecinde İşgücü Eğitimi.* Bursa: Uludağ Üniversitesi.

Özgüler, C. (2004). Yeni Ekonomide Bilişim İletişim Teknolojileri (Bit) Ve Bilgi İşçileri. *İş, Güç Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi*.

Rukancı , F., & Anameriç, H. (2004). "Bilgi Toplumu ve Toplumun Bilgilenmesinde Kütüphanelerin Rolü. *Kütüphaneciliğin Destanı Uluslararası Sempozyumu.* Ankara.

Şanlısoy, S. (1998). Bilgi Toplumunda Ortaya Çıkabilecek Sorunlar. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 169-184.

Şanlısoy, S. (2015). Türk Cumhuriyetleri'nin Bilgi Ekonomisi Analizi. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 101-122.

Tunç, M. (1998). Kalkınmada İnsan Sermayesi: İç Getiri Oranı Yaklaşımı ve Türkiye Uygulaması . *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 83-106.

Tunç, M., & Aktan, C. (1998). Bilgi Toplumu ve Türkiye. *Yeni Türkiye Dergisi*, 118-134.

Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu. (2002). *Bilgi Toplumu Politikaları Üzerine Bir Değerlendirme.* Ankara: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu.

Yıldırım , C., & Göze Kaya, D. (2019). Ar-Ge Harcamalarının Gelişimi:TR-AB Üzerine Bir Değerlendirme. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 791-812.

14th International
ZEUGMA CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
(THE PROCEEDINGS BOOK)
Septembler 9-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye
www.zeugmakongresi.org/

KÜRESELLEŞMENİN SOSYO-EKONOMİK YANSIMALARI

Prof. Dr. Salih ÖZTÜRK
TNKÜ İktisat Bölümü

Engin Ege MAVİSU
TNKÜ Çalışma İktisadı Anabilim Dalı

ÖZET
Bu Çalışmada Türkiye'de uygulanan iktisat politikalarından kısaca bahsettikten sonra küreselleşme ve bu politikanın ülkenin sosyo-ekonomik anlamda etkilendiği tarafları inceler.Cumhuriyetin kuruluşundan buy ana birçok politika denenmiş olup her birinin olumlu olumsuz yanları olmuştur. Küreselleşme ekonomisi her ne kadar planlı bir şekilde gerçekleşmemiş de olsa değişen dünya düzeninde büyük ekonomiler ile aranın açılmaması ve ülke ekonomisinin yararına olduğu düşünülen büyüme fikri bu ekonomiye geçişte veya mevcut ekonomi politikalarını destekleyici olması sebebiyle hayatımıza girmiştir.Hane halkı, eğitim düzeyi,ekonomi ve ekonomik çevre gibi unsurların incelenerek küreselleşme nin Türkiye ekonomisine etkisi olumlu ve olumsuz yönleri ile açıklanmıştır.
Anahtar Kelimeler: Küreselleşme,Türkiye,İktisat Politikaları,Ekonomik Büyüme,Sosyo-Ekonomik.

SOCIO-ECONOMIC IMPLICATIONS OF GLOBALIZATION

ABSTRACT
After briefly talking about the economic policies implemented in Turkey, this study examines globalization and the socio-economic aspects of the country affected by this policy. Many policies have been tried since the founding of the Turkish Republic, and each of them has had positive and negative aspects. Even though the globalization economy has not been realized in a planned way, the idea of growth, which is thought to be for the benefit of the country's economy and to keep the distance from the big economies in the changing world order, has entered our lives due to the transition to this economy or to support the current economic policies. It was stated that factors such as household, education level, economy and economic environment are increasingly explained by the positive and negative effects of globalization on the Turkish economy.
Keywords: Globalization, Türkiye, Economic Policies, Economic Growth, Socio-Economic

1.GIRIŞ
Küreselleşmenin dünya üzerindeki gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki etkisi çok büyük olmakla birlikte değişen dünya düzeninde her geçen gün daha kritik bir pozisyon almaktadır. Bu değeri daha kıymetli kılan ülkelerin aralarındaki ticari bağ ve ekonomik yapılarına göstermiş olduğu güç, baskı ve tandem ile değerlendirildiğinde yaşamdan siyasete politikadan ekonomiye her anlamda ülkelerin bu değer yapılarını etkilediği bir gerçektir.Bu çalışmada küreselleşmenin sosyo–ekonomik yansımalarının üzerinde dururken ülkemizdeki demografik yapıyı incelerken bu bağlamdaki göstergelerin güçlü yönleri, zayıf tarafları ve gelişmiş iller üzerindeki etkisini ortaya koyacaktır.Bu karşılaştırma ülke ekonomisinin ihtiyaç duyduğu gelişim ve atılıma küreselleşme sayesenide ulaşabileceği veya en azından küreselleşmenin pozitif etkileri sayesinde günümüz dünyasında ulaşabildiği kuramını destekleyecektir. Türkiyede uygulanan iktisat politikaları incelendiğinde 20. Yüzyıl bitişi ve 21. Yüzyıl başlangıcında Türkiyede yeni devlet anlayışı olarak Kürselleşme de kendinden bahsettirmektedir. Liberalleşme, Serbest piyasa ekonomisi ve rekabet unsurları bu süreçte ekonomide kürselleşme için önemli rol oynamıştır. Bu çalışmada 1980 sonrası uygulanan küreselleşme ekonomi politikası üzerinde durulmaktadır.

2. TÜRKIYEDE UYGULANMIŞ İKTISAT POLITIKALARI (1923-1980)

1923-1932 Dönemi: Bu dönemde devlet serbest piyasa ekonomisine destek vermiştir. Özel girişimciliği desteklemek içinse çalışmalar başlatılmıştır.

1932-1950 Dönemi: Bu dönemde Türkiye siyasi kutuplaşmanın da etkisiyle devletçi ekonomik kalkınma modeline geçmiştir. Türkiye ekonomik zemin hazırlığı olmaması sebebiyle kapitalizm ile Sovyet modeli arasında kalınmıştır.

1950-1960 Dönemi: Serbest piyasa ekonomisine geçilirken devletçi politika artık uygulanmamaya başlanmıştır.

1960-1980 Dönemi: Çok sayıda kalkınma planu uygunanmaya çalışılmış olup hiçbirinden fayda sağlanamamıştır.

1980 Sonrası Dönem: Türkiye, küresel ekonomiye katılma ve dışa açılma gibi amaçlarla düzenlemeler yapmıştır. Türkiye ekonomisi, dışa kapalı bir model yerine dışa açık, küresel ekonomi ile uyum içerisinde olan serbest ekonomi modeline geçmiştir.

3.KÜRESELLEŞMENIN TANIMI

Küreselleşme, malların, hizmetlerin, insanların, sermayenin ve fikirlerin dünya çapında artan karşılıklı bağımlılığı olarak tanımlanabilir. Küreselleşme, günden güne dünya üzerindeki değişik sektörleri ve kişileri etkisi altına almakta ve bu sayede içine kattığı farklı açılım ve aksiyonlar ile günümüzdeki bağlamını güçlendirerek katlamaktadır. (Bayar, 2018:25).

Eski bir süreci yeni bir tanımla ifade eden (Ellwood, 2002:13) ve günümüz yaşantısını çoğu zaman tasfir etse de genel geçer bir kavram olarak ve herkes tarafından da aynı ölçüde Kabul edilen bir tanımı ne yazık ki bulunmamaktadır. Zengingönül bu küreselleşme tanımı için herkesin aynı zeminde farklı kelimeler ile yaptığı tasfiri yine hiçbirinin aynı anlama çıkan bir tanım üzerinde fikirdaş olamamasından bahseder.(Zengingönül,2004:12). Bu herkesin bir açıklama getirdiği fakat ortak bir tanımlama yapamadığı kavram aslında yine tam olarak açıklanamamakla birlikte ülkeleri bölgelerinde yaşayan toplum ve devletler arasındaki iletişimin ve etkileşimin artması ve karşılıklı bağımlı hale gelinmesi olarak ifade edilebilir. Küreselleşme kavramı ilk kez İngiliz n ürettikleri hizmet ve malların birbirleri arasında ticari objeye dönüşmesi, her ürünün aslında üreticisi olmamasına ragmen o coğrafyada da kullanımını sağlayan bir araç konumundadır. İktisatçı W.Foter'in 1833'de kaleme aldığı dünya üstündeki mal ve hizmetlerin dağıtılması ve tüketimi içerikli bir makalede kullanılmış olup, sonrasında 1959 yılında The Economist dergisinin bir köşesinde söz edilmiştir. Küreselleşmenin bu çağda bu kadar etkili bir araç olarak kullanılmasıysa Garett Hardin'in 1968 yılında kaleme aldığı kaynakların ortak kullanımı ve tüketim amaçlı düşüncesine çıktığı yönünde Kabul gören bir olgu vardır. (Karabıçak,2002,116). Küreselleşme, bir çok akademisyen ve yazar tarafından ekonomik bir olgu olarak Kabul edilmektedir. Fakat bu olgu sadece ekonomik bir pencereden görülemez, ülkelerin bu ortak kullanımı ve ticari paylaşımı kültürlerini,sosyo-ekonomik hayatlarını hatta rarihlerini dahi etkilemiş durumdadır.

4.KÜRESELLEŞMENIN TARIHI

Küreselleşme aslında üretim ve tüketim dengesindeki ekonomik çıkarın dünya çağında yayılımı ve diğer uluslar ile paylaşımı anlamı da taşımaktadır. İlk küresel hareket Denizcilik alanındaki olumlu ilerlemeler, telefon'un bulunmasına kadar katedilen mesafe ve raylı sistemlerin ilk adımları neticesinde Avrupa ülkelerinin elde etmediği (edemediği) uzak ülkelere siyasi, militarist ve ekonomik dışa vurumunu aktarması için içbir yapı taşı olmuştur. (Oran,2001:5). Bir de bu yaşanan gelişmeler sonucu mal ve hizmetlerin ortaya çıkması yani üretim konusunda ülkelerin kendilerini geliştirmeleri ve diğerlerinden farklı çalıan çarklar inşa etmeleri gerçeğini ortaya koymuştur.

Birinci dünya savaşı ve ikinci dünya savaşı ara döneminde , bu yayılmanın nispeten yavaşlayıp durma seviyesine geldiği zamanlar yaşanmıştır. 1914 yılında Birinci Dünya Savaşının çıkması, 1929'da Büyük Buhran'ın oluşması ardından İkinci Dünya savaşına geçen yıllar bu aşamayı epey ağırlaştırmıştır.(Aktan ve Şen,1999:10). Bu oluşan krizler ve çıkan savaşlar neticesinde küreselleşme özelinde farklı bir hantallık,hatta ters yönde etkiler görülmüş olup küreselleşmeden uzak bir ortama doğru sürüklenmiştir.

Bu savaşlar sonrası oluşan ekonomik ortamda ticari ilişkiler zayıflamış,yatırımlar durmuştur. Bu ortamı hareketlendirmek ve küreselleşmeye ivme kazandırmak maksatlı Dünya bankası ile IMF sıkılaşmanın ve regülasyonların önüne geçebilmek amacıyla çalışmalar yürütmüştür. bundan sonra sermaye dolaşımı üzerindeki kısıtlamaların zamanla kaldırıldığını ve 80 li yılların başlarında uluslararası sermaye dolaşımının ivme kazandığı bilhassa 90'lara girerken Sovyetler Birliğinin dağılması ile ekonomik ortamın kayda değer manada küreselleştiği farkedilmektedir. Bu dönemde küreselleşmenin önünü açmak anlamında Dünya bankası,IMF ve diğer kuruluşlar elini taşın altına koymuş, sürece destek olmuşlardır.

Birçoğu ikinci dünya savaşı esnasında varolmuş ve Amerika çıkarları doğrultusunda hareket eden bu kurumlar ve bu kuruluşların da katkısıyla Aktan ve Şen'e göre 50 li ve 60 lı yıllarda küreselleşmenin bir farklı versiyonunu ortaya çıkartmışlardır. İkinci küreselleşme olarak beliren bu furya 70 li yıllarda etki göstermiştir. Bu yıllarda döviz kuru mantığından uzaklaşılmış, ekonomik seviyeleri yüksek ülkeler çeşitli yasakları ve ambargoları bir bir kaldırmış, bu da ekonomik gelişimi ve küreselleşmeyi hızlandırmıştır.(Aktan ve Şen, 1999:11). 70 lerin küreselleşme ivmesinin sebebi bu ülkelerin Ticaret kapılarını açmaları ve teknolojik gelişmeler ile birbirlerini olumlu etkilemeleri büyük rol oynamıştır. Bu sebeple 1975-1979 arası gelişmiş uluslar ticaretin gelişmesi için küreselleşmeye ve teknolojik açıdan üretim fonksiyonlarının yayılımına ihtiyacı kabul etmişlerdir. Aslan'a göre; "bilhassa, gelişmiş ülkelerde ikinci dünya savaşı teknolojik üstünlük ve egemenliğe dayalı sistemde, ülke içindeki üretim dengelerine önem verme başarılı olmuştur. 1971 sonrasında şartların farklı hale gelmesi belli başlı politika değişimini zorunlu kılmıştır.(Aslan,2005:5). Bu dönemlerden sonra gerçekleşen küreselleşme adımları daha çok teknolojik,üretimi etkileyen ve insanların yaşama ortamları ile bağlantılı kısımları kapsamakta, 1980'lerin sonrası için üçüncü dalga küresel hareket tanımlaması yapılmaktadır.

Bu dönem rekabetin artması, üretimlerde kullanılan fabrikalaşma teknolojik gelişmeler ve yetişmesi güç değişen politikalar ile ses getirmiştir.90 lara girerken Balkanlarda yaşanan gerilim ve savaş ortamı bu gelişmiş ülkelerin küreselleşmeyi kendi çıkarlarına göre şekillendirme becerisini geliştirmiştir.Savaş halindeki karışık ülkeler fakirleşmeye ve dışa bağımlılığa, küreselleşme ve teknolojik gelişime bağlı üretim konusunda belli yere gelmiş ülkeler zenginleşmeye devam etmektedir. Bu ülkeler de azalan gergin ortam sonrası diğer gelişmiş ülkeleri ekonomik açıdan yakalamaya başlayacaktır. (Aktan ve Şen,1999:12). Bu üçüncü küreselleşme çağının en kritik noktası bilgi ve teknolojiyi arayan,her zaman daha iyisine çabalayan ülkelerin Bilgi'ye ulaşması amaçlı Bilgi Çağı olarak tarihe geçecektir. Oran ise bu gelinen noktayı onar yıllık periyotlar şeklinde sıralamıştır.(Oran,2001:9).

- 1970 li yıllarda , uluslararası ticaret yapan işletmelerin evrensel piyasada söz sahibi olma durumu;
- 1980 li yıllarda Batılı ülkelerinin teknolojik gelişmeler ışığında ekonomilerini iyi hale getirmiş olma durumu;
- 1990 lı yıllarda Sovyetler'in isyan ve savaşlar ile yok olması neticesinde dünyadaki dengelerin değişmesi ve Batılı ülkelerin bu dağılmayı fırsata çevrecek kendi etrafındaki ülkelerle birleşimi sonrası gücü kendi tarafına geçirmesi yaşanmıştır.

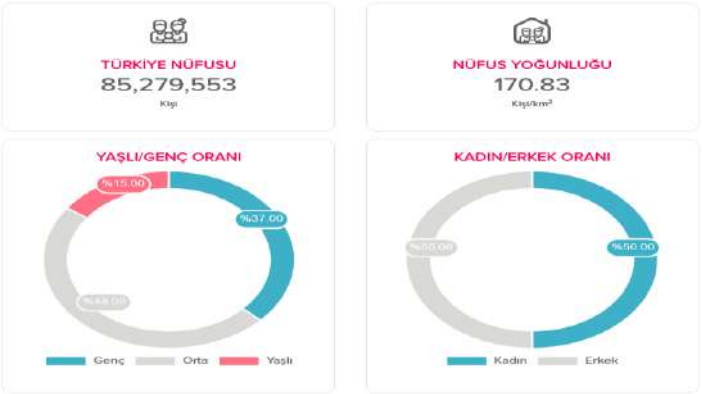
1990 lar sonrası mevzubahis olan üçüncü furya küresel hareket için internet ve inteynet kullanımının artması, internetin yayılımını destekleyici gelişmeler önemli olmuştur. Bu süreçte ulusları birbirinden haberdar eden internet bu küreselleşme adımlarının atılmasını çok kolay hale getirmiştir.(Aktan ve Şen,1999:12).

Yaşanan ve ortaya çıkan tüm küreselleşme çabaları/hareketleri için de lojistik ve ulaştırma gelişmeleri belirleyici olmuştur. Tüm küreselleşmelerin gerçekleşmesinde yıldız rol oynamıştır. 3.Küresel hareketin karakteristik huyundan en önemlisi ülkeler arası ulaştırma kabiliyetlerinin gelişimi , sınırların kolay aşımı , hem demiryolunda hem denizyolu ulaşımındaki gelişmeler'e ek olarak havayolu taşımacılığı da hayata geçerek bu yapının oluşmasında önemli rol oynamıştır. Çoğu yazar günümüz küresel dönemini bu dönemdeki gelişme ve atılımlar ile bağdaştırmaktadır. (Atasoy, 2005:156).

5.SOSYO-EKONOMIK GELIŞMIŞLIK DÜZEYINDE TÜRKIYE İNCELEMESI

Ulusların uygarlık seviyesine göre kategorilendirilmesinde soyo-ekonomik etkilerin rolü yadsınamaz seviyededir. Sosyo-ekonomik gelişim ülkenin ekonomik açıdan gelişmesinin ötesinde , toplum yapısını da olumlu manada geliştiren,kültürü arttıran bir olgudur.

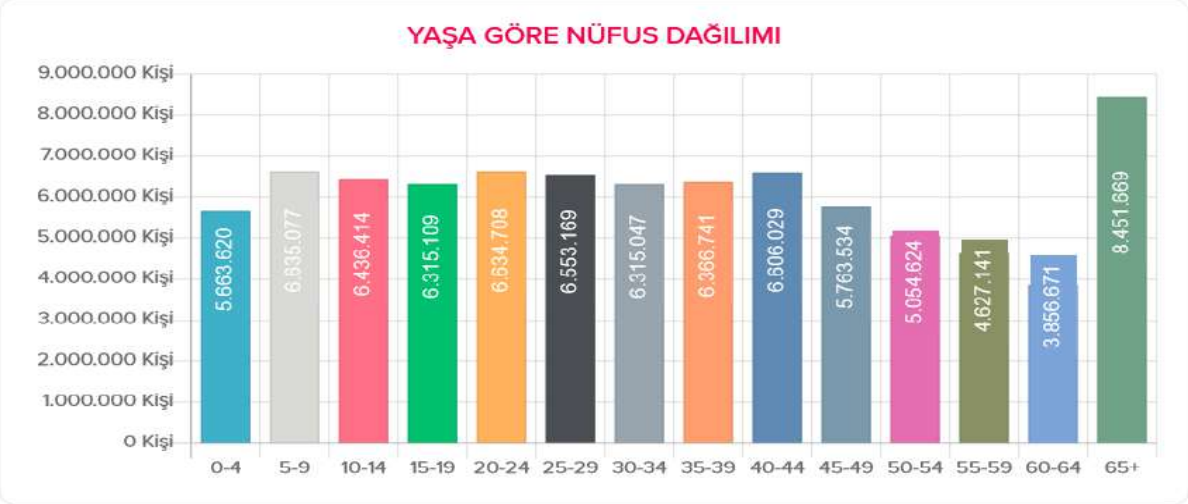
Belli kısım göstergelere bakıldığında sosyal göstergeler için ülke nüfusu, işsizlik, okuryazarlık ve eğitim seviyesi , sağlık alanındaki gelişmeler, alt ve üst yapı ve diğer gelişmişlik göstergeleri, finansal göstergeler olarak ihracat/ithalat dengesi ağır sanayi, yapı sektörü, hayvancılık ve zirai işler ile ekonomik çıktılar incelenmektedir. (Erol 2013:199).
Sosyo-ekonomik gelişim küreselleşmeyi tam anlamıyla benimsemiş ve yönetim biçimine uygulamış milletler için kaçınılmazdır. Bunun sonucunda genellikle beklenmedik sorunlar da ortaya çıkabilir. Artan nüfus ve işgücü hareketliliği bunlara örnek gösterilebilir. Nüfus göçleri de ülkelerde sosyoekonomik gelişim gösteren metropol olarak adlandırdığımız birçok sektörden iş hacminin bulunduğu kültürel olanakların sosyal ativitelerin bolca organize edildiği yerlere doğru eğilim gösterir. Bu bölgesel gelişim bazen Ülkenin diğer il veya bölgelerinde eşitsiz gelişime ve birçok soruna yol açabilir. Bu tip gelişimleri atılımları sadece tek bir veya birkaç şehir üzerinde değil toplumsal politikalar ve yönetim felsefesiyle bütünleştirip ülkenin geneine yaymak bu hadisenin elzem kısmıdır.



Grafik Görsel 1: Nüfus Dağılımı Türkiye 2023 (* Türkiye İstatistik Kurumu verilerine dayanmaktadır.)

5.1. Yaş Dağılımı

Sosyo-Ekonominin mevzubahis olduğu gelişmiş veya gelişmekte olan kentler/ülkeler için yaş dağılımı konusu belirleyici konumda olmasa da dikkat çekici bir göstergedir. 25-29 ve 30-34 yaş Eğitimini tamamlamış ve kent ekonomisine direct katkı sağlayacak genç nüfus yoğunluğu bu kısımda önemlidir. Yeni doğan veya 60+ yaş grubunun yoğun olduğu bölgelerde işgücüne katılım da bu oranda düşük olacağı için ne yazık ki ekonomik gelişim bir nokta tıkanma noktasına gelecektir.



Grafik Görsel 2: Türkiye yaşa göre nüfus dağılımı 2023 (* Türkiye İstatistik Kurumu verilerine dayanmaktadır.)

5.2 Eğitim Düzeyi

Örneklemelere Türkiye üzerinden devam ettiğimizde eğitim düzeyinin avrupa ülkelerine göre bir kademe aşağıda kaldığı görülmektedir. Öncelikle aşağıda Görsel 1'de görüleceği üzere sürdürülebilir refah haritasında kuzey iskandinavya ülkelerinin başarısını, Türkiye ve doğu balkan ülkelerindeki düşük oranın göze çarptığını görebiliyoruz.

Görsel 1. Sürdürülebilir Refah Düzeyi Haritası (Boston Consulting Group, webtekno.com)

Yukarıdaki görselde özeti bulunduğu üzere, 44 farklı çıktı incelenerek ve bu çıktılar ışığında ülkelerin 'sürekli gelişim' seviyesini ölçümleyecek bir methot bulunmuştur. Ülkedeki kişisel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla tüm çıktılar arasında sadece tek bir tanesidir. GSYH 'dan başka işsizlik oranı, enflasyon, pandemiler, hayat kalitesi beklentisi, eğitim-öğretim hayatındaki koşullar ve ulaşılabilir eğitim, şehirlerin altyapılarının durumu, çevresel faktörler, demokrasi ve basında özgürlük ve daha bir çok kategoride ülkeler incelendi.

Yukarıdaki harita üzerinde iskandinav ülkeleri incelendiğinde gelişmişlik seviyesinin üstlerde olduğu görülmektedir. Balkan ülkeleri ise tam tersi bir görünüm vermektedir.

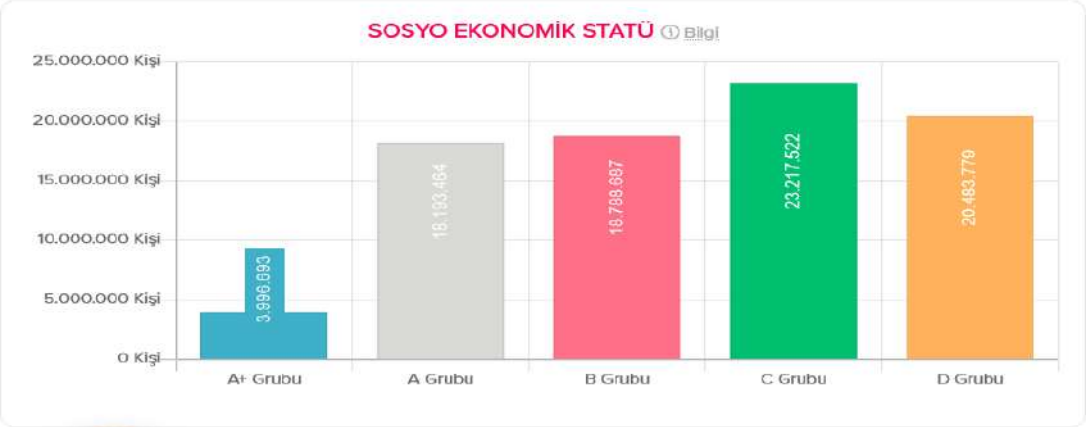
Türkiye %53.1 sürekli gelişim düzeyiyle tüm Avrupa ülkeleri arasında Sıbistan ile aynı noktada yer bulup 34. Sıradadır. Yukarıda bahsdilmeyen fakat dünya üzerindeki etkisi büyük ekonomilerinden Amerika Birleşik Devletleri %83.7, Japonya %81.3, Brezilya %49.3, Çin %46.5 ve Hindistan'ın %32.6'lik sürdürülebilir refah düzeyinde olduğu bilinmektedir.

Türkiye içindeki dengeye bakacak olursak En yüksek ortalama "Lise Mezunu" seviyesinde, Büyükşehirlerimiz İstanbul, Ankara, İzmir, Antalya, Bursa şeklinde devam etmektedir.

Görsel Grafik 3: Eğitim Düzeyi Türkiye 2023 (* Türkiye İstatistik Kurumu verilerine dayanmaktadır.)

5.3. Sosyo Ekonomik Statü

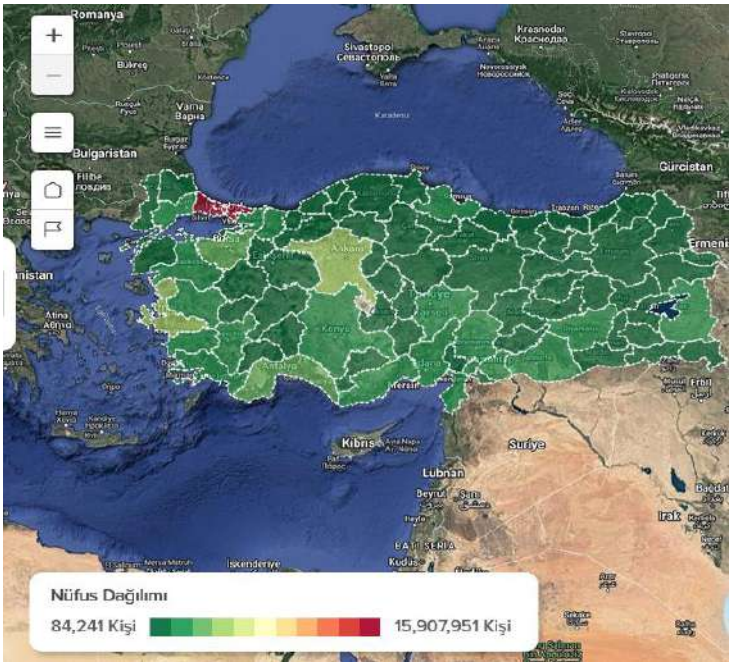
Türkiye özelinde incelendiğinde eğitim seviyesi ile eş hemen hemen aynı şehirler A grubu olarak nitelendirilen 2. Sınıfta görünmektedir. Sosyo ekonomik statü hesaplanırken şu kriterler göz önünde bulundurulmaktadır; Negatif parameter olarka yaşlı nüfus, pozitif parameter olarak genç nüfus, öğrenim durumu, arsa, emlak değeri, konut kira ve satış oranları, eğitim seviyesi, hane büyüklüğü,işyeri sayısı, bankamatik ve Banka sayısı ve tüketim alışkanlık değerleri aşağıda gösterilmektedir.



Görsel Grafik 4: Sosyo Ekonomik Statü Türkiye 2023(* Endeksa verilerine dayanmaktadır.

5.4. Ekonomi

Ekonomik göstergelerin yüksekten düşüğe doğru sıralanması, gelişmiş nüfusu ve ekonomiyi cazibesiyle kendi bünyesinde tutan illlerden, küreselleşmeden nasibini bir sebeple de olsa alamamış gelişimini tamamlayamayan ve ekonomisini geliştirmekte haliyle güçlük çeken illere doğru gerçekleşmiştir. Aşağıdaki görsel Türkiye illerinde nufus yoğunluğu/ekonomik gelişimleri renkler ile betimlemiştir.



Görsel Grafik 5: Nufus dağılımının ekonomi göstergesi Türkiye 2023 (*Endaksa verisidir)

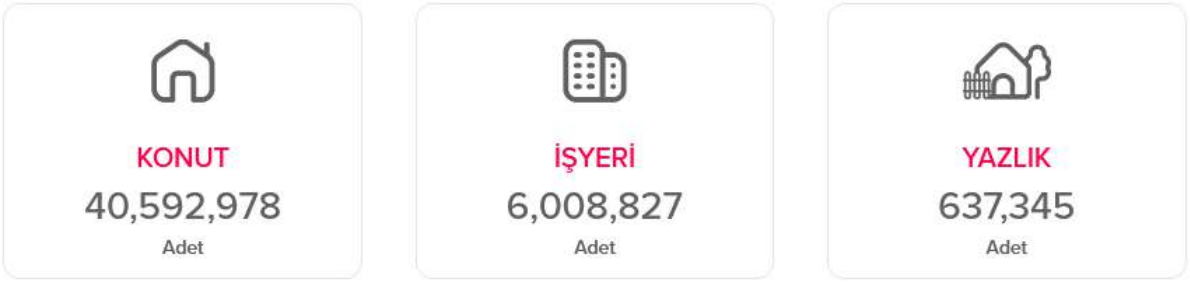
5.6. Hane Halkı

Türkiye özelinde hane halkı ortalaması 3.27 çıkmış. Harcama alışkanlıklarına göre ortalama veriler ile hesaplanan kişi başı gelir konut kirasının 4127 TL ve Hane Geliri 8.820 Tl olarak kayda geçmiştir.

Görsel 2: Hane Halkı Ekonomik göstergesi Türkiye 2023 (* Türkiye İstatistik Kurumu verilerine dayanmaktadır.)

5.7. Gayrimenkul Dağılımı

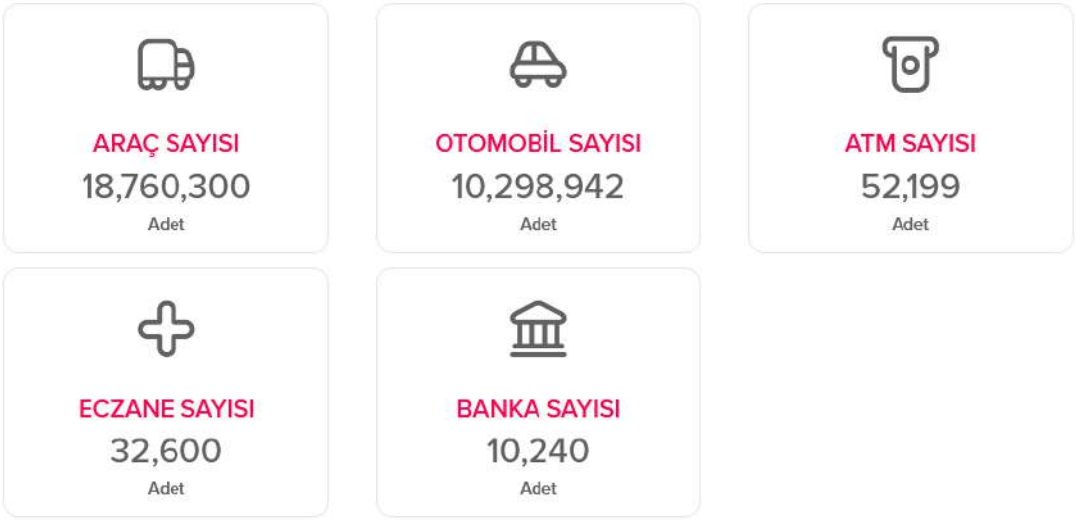
Gayrimenkul dağılımındaki yoğunluk da ekonominin ve nufusun yoğun olduğu bölge/illerde toplanmış durumda. Küreselleşmenin en büyük etkilerini nufusun yoğun olduğu bölgelerdeki gelişmiş iller lehine çevirebilmektedir.



Görsel 3: Gayrimenkul dağılımı Türkiye 2023 (* Türkiye İstatistik Kurumu verilerine dayanmaktadır.)

5.8 Ticari Parametreler

Araç, otomobil, ATM&Banka ve Eczane sayılarının elleçlendiği bu kısımda sonucun değişmediğini ve küreselleşmeden gelişim ateşini alan iller/bölgeler ticari parametrelerde de zirvede bulunuyor.Bu bağlamda küreselleşme sayesinde birçok bağlamda ülkenin gelişim seviyesi gerçekleştiği çıkarımı yapılabilmektedir. Küreselleşmenin yaşam/yönetim biçimi olarak uygulandığı büyükşehir/metropoller nufusu çekip kalkınmakta ve sosyo-ekonomik indikatörleri pozitif yönde kendine çevirebilimektedir.



Görsel 4: Ticari Parametreler Türkiye 2023 (* BKM, Trafik Tescil ve Eczacı Bilgi Sistemi verilerine dayanmaktadır.)

SONUÇ

Günümüzde yaşadığımız dönemde, gittikçe büyüyen dünya nüfusunun artan talepleri ile bu nüfusun yükselmesine paralel davranış gösteren isteklerin karşılık bulması 21. Yüzyıl için küreselleşme ve tedarik zincirinin önemini kritik hale gelmiştir. Milenyum başlangıcı, uluslararası ekonomik politik tüm dengelerin sarsılacağı bir zaman olmuş ve bu anlamda geleneksel kapalı ekonomiler git gide dışa açık ekonomiler haline gelmeye başladığı gözlemlenmiştir. Küreselleşmenin önem arz ettiği bu günlerde yönetim aklında da buna eş farklılıklar meydana gelmiş ve devletlerin olgusuna değişik fonksiyonlar ile görevler eklenmeye başlamıştır. Ülke fertlerinin ortak tüzel yaptırım gücünü simgeleyen devlet, iktisadi düşünce içinde ana öneme sahip mevzular olmuştur. Devletin ekonomide kabul görme gerekçesi yıllardır uzun yıllardır süren ve karışık bir tartışmayı meydana çıakrtmış ve devlet-ekonomi bağlantısını ve devletin ekonomi ve finanstaki önemi genellikle ortamı etkileyen bir hadise haline gelmiştir. Küreselleşme geneliyle, toplumların, ekonomilerin ve siyasi yapıların mantığında köklü değişiklikler meydana getirmiştir. Küreselleşen dünya düzeninde yalnızca kurum değil, kurumlara yol gösteren ve şekil veren ilkeler, değerler ile düşünceler da seri şekilde başkalaşmıştır. İşte buradaki ivmeli değişim yaşadığımız yüzyılı da bir çok açıdan diğer dönemlerden ciddi oranda farklı kılmıştır (Toprak 2001 s:25).

Küreselleşmenin sosyo-ekonominik etkilerinin işlendiği bu çalışmada Türkiye illerindeki bazı demografik ve sosyo ekonomik verilerin oluşumundaki etkisi işlenmiş ve Kürselleşme olgusunun Türkiye üzerindeki etkisi belli başlı konular üzerinden anlatılmıştır. Artan küreselleşmenin tüm taraflar için ekonomik büyümeye yol açtığı yaygın ve her kesim tarafından kabul gören bir gerçek. Artan küresel işbirliği, uluslararası yatırımlar artan rekabet ve rekabetçi ortamdan olumlu beslenen ekonominin yanında orantısız büyüme, çevresel endişeler ve nüfus dağılımının dengesiz seyretmesi de dikkat edilmesi gereken hususlar olarak göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKÇA

Aslan, Nurdan, "Dünya Ekonomisinde Gelişmeler: Küreselleşme", Ed: Osman Küçükahmetoğlu vd. "Ekonomik Entegrasyon Küresel ve Bölgesel Yaklaşım" Ekin Yayınevi, Ankara, 2005

Atasoy, Fahri, Küreselleşme ve Milliyetçilik, Ötüken Yayınları, İstanbul. 2005

Can, Aktan Coşkun ve Şen, Hüseyin (1999), "Globalleşme",s.2, http://www.canaktan.org/canaktan_personal/canaktan-arastirmalari/degisim/aktan-sen-

Ellwood Wayne, Küreselleşmeyi Anlama Kılavuzu, Metis Yayınları, İstanbul, 2002

Erol ,Ece Demiray , Türkiye Ve Avrupa Birliği Üyesi Ülkelerin Sosyo- Ekonomik Gelişmişlik Düzeylerinin Karşilaştirmali Analizi S:199 Sosyal Ve Beşeri Bilimler Dergisi Cilt 5, No 1, 2013 Issn: 1309-8012 (Online)

Fırat Bayar, Küreselleşme Kavramı ve Küreselleşme Sürecinde Türkiye , 2018

Karabıçak,Mevlüt, Küreselleşme Sürecinde Gelişmekte Olan Ülke Ekonomilerinde Ortaya Çıkan Yönelim ve Tepkiler, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi.Cilt:7,Sayı:12002,113-116

Metin Toprak, Ö. Demir, M. Doğanlar, E. Dönek, M. Acar, Ö. Açıkgöz, Küreselleşen Dünyada Türkiye Ekonomisi:Serbest Piyasa Devriminin Serüveni, (Ankara: Siyasal Kitabevi, 2001), s. 25.

Oran Baskın, Küreselleşme ve Azınlıklar, İmaj Yayınevi, 4.Baskı, Ankara,2001

Zengingönül, Oğul, Yoksulluk Gelişmişlik Ve İşgücü Piyasaları Ekseninde Küreselleşme, Adres Yayınları, Ekim, Ankara, 2004

14th INTERNATIONAL ZEUGMA CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCHES

September 09-10, 2025 / Gaziantep, Türkiye

REF: AKADEMİK TEŞVİK

İLGİLİ MAKAMA

14. ULUSLARARASI ZEUGMA BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ 9-10 Eylül 2025 tarihleri arasında Gaziantep / Türkiye'de 31 farklı ülkenin (Türkiye-167, Diğer Ülkelerden-182) akademisyen/araştırmacılarının katılımıyla gerçekleşmiştir. Kongre 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen "Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurt dışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışında en az beş farklı ülkeden sözlü tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır." değişikliğine uygun düzenlenmiştir.

Bilgilerinize arz edilir,

Saygılarımla

Dr. Mustafa Latif EMEK
Chairman of Institute

Contact information
Congress Web Page : www.zeugmakongresi.org
E-mail Adress : zeugmakongresi@gmail.com

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
Pazar Meslek Yüksekokulu Müdürlüğü

2025 AİLE YILI

Sayı : E-98028430-900-2035 10.07.2025
Konu : Kongre Düzenleme ve Bilim Kurulu Görevlendirmesi

Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mehmet TATOĞLU

İlgi : 10.07.2025 tarihli ve E-8410 sayılı dilekçeniz.

İlgide kayıtlı dilekçenize istinaden 9-10 Eylül 2025 tarihleri arasında Gaziantep'te düzenlenecek olan **"14. Uluslararası Zeugma Bilimsel Araştırmalar Kongresi"** adlı uluslararası kongrenin Düzenleme ve Bilim Kurulunda görev alma isteğiniz Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.

Bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. Adil BAKOĞLU
Müdür

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Belge Doğrulama Kodu : 489c8a19556e Belge Takip Adresi: http://ebys.erdogan.edu.tr/EBYS/eimzadogrulama

Katori Mevkii 53300 Pazar/RİZE
Telefon No: (0 464) 612 73 17 Faks No: (0 464) 612 73 16
e-Posta: pazarmyo@erdogan.edu.tr İnternet Adresi: www.erdogan.edu.tr
Kep Adresi: erdogan@hs01.kep.tr

Bilgi için: Meryem TEMELCİ
Bilgisayar İşletmeni
Telefon No: 2902