



isarc

INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

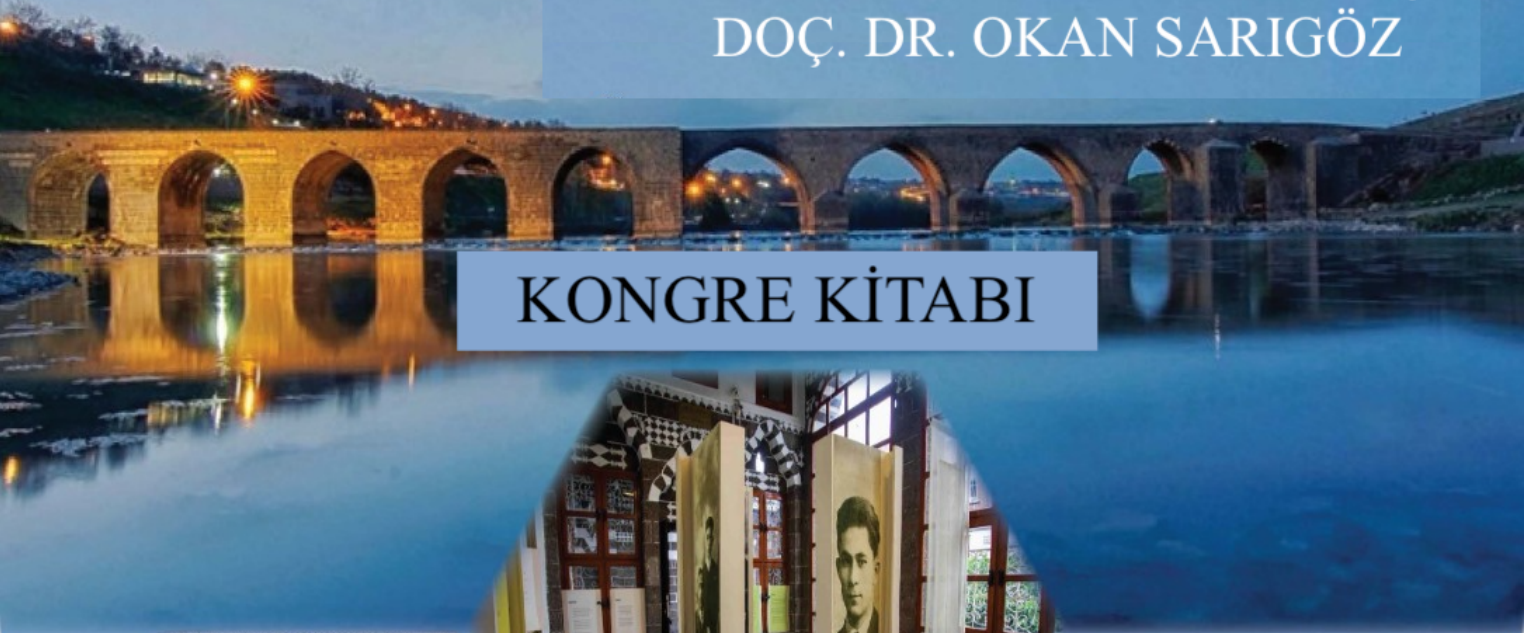
10. Uluslararası Dicle Bilimsel Araştırmalar ve İnovasyon Kongresi

6-7 Aralık 2025
DİYARBAKIR

EDİTÖRLER :

PROF. DR. RECEP KARAKAŞ
DOÇ. DR. OKAN SARIGÖZ

KONGRE KİTABI



INDEX

CONGRES ID		II-IV
PROGRAM		V-XXVIII
GALLERY		XXIX-XXXIV
ACADEMIC INCENTIVE		XXXV
NOTIFICATIONS		XXXVI-XLVII

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

**10. INTERNATIONAL DİCLE SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION
CONGRESS**

DATE AND PLACE

06-07 DECEMBER 2025, DİYARBAKIR ONLINE PRESENTATIONS

ORGANIZATION

ISARC INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

GENERAL COORDINATOR

Uzm. Yasemin AĞAOĞLU

EDITOR

Prof. Dr. Recep KARAKAŞ

Doç. Dr. Okan SARIGÖZ

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Cenk YAVUZ

Prof. Dr. Mahire HÜSEYNOVA

Prof. Dr. İbrahim BAYRAMOV

Prof. Dr. Hilmi YÜCEL

Prof. Dr. Mehmet DEMİR

Prof. Dr. Mukadder MOLLAOĞLU

Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN

Prof. Dr. Sancar BULUT

Prof. Dr. Serpil ÜNVER SARAYDIN

Prof. Dr. Tolga ULUSOY

Prof. Dr. Yadigar GÜLSEVEN SIDIR

Assoc. Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE

Assoc. Prof. Dr. Başak Gül AKAR

Assoc. Prof. Dr. Caner YERLİ

Assoc. Prof. Dr. Çiğdem BOGENÇ

Assoc. Prof. Dr. Elif Feyza TOPDAŞ

Assoc. Prof. Dr. Erhan ERDEL

Assoc. Prof. Dr. Filiz RANDA ZELYÜT

Assoc. Prof. Dr. Gamze Ebru ÇİFTÇİ

Assoc. Prof. Dr. Gönül HASANOVA

Assoc. Prof. Dr. Hüseyin Murat IŞIK

Assoc. Prof. Dr. Kübra KARAMAN

Assoc. Prof. Dr. Orhan TURAN

Assoc. Prof. Dr. Malik YILMAZ

Assoc. Prof. Dr. Melih OKCU

Assoc. Prof. Dr. Nursen IŞIK

Assoc. Prof. Dr. Özlem ÜLGER DANACI

Assoc. Prof. Dr. Sahure YARIŞ

Assoc. Prof. Dr. Seda BENGİ

Assoc. Prof. Dr. Sema SAĞLIK

Assoc. Prof. Dr. Şükrü KALAYCI

Assoc. Prof. Dr. Zamiğ TEHMEZOV

Assoc. Prof. Dr. Zeynep Deniz ŞAHİN İNAN

Assoc. Prof. Dr. Zühal OKCU

Dr. Abdullah ATILGAN

Dr. Canan TERCAN

Dr. Elvan CAFEROV

*Dr. Fatma AZİZOĞLU
Dr. Gönül GÖKÇAY
Dr. Hakkı ŞİMŞEK
Dr. Hayri YILDIRIM
Dr. Laleş USLU AZARAK
Dr. Sevil ÖZCAN
Dr. Sümeyye GÖKÇENOĞLU
Dr. Şengül ŞENTÜRK*

*‘Compliance With Publication Ethics Is The Sole Responsibility Of The Authors; Accordingly,
They Bear Both Ethical And Legal Accountability’*

ISBN: 978-625-378-448-5’

SCIENCE AND ADVISORY COMMITTEE

Prof. Dr. Ali OKATAN
İstanbul Aydın University

Prof. Dr. Anwar Ali Shah G. SYED
University Of Sindh Jamshoro

Prof. Dr. Ivan PAVLOVIĆ
Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia

Prof. Dr. Morakeng Edward
Kenneth LEBAKA University Of Zululand

Prof. Dr. Mukadder MOLLAOĞLU
Cumhuriyet University

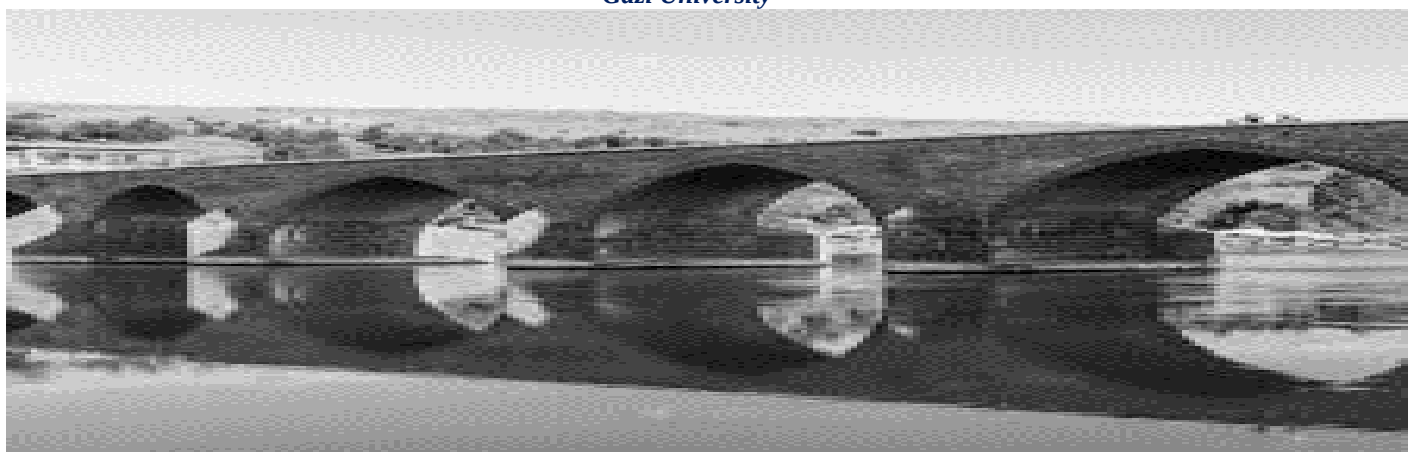
Prof. Dr. Jain SADHNA
University Of Delhi

Prof. Dr. Manole COJOCARU
Titu Maiorescu University

Prof. Dr. Mustafa Fedai ÇAVUŞ
Osmaniye Korkut Ata University

Prof. Dr. Mustafa Onur ALADAĞ
Selçuk University

Prof. Dr. Nurdan KALAYCI
Gazi University



Prof. Dr. Mustafa METE
Gaziantep University

Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN
Sivas Cumhuriyet University

Prof. Dr. Orhan ZEYBEK
Balıkesir University

Prof. Dr. Selahattin YAVUZ
Erzincan Binali Yıldırım University

Prof. Dr. Seyfi ŞEVİK
Hitit University

Prof. Dr. Sevi ÖZ
Ankara Hacı Bayram Veli University

Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI
Atatürk University

Prof.Dr. Yadiğar GÜLSEVEN SIDIR
Bitlis Eren University

Prof. Dr. Zharkynbike SULEIMENOVA
Kazakh National Women's Pedagogical University

Assoc. Prof. Dr. Abdulkerim DİLER
Atatürk University



Assoc. Prof. Dr. Armel MBON
Marien Ngouabi University

Assoc. Prof. Dr. Azimbaeva GULBAYRA
Kazakh National Women's Pedagogical University

Assoc. Prof. Dr. Betül GÜZELDİR
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. Çiğdem BOGENÇ
Karabük Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Elif Feyza TOPDAŞ
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. Ersoy ZENGİN
Munzur University

Assoc. Prof. Dr. Hasan TELLİ
Mersin University

Assoc. Prof. Dr. Oqtay QULİYEV
Azərbaycan Dövlət İktisat Universiteti

Assoc. Prof. Dr. Ömer Faruk RENÇBER
Gaziantep University

Assoc. Prof. Dr. Sahure YARIŞ
Dicle University



Assoc. Prof. Dr. Salman Bashir MEMON
Shah Abdul Latif University

Assoc. Prof. Dr. Sancar BULUT
Kayseri University

Assoc. Prof. Dr. Sevcen YILDIZ
Akdeniz University

Assoc. Prof. Dr. Syed Ali
Raza NAQVI Government College University Faisalabad

Assoc. Prof. Dr. Tamer TURGUT
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. Victoria POSTOLACHE
Alecu Russo Balti State University

Doç. Dr. Yılmaz SEÇİM
Necmettin Erbakan University

Assoc. Prof. Dr. Zamığ TEHMEZOV
Azerbaijan Devlet Pedagoji University

Dr. Ajay B. GADİCHA
Sant Gadge Baba Amravati University

Dr. Amira TANDİROVİC GURSEL
Adana Alparslan Türkeş University of Science and Technology



Dr. Aqil MEMMEDOV
Azerbaijan Devlet İktisat University

Dr. Babak SAFAEI
Tsinghua University

Dr. Elşen MEMMEDLİ
Azerbaijan Devlet İktisat University

Dr. Faisal SULTAN
Hazara University

Dr. Ghanshyam BARMAN
Uka Tarsadia University

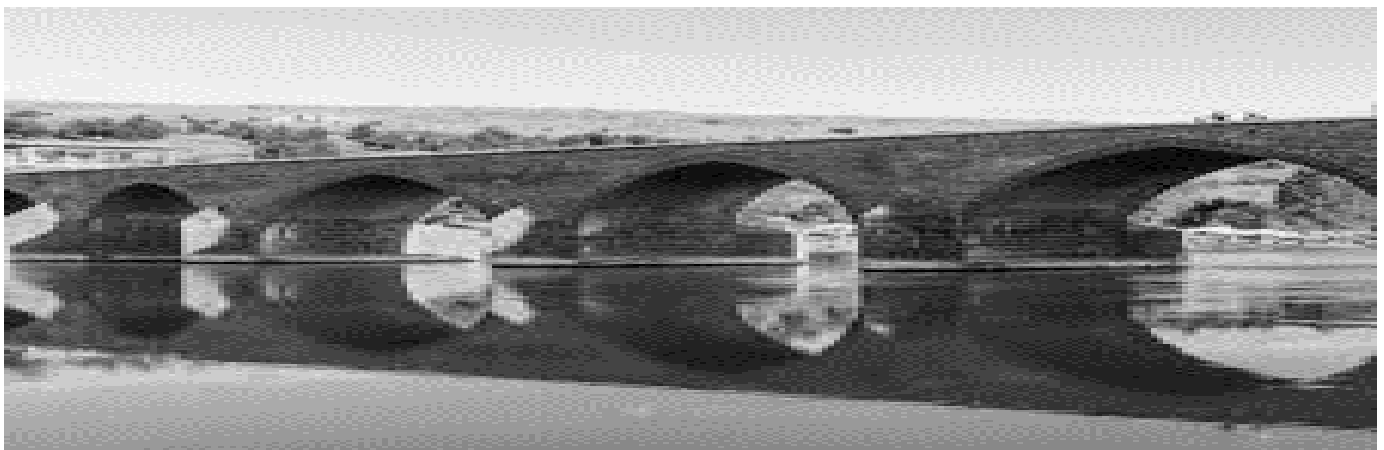
Dr. Gülnar MİRZEYEVA
Azerbaijan Devlet İktisat University

Dr. Gülşen MEHERREMOVA
Azerbaijan Diller University

Dr. Hassan ZARIOUH
Mohammed First University

Dr. Iram Liaqat AWAN
Government College University

Dr. Irina-Ana DROBOT
Technical University of Civil Engineering Bucharest, Romania



Dr. İslam DEVİREN

MEB

Dr. Joanna HERNÍK

West Pomeranian University of Technology

Dr. Nurhoca AKBULAYEV

Azerbaijan Devlet İktisat University

Dr. Rida ZULFİQAR

University of Szeged

Dr. Şebnem NOYAT

Sakarya Applied Science University

Dr. Taha Yasin ÖLMEZTOPRAK

Adıyaman University

Dr. Tatia DOLİDZE

European University

Dr. Yaşar SUBAŞI

Van Yüzüncü Yıl University





Scientific Development and Innovative Approach

10. INTERNATIONAL DİCLE SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 06-07 DECEMBER 2025 DİYARBAKIR

Congress Program

Participant Countries:

ALGERIA/BANGLADESH/INDIA/IRAQ/IRAN/MACEDONIA/MOROCCO/NIGERIA/PAKİSTAN

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

To be able to make a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID instead of “Meeting ID or Personal Link Name” and solidify the session. The presentation will have **15 minutes** (including questions and answers). 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. Speakers must be connected to the session **10 minutes before** the presentation time. All congress participants can connect live and listen to all sessions. During the session, your camera should be turned on at least %70 of session period. Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

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. Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session. **Before you login to Zoom please indicate your name surname and hall number, exp. Hall-1, Fatih KARİPOĞLU**

ÖNEMLİ, DİKKATLE OKUYUNUZ LÜTFEN

Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır. Sunumlar için **15 dakika** (soru ve cevaplar dahil) süre ayrılmıştır. Online sunum yapabilmek için <https://zoom.us/join> sitesi üzerinden giriş yaparak “Meeting ID or Personal Link Name” yerine ID numarasını girerek oturuma katılabilirsiniz. Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur. Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir. Uygulama tablet, telefon ve PC’lerde çalışıyor. Her oturumdaki sunucular, sunum saatinden **10 dk öncesinde** oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir. Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir. Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

TEKNİK BİLGİLER

Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun. Zoom’da ekran paylaşma özelliğine kullanabilmelisiniz. Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir. Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır. **Zoom’a giriş yaparken önce lütfen adınızı, soyadınızı ve SALON numaranızı yazınız, Örnek: Hall-1, Fatih KARİPOĞLU**



Toplantı Kimliği: 898 0857 4962
Parola: 290306

LİNK;

<https://us02web.zoom.us/j/89808574962?pwd=HBrUvRXolbGtaSl6G5HNahZYjytOXo.1>



07.12.2025 / Hall-1, Session-1

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 898 0857 4962
	10⁰⁰ : 12⁰⁰		PASSCODE: 290306

HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Okan SARIGÖZ*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Investigation Of The Efficacy Of Molecules With Different Aromatic Groups Against The 6lu7 Protein	Yunus KAYA	Bursa Technical University
Modeling Of Esters With Different Chain Lengths And Investigation Of Their Adsorption Behavior With Fe ²⁺ Ions	Yunus KAYA	Bursa Technical University
Preliminary Assessments In The Study On The Ornithofauna Of Devegeçidi Dam Lake	Rahmi AKTAŞ Prof. Dr. Recep KARAKAŞ	Dicle University
Gc-Ms Analysis Of Elemı Essential Oils Of Different Brands And Investigation Of Their Antibacterial Effects	Lect. Ulaş Evren ARIN Assoc. Prof. Dr. Ebru ÖNEM	Süleyman Demirel University
The Positive Aspects Of Artificial Intelligence From Students' Perspectives	Assoc.Prof. , Dr. Okan SARIGÖZ	Hatay Mustafa Kemal University
The Negative Implications Of Artificial Intelligence For Education	Assoc. Prof. Dr. Okan SARIGÖZ	Hatay Mustafa Kemal University
Organizational Blindness In Schools: A Qualitative Examination Of Teachers' And School Administrators' Perceptions	Melek AHISKALIOĞLU Assoc. Prof. Dr. Gökhan KAHVECİ	Recep Tayyip Erdogan University
Sycophantic Behavior In Schools: A Multidimensional Qualitative Analysis	Cemil KESEPARA Assoc. Prof. Dr. Gökhan KAHVECİ	Yenipazar Neighborhood, 9 Mart Street, 9 Mart Primary School/ Recep Tayyip Erdogan University

07.12.2025 / Hall-2, Session-1

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 898 0857 4962
	10 ⁰⁰ : 11 ³⁰		PASSCODE: 290306
HEAD OF SESSION: <i>Assoc. Prof. Dr. Evrim BAYRAKTAR</i>			
TOPIC TITLE		AUTHORS	AFFILIATION
The Role Of Childbirth Preparation Classes In Adaptation To Pregnancy		Assoc. Prof. Dr. Evrim BAYRAKTAR	Erciyes University
Infertility And Feelings Of Loneliness		Assoc. Prof. Dr. Evrim BAYRAKTAR	Erciyes University
Complementary Practices Used By Mothers In Infant Care		Assoc. Prof. Dr. Öznur BAŞDAŞ Assoc. Prof. Dr. Tülay BÜLBÜL	Erciyes University
Effects Of Gestational Diabetes On Child Health		Assoc. Prof. Dr. Tülay BÜLBÜL Assoc. Prof. Dr. Öznur BAŞDAŞ	Erciyes University
Change Management In Nursing: A Strategic Leadership Process That Strengthens Transformation In Healthcare Organizations”		Assist. Prof. Dr.Fatma AZİZOĞLU Banu TERZİ	Haliç University/Akdeniz University
Conflict Management In Nursing: A Comprehensive Set Of Professional Skills That Strengthens Collaboration		Assist. Prof. Dr.Fatma AZİZOĞLU Banu TERZİ	Haliç University/Akdeniz University

07.12.2025 / Hall-3, Session-2

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 898 0857 4962
	10³⁰ : 12⁰⁰		PASSCODE: 290306
HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Yavuz GÖNAN			
TOPIC TITLE		AUTHORS	AFFILIATION
A Study On The Concept Of “Hurriyet(Freedom)” In The Late Ottoman Empire		Dr. Res. Asst. İbrahim ÖZHAZAR	Gaziantep University
A Study On The Changes In The Concept Of Siyaset (Politics) The Late Ottoman Empire*		Dr. Res. Asst. İbrahim ÖZHAZAR	Gaziantep University
A Comparative Analysis Of Goethe And Voltaire’s Perceptions Of The Prophet Muhammad		Abdullah AKGÜÇ	Mardin Artuklu Üniversitesi
The Legitimacy Of Cell-Based Artificial Meat From The Perspective Of Islam’s Halâl-Harâm Paradigm		Assist. Prof. Dr. Yavuz GÖNAN	Gümüşhane University
Environmental Forced Migration Within The Framework Of Al Maslaha Al Mursala: A New Status Proposal In Islamic Law		Assist. Prof. Dr. Yavuz GÖNAN	Gümüşhane University
The Relationship Between Tahrîj And ‘Ilal Al-Ḥadîth In Ḥadîth Criticism		Ömer Faruk KAVUNCU Prof. Dr. Recep ASLAN	Gaziantep University

07.12.2025 / Hall-4, Session-2

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 898 0857 4962
	10³⁰ : 12³⁰		PASSCODE: 290306
HEAD OF SESSION: <i>Prof. Dr. Hasan AYAYDIN</i>			
TOPIC TITLE		AUTHORS	AFFILIATION
The Relationship Between Green Finance, Renewable Energy And Environmental Sustainability		Prof. Dr. Hasan AYAYDIN	Gümüşhane University
The Theoretical Link Between Natural Resource Use And Environmental Quality		Prof. Dr. Hasan AYAYDIN	Gümüşhane University
Regulatory Gaps In Electric Vehicles And Innovative Policy Recommendations		Lect. Abdurrahman OLGUN Lect. Uğur MAZLUM	Gümüşhane Üniversitesi
Forest Sustainability In Turkey: An Analysis Of The Logging–Planting Balance		Lect. Abdurrahman OLGUN Lect. Uğur MAZLUM	Gümüşhane Üniversitesi
In The Shadow Of A Fortress, In The Trace Of A Lullaby: An Analysis Of Diyarbakır From The Creative Literature City Perspective		Özlem ÖRÇEN	Hacettepe Üniversitesi
Karagöz Oyunu Bağlamında Etnik Mizahın Türk Halk Kültüründeki Yeri Üzerine Bir Değerlendirme		Mustafa KILIÇ	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Desertification in Iraq and the Role of International Law		Ruqayah Yaseen ALI Dr. Öğr. Üyesi Nazım Sinan ODABAŞI	Altınbaş Üniversitesi
The Effect Of Perceived Research Capacity On Research Culture: A Case Study Of Research Centers In Iraq		Zahraa Jaafar Sahib Asst. Prof. Dr. Özgül ÖZKOÇ	Altınbaş University

07.12.2025 / Hall-5, Session-2

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 898 0857 4962
	10³⁰ : 13⁰⁰		PASSCODE: 290306

HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Ümran CANSU*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Determination Of The Effectiveness Of Some Environmentally Friendly Products Against Destructive Powdery Mildew Disease (Erysiphe Corylacearum) On Hazelnuts Under Greenhouse Conditions	Ecem KAYA SEZGİN Arzu SEZER	Ordu University/Ferrero Fındık, Ferrero Değerli Tarım
Antifungal Effectiveness Of Some Environmentally Friendly Products Against Erysiphe Corylacearum, The Cause Of Destructive Powdery Mildew Disease On Hazelnut, Under Laboratory Condition	Ecem KAYA SEZGİN Arzu SEZER	Ordu University/Ferrero Fındık, Ferrero Değerli Tarım
Effects Of Climate Change On Reproductive Phenology Of Wildlife And Implications For Forest Ecosystems	Yasin ÜNAL Prof. Dr. Emre KUZUGÜDENLİ Mevlüt ZENBİLCİ	Applied Sciences University of Isparta
Factors Affecting Reproductive Quality In Wildlife: An Integrated Assessment Of Environmental, Genetic, Biological And Forest Ecology Dimensions	Yasin ÜNAL Prof. Dr. Emre KUZUGÜDENLİ	Applied Sciences University of Isparta
Production Of Collagen Peptides By Pulsed Electric Field- Assisted Enzymatic Hydrolysis Method	Mehmet TEMEL Assoc. Prof. Dr. Ümran CANSU	Harran University
Temperature-Dependent Changes In Physicochemical Properties Of Dried Mulberry (Morus Spp.) Extracts	Assoc. Prof. Dr. Ümran CANSU	Harran University
Jasmonic Acid Elicitation Promotes Terpenoid Synthesis In Achillea Gypsicola	Assoc. Prof. Dr. Muhammed Akif AÇIKGÖZ Assist. Prof. Dr. Seçil EKER	Ordu University
The Effect Of Different Brewing Techniques On The Antioxidant Activity And Total Phenolic Content Of Melissa (Melissa Officinalis L.) And Echinacea (Echinacea Purpurea) Plants	Assoc. Prof. Dr. Tuğça BİLENLER KOÇ Öğr. Gör. Dr. Ülkühan BAĞIŞ Prof. Dr. İhsan KARABULUT	İnönü Üniversitesi/Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
The Relationship Between Heading Time, Gluten Content, And Ndvı Performance Of Different Triticale Genotypes Under Drought Conditions	Dr. Seval ELİŞ Zehra GÜNEŞ TAŞKIN Prof. Dr. Ferhat KIZILGEÇİ Prof. Dr. Mehmet YILDIRIM	Mardin Artuklu Üniversitesi/Dicle Üniversitesi
Evaluation Of Yield And Quality Potentials Of Advanced Triticale Lines Under Diyarbakır Conditions	Prof. Dr. Ferhat KIZILGEÇİ Dr. Seval ELİŞ Prof. Dr. Mehmet YILDIRIM	Mardin Artuklu Üniversitesi/Dicle Üniversitesi

07.12.2025 / Hall-6, Session-3

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 898 0857 4962
	10³⁰ : 12⁴⁵		PASSCODE: 290306

HEAD OF SESSION: *Assist. Prof. Dr. Yusuf ÇELİK*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Investigation Of The Effect Of The Thermofixation Conditions On Dye Uptake Of Micropolyester Fabrics Depending On Dye Molecule Size	Ayşin ÇİFTÇİ EKİCİ Duygu AYDIN ÖRNEK Elif AYDIN Prof.Dr. Rıza ATAV	Özsar Tekstil Örne Kumaş San. ve Tic. Ltd. Şti./ Tekirdağ Namık Kemal University
Parça Giysilerin Kükürt Boyalarla İnert Azot Gazı Atmosferinde Boyanması	Bahadırhan SEVGİLİ Öner GÜNDÜZ Sercan YAZ Prof. Dr.Rıza ATAV	Erak Giyim San. ve Tic. Anonim Şirketi/ Tekirdağ Namık Kemal University
Task Complexity-Based Green AI: A Model Selection Framework For Carbon Efficiency	Tunahan TİMUÇİN	Düzce University
A Deep Learning-Based Classification Approach For Tomato Leaf Diseases	Assist. Prof. Dr. Yusuf ÇELİK	Munzur University
Storage, System Design, And Exergy Analysis Of Green Hydrogen Produced From Wind Energy	Berivan ŞİMŞEK Assoc. Prof., Dr. Battal DOĞAN	Gazi University
AI-Based Systems for Early Detection of Animal Diseases	Mr. Zerarka Mohamed Wail Ms. Zerarka Malak Yasmine	University of Biskra/ Algeria
Cost-Effectiveness Analysis Of Solar Energy-Based Agricultural Irrigation Systems Compared To Conventional Grid Infrastructure: The Case Of Şanlıurfa/Birecik	Lect. İzzet YAVUZ Lect. Dr. Taner DİNDAR Assist. Prof. Dr. Ayhan AYDIN	İstanbul Gelisim University /Ankara University
An Investigation On Lighting Quality In A Higher Education Institution	Lect. İzzet YAVUZ Lect. Dr. Taner DİNDAR Assist. Prof. Dr. Ayhan AYDIN	İstanbul Gelisim University /Ankara University
Metaheuristic Algorithm Optimized Kalman Filter Design For Boost Converters Under All Parasitic Effects	Samet ALTUN Prof. Yusuf ALTUN	Düzce University

07.12.2025 / Hall-7, Session-3

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 898 0857 4962
	10³⁰ : 12¹⁵		PASSCODE: 290306

HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Erdem TÜRKELİ*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
An Analysis Of The "Great National Cities" Postal Stamp Series Dated 1958-1960 In The Context Of Urban Image And Memory	Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER Rumeysa TEKE Ayşen Esra BÖLÜKBAŞI ERTÜRK	Karabük University
Participatory Methods, Stakeholder Relations And Quality Of Life Criteria In Housing Production	Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER Ayşen Esra BÖLÜKBAŞI ERTÜRK	Karabük University
Seismic Performance Of A Frp Reinforced Masonry Minaret Under Kahramanmaraş Earthquake	Assoc. Prof. Dr. Erdem TÜRKELİ	Ordu University
Experimental And Numerical Investigation Of The Behavior Of Reinforced Aac Panels Under Internal Blast Loads	Res. Assist. Çiğdem IŞIK ÖZGER	Kırıkkale University
Investigation Of Spatial Distribution Of Heavy Metal Elements In An Epithermal Gold Mineralization	Erkan YILMAZER Murat KAVURMACI	Aksaray University
Mechanical Behaviours of Unidirectionnal Composites Laminated	Adel DELIOU Takieddine Bouklia Samir DJIMLI Mohamed Kemiha Meriem DEHBI Sofiane BOULKROUNE Abdelkader FIDJAH	University of UMSB of Jijel/Center of Research in Mechanics (CRM) P.O. Box 73B/ALGERIA
Comparative Analysis Of Tensile Characteristics In Epoxy Composites: Assessing Twarmat, Woven Glass, And Woven Carbon Fiber Reinforcements	Adel DELIOU Takieddine Bouklia Samir DJIMLI Mohamed Kemiha Meriem DEHBI Sofiane BOULKROUNE Abdelkader FIDJAH	University of UMSB of Jijel/Center of Research in Mechanics (CRM) P.O./ALGERIA

07.12.2025 / Hall-8, Session-3

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 898 0857 4962
	10 ³⁰ : 11 ⁴⁵		PASSCODE: 290306
HEAD OF SESSION: <i>Assist. Prof. Dr. Serkan YILMAZ</i>			
TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION	
Orofacial And Radiologic Manifestations Of Diffuse Large B-Cell Non-Hodgkin Lymphoma: A Clinical Case Report	Assist. Prof. Dr. Serkan YILMAZ Assoc. Prof. Dr. Katibe Tuğçe TEMUR	Niğde Ömer Halisdemir University	
Sustainability In Delivery Units: The Role Of Nurses And Midwives In Reducing The Carbon Footprint	Zeynep ŞANKAYA Assist. Prof. Dr. Nigar ÇELİK	Kütahya Health Sciences University	
Non-Surgical Periodontal Treatment Of Patients With Stage In Periodontitis:2 Case Reports	Uzm. Dt. Gülnur SAĞLAM Uzm. Dt. Deniz Gül SARIDOĞAN	Diyarbakır Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesi/ Nilüfer Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesi	
Ossifying Fibroma In The Mandibular Premolar Region: A Case Report	Sezen İlayda İLKUL Ayşenur BAKAL	Karadeniz Teknik University	
Clinical Trials On Non-Dietary Therapies For Celiac Disease: Emerging Alternatives To The Gluten-Free Diet	Dr. Saloni SHARMA Suhani SHARMA	Deemed to be University/INDIA	

07.12.2025 / Hall-9, Session-3

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 898 0857 4962
	11⁰⁰ : 13⁰⁰		PASSCODE: 290306

HEAD OF SESSION: *Elizabeta POPOVA RAMOVA*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Theoretical Study On Quinoxaline Derivatives As Promising Electron Donor Materials For High-Performance Organic Solar Cells	El Mostafa Benharaf Ikram Mennas A. Arif Zidane Zohra Abdelmalek Matine Ayoub cherrat Abdellah Zeroual Mohammed El idrissi	Sultan Moulay Slimane University/Mohammed V University/MOROCCO
Marketing For Production And Sell Organic Food	Ivan Ramov Emanuela Esmerova Elizabeta Popova Ramova	MIT University Skopje/MACEDONIA
Human Health Risks Associated With Microplastic Exposure: Current Evidence And Emerging Concerns	Ouassila Riouchi Khalid Elkalay	Cadi Ayyad University
The Determinants Of Halal Tourism Destination Competitiveness	Nidya Putri Lina Nur Afifah Salsabilla	K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University
Optimizing Sharia Msme Financing Through The Integration Of Halal Fintech And Big Data Analytics	Takawa MAFAZA Alfi Anita SASIA Shelviani Eka PUTRI	State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
Global And Regional Responses To Irregular Migration: Challenges, Policies, And The Need For A Comprehensive Approach	Abderrezak TOUMI	20 August 1955 Skikda University/ALGERIA
Blockchain's Potential In Improving Transparency Of Islamic Financial Institutions	M. Halim Barnanda Muh. Alfian Faiz Ryan Aristiyanto	K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University

07.12.2025 / Hall-10, Session-3

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 898 0857 4962
	11 ⁰⁰ : 13 ⁰⁰		PASSCODE: 290306
HEAD OF SESSION: <i>Risqi Khoirina Firda</i>			
TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION	
Analysis of the Role of Sharia Bank Financing on Community Productivity	Nabila Suci Rahmadani Nabila Meca Asri Arina Manasikana	K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University	
Syariah Bank As An Agent Of Sosial-Ekonomi Empowerment: Perspektif Keadilan And The Welfare Of The Ummah	Windi Rizki Febrianingtyas Widia Reza Valentina Nala Maghfiroh	K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University	
Analysis Of Factors Influencing The Intention To Use Islamic Fintech Among Muslim Millennials	Alena Adelia Avidah Sirley Salsabila Athaya Candrakanta	K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University	
The Maqāṣid Syariah Approach In Assessing The Implications Of Policy On Islamic Banking Stability	Putri Maulida Yani Rifqa Rosyita Ammaliah Nayla Ifa Safitri	K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University	
The Future Of Islamic Banking: Policy Directions And Technological Dynamics In 2025	Khaniyatun Nafiyah Rima Aulia Faza Alfina	K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University	
Socio-Cultural Perceptions of the Muslim Community towards the Implementation of Sustainable Development through Islamic Finance	Sheza Aura NAFASYA Alifa Rahma OKTANTIA Laroaena Nadia Ayu FATHMASARI	K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University	
Digital Engagement Through Social Media: A Pathway To Strengthening Brand Loyalty In Islamic Finance	Malfaliya Nabila Revalina Oktaviani Elisa Oktaviana	K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University	
Digital Innovation In Islamic: Challenges And Future Prospects	Risqi Khoirina Firda Nidya Putri Salsabilla	K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University	

07.12.2025 / Hall-11, Session-3

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 898 0857 4962
	11⁰⁰ : 12¹⁵		PASSCODE: 290306

HEAD OF SESSION: *Dr. Belarbi FATEN*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Global Islamic Financial Industry Growth An Analysis Of Driving Factors And Future Trajectories	Rofiatun Fitriani Roikhatul Jannah Sadira Rima'u Nadilla	K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University
The Role Of Tax Law As A Source Of State Finance In National Development In An Effort To Realize People's Welfare	Firda FIRANI Affra FATIHANA Rifa ANISATULMAULA	K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University
A Comprehensive Traffic Flow Study In Zero Point Intersection,Rajshahi	Md Abid Alam Nashin Saiyara Teothy Gourab Halder Md Omik Hasan Muhammad Waresul Hassan Nipun Jahid Hasan	Rajshahi University of Engineering & Technology
Improving Diabetic Retinopathy Classification Through Deep Learning And Retinal Funds Image Analysis	Rinku Islam Md. Parash Chowdhury Neamul	Varendra University/BANGLADESH
Characterization And Testing Of Agricultural Wastes-Derived Cellulose Nanocrystals For Metronidazole Adsorption	Abubakar Muhammad. Hammari Usman. D. Hamza Maryam Ibrahim Kabir Garba Idris .M. Muhammad	Abubakar Tafawa Balewa University/NIGERIA
In Silico Comparative Analysis Of Catalase Amino Acid Sequences In Escherichia Coli And Human	Sadiq Salisu Yunusa	Federal University/NIGERIA
Expirimental Study Of Environmentally Cu2sns3 Material For Solar Cell Application	Dr.Belarbi Faten	Abdelhamid Ibn Badis University/ALGERIA
Smart Assistive Device For Visually Impaired	MANDADI NEERAJ REDDY Dr.Tawseef Ahmad Ch.Sunil Kumar M.Suresh	Bharat Institute of Engineering and Technology

07.12.2025 / Hall-12, Session-4

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 898 0857 4962
	11⁰⁰ : 13⁰⁰		PASSCODE: 290306

HEAD OF SESSION: *N.G. Kalyani Reddy*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Sol–Gel Engineered Co-Substituted Pyrophosphates: Solubility in 1 M HCl Over 298–353 K	Brahim MAKKA Sidi Mohammed Aboufaris El Alaoui Loubna Ghallali Hassan Mabrak b and Mohamed EL Guendouzi	Hassan II University/MOROCCO
Adaptive Performance and Genetic Diversity Assessment of Pumpkin (Cucurbita moschata Duch. ex Poir) Genotypes for Sustainable Utilization of Fallow Lands	Muhtasim Billah Sajid Md. Mahfujul Haque Pappu Tukir Ahamed	Habiganj Agricultural University/Sylhet Agricultural University/BANGLADESH
Hybridization Techniques For The Solution Of System Of Nonlinear Equations Using Conjugate Gradient Method	Saidu Bulama Nura Abdulkarim Iggi Mukhtar Ibrahim Adam Sadiq Abubakar Gambo Wakili Abubakar Abdullahi Abbas Mustapha Yusuf Abdullahi	Jigawa State Polytechnic for Information and Communication Technology Kazaure/NIGERIA
AI Tool Adoption In Construction Firms	N.G. Kalyani Reddy Dr.K.Dayana Chayaraju BalaSai K.Tharani	G Pulla Reddy Engineering College/Visakha Institute of Engineering & Technology
Assessment Of Chemical Properties Of Soils Collected From Different Agricultural Fields Of Gopalganj District In Bangladesh	Sanjida Binta Shafin Mishu Rakin Hasan Prottoy Nandi Md. Fahim Kashem Mazumder	Gopalganj Science and Technology University/University of Chittagong/BANGLADESH
Comparative Assessment Of Water Quality From Boreholes And Shallow Wells In Different Land Use Areas In Makurdi Metropolis, Benue State, Nigeria	IPU MICHAEL OGWUMA Jonathan. A. Ogwuche Edache Ernest Ekoja Idikwu Onwe Ugbem	Benue State University/Joseph Sarwuan Tarka University/NIGERIA
The Global Rise Of Dengue: Bangladesh As A Hotspot Case Study	Tahmina Akhter Akhi Bishnu Rudra Paul	Gopalganj Science And Tecnology University
Recent Trends In Caffeine Levels In Bangladeshi Tea: An Hplcbased Review	Rudra Paul Tahmina Akhter Akhi	Gopalganj Science And Tecnology University

07.12.2025 / Hall-13, Session-5

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 898 0857 4962
	11⁰⁰ : 13⁰⁰		PASSCODE: 290306

HEAD OF SESSION: [Sara AZHAF](#)

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Power Level Influence Of Microwave Curing On The Synthesis Of IOT- Based Geopolymer Through Acid Activation	Y. Ballout Y. El Miz H. El Harouachi Y. El Miz D. Ahoudi M. Elgettafi R. Hakkou M. Loutou	University Mohammed/Cadi Ayyad University/MOROCCO
Energy Optimization In Organic Solar Cells: Theoretical Exploration Of Quinoxaline- Derived Electron Donor Materials	El mostafa Benharaf Ikram Mennas Zidane Zohra Abdelhakim Khourchech Ayoub cherrat Abdellah Zeroual Mohammed El idrissi	Sultan Moulay Slimane University
Pharmacological Assessment Of Fused Heterocyclic Compounds As Potential Therapeutic Agents	Tanzeela Riaz Sana Aslam Matloob Ahmad	Government College University/PAKISTAN
Exploring The Biochemical And Functional Potential Of Marchica Lagoon Algae For Eco- Innovative Green Biotechnology	Sara AZHAF Wiame EZZAROUALI Chaouki BELBACHIR Mourad BAGHOUR Said BELLAHCEN	Mohammed the First University
Model-Based Design Of An Optimal Lqg Regulator For A Piezoelectric Actuated Smart Structure	Abdulrhman R. Ali Nadhim M. Faleh	Mustansiriyah University/IRAQ
Electrochemical Oxidation Of S-Triazine Using A Bdd /Carbon Felt Cell	FARAHI Hakima Mohamed Errami Rachid Ait Akbour	
Navigating The Challenges Of Eeg-Based Epilepsy Detection With Machine And Deep Learning	Mr. Venkitesh Sasikumar Dr. Hema P Menon	Sreepathy Institute of Management and Technology/INDIA
A Mangrove Streptomyces Isolate With Synergistic Antimicrobial And Anticancer Metabolite Production	Yalpi Karthik Manoj-Kumar Arthikala Kalpana Nanjareddy Manjula Ishwara Kalyani	Sreepathy Institute of Management and Technology/INDIA

07.12.2025 / Hall-14, Session-6

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 898 0857 4962
	11⁰⁰ : 13⁰⁰		PASSCODE: 290306

HEAD OF SESSION: *DINESH RAWAL*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
A New Decavanadate Compound: Synthesis, Crystal Structure And Biological Activity	Rawia Nasri Regaya Ksiksi	University of Tunis El Manar/TUNISIA
Improve Sleep Disorder Diagnosis	DINESH RAWAL Dr.Tawseef Ahmad M.Suresh Kani Mozhi	Bharat Institute of Engineering and Technology
Path Pilot	MEDARAM RAKESH Dr.Tawseef Ahmad Ch.Sunil Kumar M.Suresh	Bharat Institute of Engineering and Technology
Aerial Image Classification In Post Flood Scenarios	SILOJU VARUN Dr.Tawseef Ahmad Ch.Sunil Kumar M.Suresh	Bharat Institute of Engineering and Technology
Online Parking Place Reservation System	Tammana Rishita Dr.Tawseef Ahmad Juveria Nargis Palepu Naga sridhar babu	Bharat Institute of Engineering and Technology
A1 Powered Insider Threat Detection In Enterprise Systems	VRUNDA BHATT Dr.Tawseef Ahmad Mr. M Suresh Juveria Nargis	Bharat Institute of Engineering and Technology
Intelligent Legal Assistant For Indian Laws	Anumandla Nivedith Reddy Dr.Tawseef Ahmad M.suresh Ch.sunil kumar	Bharat Institute of Engineering and Technology
Improving Climate Resilience in Rice Farming:Real-World Lessons from Different Agro-Ecological Areas of Bangladesh	Md Shahin Sarowar Md. Shariful Islam Md. Shihab Md. Rubel Jihad Islam Chowdhury	Crop Science and Technology, University of Rajshahi, Rajshahi (6205), Bangladesh

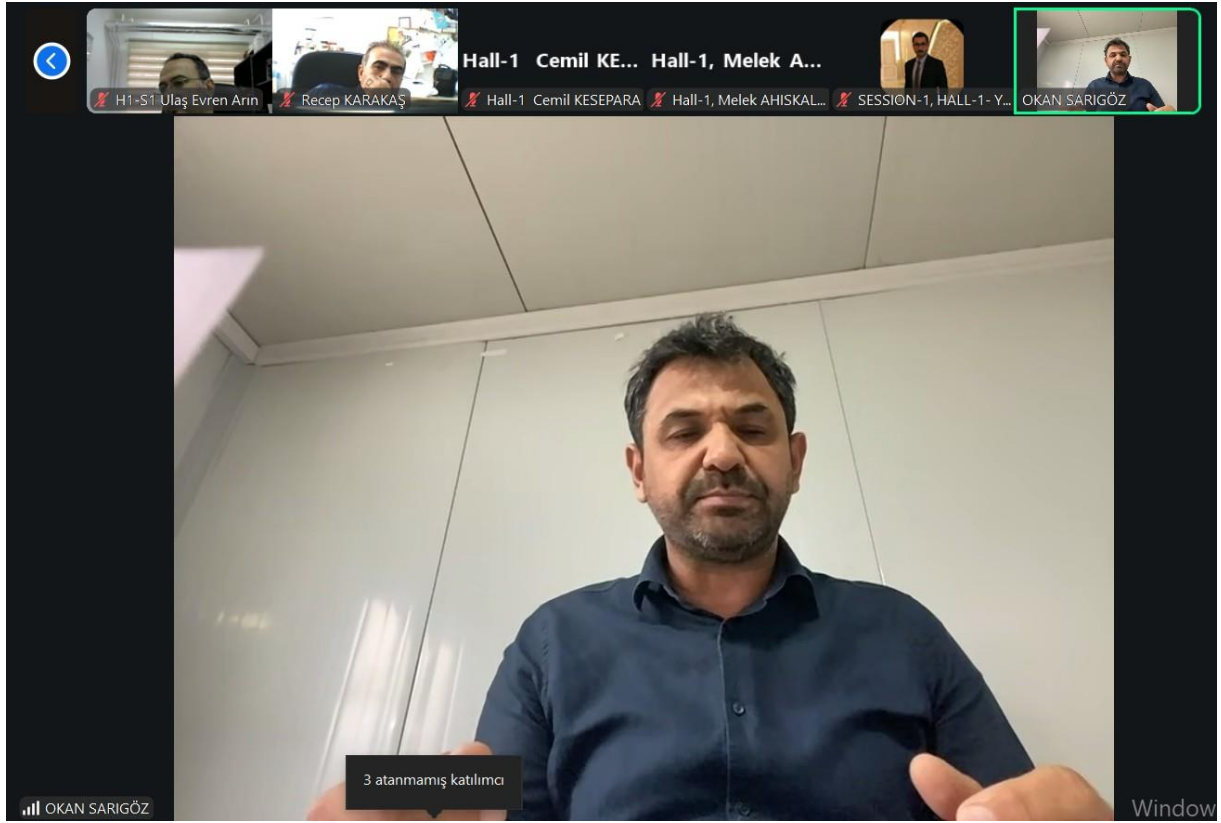
07.12.2025 / Hall-15, Session-6

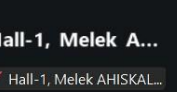
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 898 0857 4962
	11⁰⁰ : 13¹⁵		PASSCODE: 290306

HEAD OF SESSION: *Moustapha Belmouden*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Silent Speech Recognition	ABHINAY REDDY Kanimozhi R Juveria Nargis Palepu Naga sridhar babu	Bharat Institute of Engineering and Technology
Simultaneous Removal Of Anionic And Cationic Dyes From Aqueous Solutions Using Nickel–Iron Layered Double Hydroxide Nanosheets	TAJAT Naoual EL MOUHRI Wail El HAYAOUI Widad NADIF Iliass TALEBI Jamal BAKAS Idriss TAMIMI Malika ASSABBANE Ali QOURZAL Samir	Ibn Zohr University/MOROCCO
Data Capitalization On The Ethnobotanical Uses And Scientific Validation Of Rosmarinus Officinalis L. In The Central Plateau Of Morocco: From Traditional Remedy To Therapeutic Valorization	Jaayefar Fatima-ezzahra Dahmani Jamila	Ibn Tofail University/MOROCCO
Novel Benzimidazole Derivative As Corrosion Inhibitor For Mild Steel In 1M Hcl: Combined Experimental And Theoretical Approach	Younesse Amrane Aziz Boutouil Younes Abboud	University of Hassan II
ON THE N-POWER GRAPH OF FINITELY GENERATED GROUPS Mg	Mina Pirzadeh Mansour Hashemi	University of Guilan, Rasht, Iran
Dementia Virtual Memory Application	Archana.S.Ramarap Ch.Sunil Kumar Syeda Hifsa Naaz ,Juveria Nargis.	Bharat Institute of Engineering and Technology
Health Implications Of Rice Irrigated With Treated Wastewater In Semi-Arid North Africa	Ahmed Osmane Khadija Zidan Moustapha Belmouden	University Ibn Zohr
Biochar Preparation At Laboratory Scale With Large-Scale Validation	Younes Beddach Imad Rabichi Fatima Ezzahra Yaacoubi Zaina Izghri Abdelaziz Ounas Abdelrani Yaacoubi Abdelaziz Bacaoui	Cadi Ayyad University
Elucidating Drug Surfactant Interactions And Mechanistic Insights For Enhanced Partioninig And Drug Delivery	Madiha Anwar Muhammad Usman Hassan Manzoor	Government College University

PHOTO GALERY







- ✓ Sulak alan terimi –*ister yapay ister doğal*- pek çok farklı sucul ekosistem için kullanılan genel bir ifadedir; nehirler, çaylar, göller, göletler, barajlar, sulak çayırlar, bataklıklar, turbalıklar, vb.
- ✓ **Sucul ekosistemler pek çok kuş türü için beslenme, üreme ve barınma alanı işlevi** göstermektedirler.
- ✓ Özellikle **doğal sucul ekosistemler çok daha fazla önem** arz etmektedirler...
- ✓ Maalesef bu değerli ekosistemler; çevre kirlenmesi, tarımsal faaliyetler vb nedenlerle değişmekte ya da yok olmaktadır.

12 atanmamış katılımcı

ISARC Melike KAYA

H2 S1 Fatma Azizoglu

H2-S1 Evrim BAYRAKTAR

Hall-2, Session-1, Öznur B...

- İnfertilite tanısı alan çiftlerin değerlendirilmesinde bütüncül bir yaklaşım ele alınmalı, kültürel değerlerin ve dini faktörlerin infertiliteye etkisi sorgulanmalıdır. Tüm bu faktörler doğrudan ya da dolaylı olarak cinselliği etkiler.
- İnfertilite tedavisinde kültürel duyarlılık, hasta merkezli bakımın önemli bir bileşenidir.



ISARC Melike KAYA

Hall-3, Ömer Faruk KA...

HALL-3, SESSION-2 Dr. Ö...

Dr. Erdiç İkten

Mehmet KUYAN...

Mehmet KUYANAY

Abdullah Akgüç



2 atanmamış katılımcı

ISARC Melike KAYA H-4, Hasan AYAYDIN Uğur Mazlum Hall 4 Sesi... Hall-4 Ruqayah yaseen Ali mustafa kılıç

ruqayah yaseen

File Home Insert Draw Design Transitions Animations Slide Show Review View Help Tell me what you want to do

1 2 3 4 5 6

Çölleşmenin yasal tanımı:

- Gıda ve Tarım Örgütü, çölleşmeyi insan ve doğal nedenlerle belirli bir bölgede çöl koşullarının yayılması olarak tanımlamıştır.
- 1977 yılında Nairobi'de düzenlenen Birleşmiş Milletler Konferansı, çölleşmeyi toprağın biyolojik kapasitesinin azalması ve bunun sonucunda çöle benzer çevre koşullarının oluşması olarak tanımlamıştır.
- 1992 Rio Konferansı ve 1994 Birleşmiş Milletler Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi, çölleşmeyi aynı şekilde tanımlamış ve çölleşmenin, iklim değişikliği ve insan faaliyetleri dahil olmak üzere çeşitli faktörlerin sonucu olarak kurak, yarı kurak ve kuru yarı nemli toprakların bozulması olduğunu açıklamıştır. . Bu yasal tanımlar, çölleşmenin başlangıçta çölün yayılması olarak anlaşıldığını, ancak çeşitli insan ve doğal faktörler nedeniyle toprağın biyolojik ve üretken kapasitesinin bozulmasını ifade eden daha geniş bir kavram haline geldiğini açıklığa kavuşturmuştur.



ISARC Melike KAYA H-4, Hasan AYAYDIN Uğur Mazlum Hall 4 Sesi... Zehraa Sahib Hall-4 Ruqayah yaseen... mustafa kılıç

Yeni Paradigma: Niceliksel Odaktan Niteliksel Kaliteye Geçiş

SAYI **KALİTE**




Asıl hedefimiz sadece daha fazla fidan dikmek değil, daha sağlıklı, dirençli ve çok işlevli orman ekosistemleri yaratmak olmalıdır.

Sürdürülebilirlik, sayısal dengenin ötesinde, fidanların hayatta kalma oranları, ekolojik çeşitlilik ve insan kaynaklı baslıların yönetilmesiyle sağlanır.

2 atanmamış katılımcı

<i>B.subtilis</i>		Laminarin	
Doz (mL/mL)	Etki (%)	Doz (µL/mL)	Etki (%)
0.525	88.89±0.78b	4.00	69.64±3.92b
0.30	87.22±1.74b	2.00	69.45±3.47b
0.15	87.31±1.17b	1.00	57.17±3.48b
0.075	83.08±2.30bc	0.50	57.08±1.94b
0.0375	75.99±1.92c	0.25	40.01±4.91c
	96.69±1.66a		96.69±1.66a

Çizelge 15. Uygulanan Dozların Konidi Çimlenme Engelleme Oranları (%)

Yaban hayvanlarında üreme kalitesi;

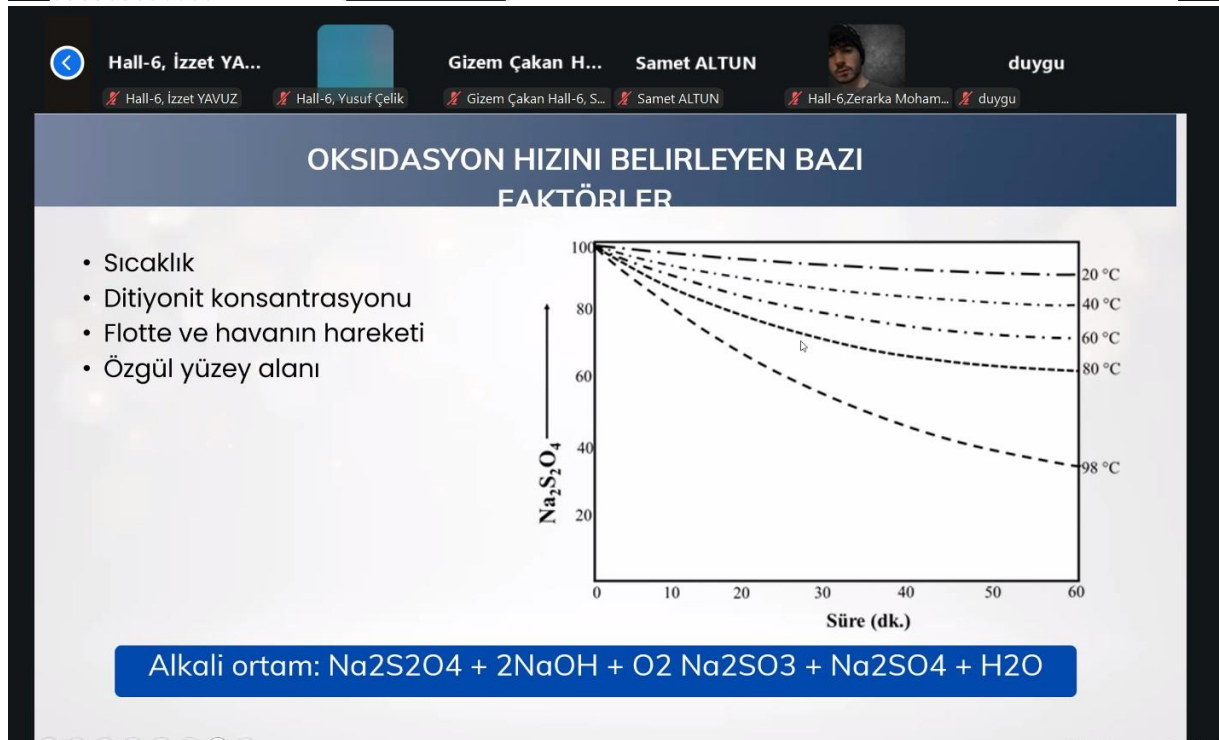
Çevresel koşullar, genetik yapı, beslenme durumu, fizyolojik stres ve habitat özellikleri gibi çok boyutlu faktörlerin etkileşimiyle şekillenen karmaşık bir süreçtir.

Son on yılda (2015–2025), ekofizyoloji, orman ekolojisi, moleküler genetik ve mikrobiyota ekolojisindeki gelişmeler, üreme başarısını etkileyen mekanizmaların daha derinlemesine anlaşılmasını sağlamıştır

Kekik uçucu yağı		Kitosan		Süt	
Doz (µL/mL)	Etki (%)	Doz (mL/mL)	Etki (%)	Doz (mL/mL)	Etki (%)
2.00	92.01±1.18a	1.00	68.27±4.35b	0.40	72.62±3.56b
1.00	91.32±0.90ab	0.50	60.38±3.97b	0.20	64.90±5.76bc
0.50	84.00±1.49cd	0.25	49.66±5.43bc	0.10	55.37±3.32bc
0.25	83.41±1.77d	0.125	39.00±5.70c	0.05	47.47±4.49cd
0.125	84.41±2.34bcd	0.0625	40.36±2.55c	0.025	32.51±3.45d
Collis 0.3 µL/mL	96.69±a		96.69±1.66a		96.69±1.66a

Çizelge 14. Uygulanan Dozların Konidi Çimlenme Engelleme Oranları (%)

2 atanmamış katılımcı



ISARC Melike KAYA Bahadırhan Sev... Hall-6, Yusuf Çelik Bahadırhan Sevgili Hal... Hall-6, Berivan ŞİMŞEK HALL 6-S3 Ayşin Çiftci ... Hall-6 Tunahan TİMÜÇ...

sunum_tomato.pdf 2 / 15 91%

Giriş

- Yapay sinir ağları, veriden öğrenme ve genelleme yetenekleri sayesinde karmaşık problemlerin çözülebilmesini mümkün kılan temel yapay zekâ modelleridir.
- Derin öğrenme, bu yapının daha derin ve çok katmanlı hâle getirilmiş modern bir formu olarak veriden otomatik özellik çıkarabilen güçlü bir yöntem sunar.
- Özellikle Konvolüsyonel Sinir Ağları (CNN), görüntülerdeki renk, doku ve şekil farklılıklarını yüksek doğrulukla ayırt edebilen etkili derin öğrenme mimarileridir.
- Günümüzde bu yöntemler, ses, görüntü ve metin gibi farklı veri biçimleri üzerinde pek çok uygulamada yaygın biçimde kullanılmaktadır.

ISARC Melike KAYA Bahadırhan Sevgili Hall-6... Hall-6, Berivan ŞİMŞEK HALL 6-S3 Ayşin Çiftci ... Hall-6 Tunahan TİMÜÇ... Hall-6, İzzet YAVUZ



2 atanmamış katılımcı

Hall-7 Merve Sa...

Erkan Yilmazer

H-7 Ayşen Esra...

Uygulama ve Sürdürülebilirlik (Adım 5-8)

5. Finansman ve Kaynak Temini
Kamu-özel sektör ortaklıkları, kooperatif modelleri gibi çeşitli finansman yöntemleri araştırılır. Yerel ve sürdürülebilir malzemeler önceliklendirilir.

6. İnşaat Süreci
Her aşamada şeffaflık sağlanır. Topluluk bilgilendirilir ve yerel iş gücü projeye dahil edilir.

7. Değerlendirme ve Geri Bildirim
Süreç boyunca sürekli geri bildirim alınır. Proje tamamlandığında sonuçlar tüm paydaşlarla analiz edilir.

8. Uzun Vadeli Sürdürülebilirlik
Konutların yönetimi için topluluk temelli modeller oluşturulur. Bakım-onarım süreçlerinde topluluk üyelerinin aktif rol alması teşvik edilir.

Erkan Yilmazer

H-7 Ayşen Esra...

murat kavurmacı

Katılımcı Yöntemin Yaşam Kalitesine Doğrudan Etkisi

Bu yöntem, konut projelerinin sadece yerel ihtiyaçlara daha uygun olmasını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda topluluklar arasında somut faydalar yaratır.

- ✓ **Artan Dayanışma ve Aidiyet Hissi:** Ortak karar alma süreçleri, sosyal bağları güçlendirir.
- ✓ **Yükselen Memnuniyet Duygusu:** Kullanıcıların sürece dahil olması, sonuç ürüne olan memnuniyeti artırır.
- ✓ **Daha Etkin Politikalar:** Elde edilen veriler, yerel yönetimler için yol gösterici olur.
- ✓ **Bütüncül ve Kullanıcı Odaklı Yönetim:** Sürecin tamamı, nihai kullanıcıyı merkeze alarak yönetilir.

ISARC Melike KAYA

Hall-8, Zeynep ŞANKAYA

Hall-8 S-3 Gülnur Sağlam

Hall-8, Sezen İlayda İlku

Hall-8, Serkan YILMAZ

Ayşenur Bakal Hall8

Hall-8, Serkan Y... Ayşenur Bakal...

Original Article

Implementing nitrous oxide cracking technology in the labour ward to reduce occupational exposure and environmental emissions: a quality improvement study*

A. Pinder,^{1,2} L. Fang,^{1,2} A. Fieldhouse,¹ A. Goddard,¹ R. Lovett,¹ J. Khan-Perez,¹ K. Madhavan,¹ E. Mason,¹ T. MacCarrick,¹ and C. Shelton^{1,2}

1 Specialty Trainee, 2 Fellow in Sustainable Anaesthesia, 3 Core Trainee, North West School of Anaesthesia, Health Education England North West, Manchester, UK
4 Consultant, 5 Specialty Doctor, Department of Anaesthesia, Salford Hospital, Salford, UK
6 Consultant, Department of Anaesthesia, Manchester Royal Infirmary, Manchester, UK
7 Consultant, Department of Anaesthesia, Wytham Hospital, Manchester University NHS Foundation Trust, Manchester, UK
8 Senior Clinical Lecturer, Lancaster Medical School, Lancaster University, Lancaster, UK

Summary

Nitrous oxide, a potent greenhouse gas, is a common labour analgesic. One method which may reduce its carbon footprint is to 'crack' the released gas into oxygen and nitrogen using catalytic destruction. In this quality improvement project, based on environmental monitoring and staff feedback, we assessed the impact of nitrous oxide cracking technology in the maternity setting. Mean ambient nitrous oxide levels were recorded during the final 30 minutes of uncomplicated labour in 36 cases and plotted on an air chart. Interventions were implemented in four stages, comprising stage 1, baseline (12 cases), stage 2, cracking with nitrous oxide delivered and scavenged via a mouthpiece (eight cases), stage 3, cracking with nitrous oxide via a facemask with an air-filled cushion (eight cases), stage 4, cracking with nitrous oxide via a low-profile facemask and enhanced coaching on the use of the technology (eight cases). The median ambient nitrous oxide levels were 71% lower than baseline in stage 2 and 81% lower in stage 4. Staff feedback was generally positive, though some found the technology to be cumbersome; successful implementation relies on effective staff engagement. Our results indicate that cracking technology can reduce ambient nitrous oxide levels in the obstetric setting, with potential for reductions in environmental impacts and occupational exposure.

Pinder, A., Fang, L., Fieldhouse, A., Goddard, A., Lovett, R., Khan-Perez, J., ... & Shelton, C. (2022). Implementing nitrous oxide cracking technology in the labour ward to reduce occupational exposure and environmental emissions: a quality improvement study. *Anaesthesia*, 77(11), 1228-1236.

ULUSLARARASI PROJE VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Azot oksit yaygın kullanılan doğum ağrı kesicisidir ve güçlü bir sera gazıdır. Azot oksit parçalama teknolojisinin doğumhane ortamında etkisinin değerlendirildiği bir çalışmaya göre ;

- Ağızlık aracılığıyla verilen ayrıca temizlenen azot oksitle parçalama (8 vaka) %71
- Düşük profilli yüz maskesi ile azot oksit parçalama ve bu teknolojinin kullanımı için gelişmiş koçluk (8 vaka) %81 ortamdaki azot oksit seviyesinden daha düşük ölçüldü.

Çatlama teknolojisi ile ortamdaki azot oksit seviyesi, çevresel etkileri ve mesleki maruziyeti azaltılabileceği bildirilmiştir (Pinder vd., 2022).

ISARC Melike KAYA

Hall-9, Session-3 Ivan ...

venkitesh sasikumar

Faten Belarbi

H-9, BENHARAF...

H-9, BENHARAF EL M...

NEAMUL HAQUE

H-9, BENHARAF...

Method 2: Reinforcement Learning for Real-Time EEG Classification

- In the second method, we use **reinforcement learning (RL)** to classify EEG signals in real time. Instead of relying on spike detection, this approach extracts **time-frequency features** from short EEG windows using transforms like HHT or wavelets.
- These features are given to an RL agent, which continuously learns to identify **interictal, preictal, and ictal** patterns based on reward feedback.
- The agent updates its decisions dynamically, allowing the system to adapt to changes in the EEG signal and improve its accuracy over time.
- This makes the approach highly suitable for **real-time monitoring and early seizure detection**.

INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

Konu: Kongre Katılımcı Bilgisi

18.12.2025

İLGİLİ MAKAMA

10.ULUSLARARASI DİCLE BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR VE İNOVASYON KONGRESİ 06-07 ARALIK 2025 tarihleri arasında DİYARBAKIR'da ve online olarak 9 farklı ülkeden (Türkiye:55 ve diğer Ülkeler:60 ; Toplam:115 akademisyen/araştırmacıların katılımı ile gerçekleşmiştir. Kongre, 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen “ Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurtdışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışından en az 5 ülkeden farklı tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır. “ değişikliğine uygun düzenlenmiştir. Bilgilerinize arz edilir. Saygılarımla


Sefa Salih BİLDİRİCİ
HEAD OF İSARC

NOTIFICATIONS

AUTHORS	TITLE	NO
Yunus KAYA	Investigation Of The Efficacy Of Molecules With Different Aromatic Groups Against The 6lu7 Protein	1-7
Yunus KAYA	Modeling Of Esters With Different Chain Lengths And Investigation Of Their Adsorption Behavior With Fe ²⁺ Ions	8-15
Rahmi AKTAŞ Prof. Dr. Recep KARAKAŞ	Preliminary Assessments In The Study On The Ornithofauna Of Devegeçidi Dam Lake	16-28
Lect. Ulaş Evren ARIN Assoc. Prof. Dr. Ebru ÖNEM	Gc-MS Analysis Of Elemı Essential Oils Of Different Brands And Investigation Of Their Antibacterial Effects	29-38
Melek AHISKALIOĞLU Assoc. Prof. Dr. Gökhan KAHVECİ	Organizational Blindness In Schools: A Qualitative Examination Of Teachers' And School Administrators' Perceptions	39-57
Cemil KESEPARA Assoc. Prof. Dr. Gökhan KAHVECİ	Sycophantic Behavior In Schools: A Multidimensional Qualitative Analysis	58-79
Assoc. Prof. Dr. Evrim BAYRAKTAR	The Role Of Childbirth Preparation Classes In Adaptation To Pregnancy	80-85
Assoc. Prof. Dr. Evrim BAYRAKTAR	Infertility And Feelings Of Loneliness	86-90
Assoc. Prof. Dr. Öznur BAŞDAŞ Assoc. Prof. Dr. Tülay BÜLBÜL	Complementary Practices Used By Mothers In Infant Care	91-97
Assoc. Prof. Dr. Tülay BÜLBÜL Assoc. Prof. Dr. Öznur BAŞDAŞ	Effects Of Gestational Diabetes On Child Health	98-101
Assist. Prof. Dr.Fatma AZİZOĞLU Banu TERZİ	Hemşirelikte Değişim Yönetimi: Sağlık Kurumlarında Dönüşümü Güçlendiren Stratejik Bir Liderlik Süreci	102-110
Assist. Prof. Dr.Fatma AZİZOĞLU Banu TERZİ	Hemşirelikte Çatışma Yönetimi: İş Birliğini Güçlendiren Profesyonel Beceriler Bütünü	111-118
Dr. Res. Asst. İbrahim ÖZHAZAR	A Study On The Concept Of "Hürriyet(Freedom)" In The Late Ottoman Empire	119-129
Dr. Res. Asst. İbrahim ÖZHAZAR	A Study On The Changes In The Concept Of Siyaset (Politics) The Late Ottoman Empire*	130-137
Abdullah AKGÜÇ	A Comparative Analysis Of Goethe And Voltaire's Perceptions Of The Prophet Muhammad	138-139
Assist. Prof. Dr. Yavuz GÖNAN	The Legitimacy Of Cell-Based Artificial Meat From The Perspective Of Islam's Halâl-Harâm Paradigm	140-154

AUTHORS	TITLE	NO
Assist. Prof. Dr. Yavuz GÖNAN	Environmental Forced Migration Within The Framework Of Al Maslaha Al Mursala: A New Status Proposal In Islamic Law	155-167
Ömer Faruk KAVUNCU Prof. Dr. Recep ASLAN	The Relationship Between Tahrîj And 'Ilal Al-Ĥadîth In Ĥadîth Criticism	168-174
Prof. Dr. Hasan AYAYDIN	The Relationship Between Green Finance, Renewable Energy And Environmental Sustainability	175-180
Prof. Dr. Hasan AYAYDIN	The Theoretical Link Between Natural Resource Use And Environmental Quality	181-186
Lect. Abdurrahman OLGUN Lect. Uğur MAZLUM	Regulatory Gaps In Electric Vehicles And Innovative Policy Recommendations	187-197
Lect. Abdurrahman OLGUN Lect. Uğur MAZLUM	Forest Sustainability In Turkey: An Analysis Of The Logging–Planting Balance	198-205
Özlem ÖRÇEN	In The Shadow Of A Fortress, In The Trace Of A Lullaby: An Analysis Of Diyarbakır From The Creative Literature Ctry Perspective	206-207
Mustafa KILIÇ	Karagöz Oyunu Bağlamında Etnik Mizahın Türk Halk Kültüründeki Yeri Üzerine Bir Değerlendirme	208-209
Ruqayah Yaseen ALI Dr. Öğr. Üyesi Nazım Sinan ODABAŞI	Desertification in Iraq and the Role of International Law	210-211
Zahraa Jaafar Sahib Asst. Prof. Dr. Özgül ÖZKOÇ	The Effect Of Perceived Research Capacity On Research Culture: A Case Study Of Research Centers In Iraq	212-223
Ecem KAYA SEZGİN Arzu SEZER	Determination Of The Effectiveness Of Some Environmentally Friendly Products Against Destructive Powdery Mildew Disease (Erysiphe Corylacearum) On Hazelnuts Under Greenhouse Conditions	224-225
Ecem KAYA SEZGİN Arzu SEZER	Antifungal Effectiveness Of Some Environmentally Friendly Products Against Erysiphe Corylacearum, The Cause Of Destructive Powdery Mildew Disease On Hazelnut, Under Laboratory Condition	226-227
Yasin ÜNAL Prof. Dr. Emre KUZUGÜDENLİ Mevlüt ZENBİLÇİ	Effects Of Climate Change On Reproductive Phenology Of Wildlife And Implications For Forest Ecosystems	228-238
Yasin ÜNAL Prof. Dr. Emre KUZUGÜDENLİ	Factors Affecting Reproductive Quality In Wildlife: An Integrated Assessment Of Environmental, Genetic, Biological And Forest Ecology Dimensions	239-246
Mehmet TEMEL Assoc. Prof. Dr. Ümran CANSU	Production Of Collagen Peptides By Pulsed Electric Field- Assisted Enzymatic Hydrolysis Method	247-253
Assoc. Prof. Dr. Ümran CANSU	Temperature-Dependent Changes In Physicochemical Properties Of Dried Mulberry (Morus Spp.) Extracts	254-258
Assoc. Prof. Dr. Muhammed Akif AÇIKGÖZ Assist. Prof. Dr. Seçil EKER	Jasmonic Acid Elicitation Promotes Terpenoid Synthesis In Achillea Gypsicola	259-272
Assoc. Prof. Dr. Tuğça BİLENLER KOÇ Öğr. Gör. Dr. Ülkühan BAĞIŞ Prof. Dr. İhsan KARABULUT	The Effect Of Different Brewing Techniques On The Antioxidant Activity And Total Phenolic Content Of Melissa (Melissa Officinalis L.) And Echinacea (Echinacea Purpurea) Plants	273-280

AUTHORS	TITLE	NO
Dr. Seval ELİŞ Zehra GÜNEŞ TAŞKIN Prof. Dr. Ferhat KIZILGEÇİ Prof. Dr. Mehmet YILDIRIM	The Relationship Between Heading Time, Gluten Content, And Ndvı Performance Of Different Triticale Genotypes Under Drought Conditions	281-287
Prof. Dr. Ferhat KIZILGEÇİ Dr. Seval ELİŞ Prof. Dr. Mehmet YILDIRIM	Evaluation Of Yield And Quality Potentials Of Advanced Triticale Lines Under Diyarbakır Conditions	288-294
Ayşin ÇİFTÇİ EKİCİ Duygu AYDIN ÖRNEK Elif AYDIN Prof.Dr. Rıza ATAV	Investigation Of The Effect Of The Thermofixation Conditions On Dye Uptake Of Micropolyester Fabrics Depending On Dye Molecule Size	295-301
Bahadırhan SEVGİLİ Öner GÜNDÜZ Sercan YAZ Prof. Dr.Rıza ATAV	Parça Giysilerin Kükürt Boyalarla İnert Azot Gazı Atmosferinde Boyanması	302-306
Tunahan TİMÜÇİN	Task Complexıty-Based Green Ai: A Model Selection Framework For Carbon Efficiency	307-318
Assist. Prof. Dr. Yusuf ÇELİK	A Deep Learning-Based Classification Approach For Tomato Leaf Diseases	319-327
Berivan ŞİMŞEK Assoc. Prof., Dr. Battal DOĞAN	Storage, System Design, And Exergy Analysis Of Green Hydrogen Produced From Wind Energy	328-329
Mr. Zerarka Mohamed Wail Ms. Zerarka Malak Yasmine	AI-Based Systems for Early Detection of Animal Diseases	330
Lect. İzzet YAVUZ Lect. Dr. Taner DİNDAR Assist. Prof. Dr. Ayhan AYDIN	Cost-Effectiveness Analysis Of Solar Energy-Based Agricultural Irrigation Systems Compared To Conventional Grid Infrastructure: The Case Of Şanlıurfa/Birecik	331-342
Lect. İzzet YAVUZ Lect. Dr. Taner DİNDAR Assist. Prof. Dr. Ayhan AYDIN	An Investigation On Lighting Quality In A Higher Education Institution	343-350
Samet ALTUN Prof. Yusuf ALTUN	Metaheuristic Algorithm Optimized Kalman Filter Design For Boost Converters Under All Parasitic Effects	351-366
Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER Rumeysa TEKE Ayşen Esra BÖLÜKBAŞI ERTÜRK	An Analysis Of The "Great National Cities" Postal Stamp Series Dated 1958- 1960 In The Context Of Urban Image And Memory	367-376
Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER Ayşen Esra BÖLÜKBAŞI ERTÜRK	Participatory Methods, Stakeholder Relations And Quality Of Life Criteria In Housing Production	377-384
Assoc. Prof. Dr. Erdem TÜRKEİ	Seismic Performance Of A Frp Reinforced Masonry Minaret Under Kahramanmaraş Earthquake	385-395
Res. Assist. Çiğdem IŞIK ÖZGER	Experimental And Numerical Investigation Of The Behavior Of Reinforced Aac Panels Under Internal Blast Loads	396-413
Erkan YILMAZER Murat KAVURMACI	Investigation Of Spatial Distribution Of Heavy Metal Elements In An Epithermal Gold Mineralization	414-425
Adel DELIOU Takieddine Bouklia Samir DJIMLI Mohamed Kemiha Meriem DEHBI Sofiane BOULKROUNE Abdelkader FIDJAH	Mechanical Behaviours of Unidirectionnal Composites Laminated	426

AUTHORS	TITLE	NO
Adel DELIOU Takieddine Boukelia Samir DJIMLI Mohamed Kemiha Meriem DEHBI Sofiane BOULKROUNE Abdelkader FIDJAH	Comparative Analysis Of Tensile Characteristics In Epoxy Composites: Assessing Twarmat, Woven Glass, And Woven Carbon Fiber Reinforcements	427
Assist. Prof. Dr. Serkan YILMAZ Assoc. Prof. Dr. Katibe Tuğçe TEMUR	Orofacial And Radiologic Manifestations Of Diffuse Large B-Cell Non-Hodgkin Lymphoma: A Clinical Case Report	428-435
Zeynep ŞANKAYA Assist. Prof. Dr. Nigar ÇELİK	Sustainability In Delivery Units: The Role Of Nurses And Midwives In Reducing The Carbon Footprint	436-451
Uzm. Dt. Gülnur SAĞLAM Uzm. Dt. Deniz Gül SARIDOĞAN	Non-Surgical Periodontal Treatment Of Patients With Stage In Periodontitis: 2 Case Reports	452-462
Sezen İlayda İLKUL Ayşenur BAKAL	Ossifying Fibroma In The Mandibular Premolar Region: A Case Report	463-464
Dr. Saloni SHARMA Suhani SHARMA	Clinical Trials On Non-Dietary Therapies For Celiac Disease: Emerging Alternatives To The Gluten-Free Diet	465-479
El Mostafa Benharaf Ikram Mennas A. Arif Zidane Zohra Abdelmalek Matine Ayoub cherrat Abdellah Zeroual Mohammed El idrissi	Theoretical Study On Quinoxaline Derivatives As Promising Electron Donor Materials For High-Performance Organic Solar Cells	480
Ivan Ramov Emanuela Esmerova Elizabeta Popova Ramova	Marketing For Production And Sell Organic Food	481-485
Ouassila Riouchi Khalid Elkalay	Human Health Risks Associated With Microplastic Exposure: Current Evidence And Emerging Concerns	486
Nidya Putri Lina Nur Afifah Salsabilla	The Determinants Of Halal Tourism Destination Competitiveness	487
Takawa MAFAZA Alfi Anita SASIA Shelviani Eka PUTRI	Optimizing Sharia Msme Financing Through The Integration Of Halal Fintech And Big Data Analytics	488
Abderrezak TOUMI	Global And Regional Responses To Irregular Migration: Challenges, Policies, And The Need For A Comprehensive Approach	489
M. Halim Barnanda Muh. Alfian Faiz Ryan Aristiyanto	Blockchain's Potential In Improving Transparency Of Islamic Financial Institutions	490-491
Nabila Suci Rahmadani Nabila Meca Asri Arina Manasikana	Analysis of the Role of Sharia Bank Financing on Community Productivity	492
Windi Rizki Febrianingtyas Widia Reza Valentina Nala Maghfiroh	Syariah Bank As An Agent Of Sosial-Ekonomi Empowerment: Perspektif Keadilan And The Welfare Of The Ummah	493-494
Alena Adelia Avidah Sirley Salsabila Athaya Candrakanta	Analysis Of Factors Influencing The Intention To Use Islamic Fintech Among Muslim Millennials	495
Putri Maulida Yani Rifqa Rosyita Ammaliah Nayla Ifa Safitri	The Maqāṣid Syariah Approach In Assessing The Implications Of Policy On Islamic Banking Stability	496

AUTHORS	TITLE	NO
Khaniyatun Nafiyah Rima Aulia Faza Alfina	The Future Of Islamic Banking: Policy Directions And Technological Dynamics In 2025	497-498
Sheza Aura NAFASYA Alifa Rahma OKTANTIA Laroaena Nadia Ayu FATHMASARI	Socio-Cultural Perceptions of the Muslim Community towards the Implementation of Sustainable Development through Islamic Finance	499
Malfaliya Nabila Revalina Oktaviani Elisa Oktaviana	Digital Engagement Through Social Media: A Pathway To Strengthening Brand Loyalty In Islamic Finance	500-501
Risqi Khoirina Firda Nidya Putri Salsabilla	Digital Innovation In Islamic: Challenges And Future Prospects	502
Rofiatun Fitriani Roikhatul Jannah Sadira Rima'u Nadilla	Global Islamic Financial Industry Growth An Analysis Of Driving Factors And Future Trajectories	503-504
Firda FIRANI Affra FATIHANA Rifa ANISATULMAULA	The Role Of Tax Law As A Source Of State Finance In National Development In An Effort To Realize People's Welfare	505
Md Abid Alam Nashin Saiyara Teothy Gourab Halder Md Omik Hasan Muhammad Waresul Hassan Nipun Jahid Hasan	A Comprehensive Traffic Flow Study In Zero Point Intersection,Rajshahi	506-504
Rinku Islam Md. Parash Chowdhury Neamul	Improving Diabetic Retinopathy Classification Through Deep Learning And Retinal Funds Image Analysis	508
Abubakar Muhammad. Hammari Usman. D. Hamza Maryam Ibrahim Kabir Garba Idris .M. Muhammad	Characterization And Testing Of Agricultural Wastes-Derived Cellulose Nanocrystals For Metronidazole Adsorption	509
Sadiq Salisu Yunusa	In Silico Comparative Analysis Of Catalase Amino Acid Sequences In Escherichia Coli And Human	510
Dr.Belarbi Faten	Expirimental Study Of Environmentally Cu2sns3 Material For Solar Cell Application	511
MANDADI NEERAJ REDDY Dr.Tawseef Ahmad Ch.Sunil Kumar M.Suresh	Smart Assistive Device For Visually Impaired	512
Brahim MAKKA Sidi Mohammed Aboufaris El Alaoui Loubna Ghallali Hassan Mabrak b and Mohamed EL Guendouzi	Sol–Gel Engineered Co-Substituted Pyrophosphates: Solubility in 1 M HCl Over 298–353 K	513
Muhtasim Billah Sajid Md. Mahfujul Haque Pappu Tukir Ahamed	Adaptive Performance and Genetic Diversity Assessment of Pumpkin (Cucurbita moschata Duch. ex Poir) Genotypes for Sustainable Utilization of Fallow Lands	514

AUTHORS	TITLE	NO
Saidu Bulama Nura Abdulkarim Iggi Mukhtar Ibrahim Adam Sadiq Abubakar Gambo Wakili Abubakar Abdullahi Abbas Mustapha Yusuf Abdullahi	Hybridization Techniques For The Solution Of System Of Nonlinear Equations Using Conjugate Gradient Method	515
N.G. Kalyani Reddy Dr.K.Dayana Chayaraju BalaSai K.Tharani	AI Tool Adoption In Construction Firms	516-527
Sanjida Binta Shafin Mishu Rakin Hasan Prottoy Nandi Md. Fahim Kashem Mazumder	Assessment Of Chemical Properties Of Soils Collected From Different Agricultural Fields Of Gopalganj District In Bangladesh	528
IPU MICHAEL OGWUMA Jonathan. A. Ogwuche Edache Ernest Ekoja Idikwu Onwe Ugbem	Comparative Assessment Of Water Quality From Boreholes And Shallow Wells In Different Land Use Areas In Makurdi Metropolis, Benue State, Nigeria	529
Tahmina Akhter Akhi Bishnu Rudra Paul	The Global Rise Of Dengue: Bangladesh As A Hotspot Case Study	530
Rudra Paul Tahmina Akhter Akhi	Recent Trends In Caffeine Levels In Bangladeshi Tea: An Hplcbased Review	531
Y. Ballout Y. El Miz H. El Harouachi Y. El Miz D. Ahoudi M. Elgettafi R. Hakkou M. Loutou	Power Level Influence Of Microwave Curing On The Synthesis Of IOT-Based Geopolymer Through Acid Activation	532
El mostafa Benharaf Ikram Mennas Zidane Zohra Abdelhakim Khourchech Ayoub cherrat Abdellah Zeroual Mohammed El idrissi	Energy Optimization In Organic Solar Cells: Theoretical Exploration Of Quinoxaline- Derived Electron Donor Materials	533
Tanzeela Riaz Sana Aslam Matloob Ahmad	Pharmacological Assessment Of Fused Heterocyclic Compounds As Potential Therapeutic Agents	534
Sara AZHAF Wiame EZZAROUALI Chaouki BELBACHIR Mourad BAGHOUR Said BELLAHCEN	Exploring The Biochemical And Functional Potential Of Marchica Lagoon Algae For Eco- Innovative Green Biotechnology	535
Abdulrhman R. Ali Nadhim M. Faleh	Model-Based Design Of An Optimal Lqg Regulator For A Piezoelectric Actuated Smart Structure	536
FARAH I Hakima Mohamed Errami Rachid Ait Akbour	Electrochemical Oxidation Of S-Triazine Using A Bdd /Carbon Felt Cell	537
Mr. Venkitesh Sasikumar Dr. Hema P Menon	Navigating The Challenges Of Eeg-Based Epilepsy Detection With Machine And Deep Learning	538-539
Yalpi Karthik Manoj-Kumar Arthikala Kalpana Nanjareddy Manjula Ishwara Kalyani	A Mangrove Streptomyces Isolate With Synergistic Antimicrobial And Anticancer Metabolite Production	540

AUTHORS	TITLE	NO
Rawia Nasri Regaya Ksiksi	A New Decavanadate Compound: Synthesis, Crystal Structure And Biological Activity	541
DINESH RAWAL Dr.Tawseef Ahmad M.Suresh Kani Mozhi	Improve Sleep Disorder Diagnosis	542
MEDARAM RAKESH Dr.Tawseef Ahmad Ch.Sunil Kumar M.Suresh	Path Pilot	543
SILOJU VARUN Dr.Tawseef Ahmad Ch.Sunil Kumar M.Suresh	Aerial Image Classification In Post Flood Scenarios	544
Tammana Rishita Dr.Tawseef Ahmad Juveria Nargis Palepu Naga sridhar babu	Online Parking Place Reservation System	545
VRUNDA BHATT Dr.Tawseef Ahmad Mr. M Suresh Juveria Nargis	AI Powered Insider Threat Detection In Enterprise Systems	546
Anumandla Nivedith Reddy Dr.Tawseef Ahmad M.suresh Ch.sunil kumar	Intelligent Legal Assistant For Indian Laws	547
Md Shahin Sarowar Md. Shariful Islam Md. Shihab Md. Rubel Jihad Islam Chowdhury	Improving Climate Resilience in Rice Farming:Real-World Lessons from Different Agro-Ecological Areas of Bangladesh	548
ABHINAY REDDY Kanimozhi R Juveria Nargis Palepu Naga sridhar babu	Silent Speech Recognition	549
TAJAT Naoual EL MOUHRI Wail El HAYAOUI Widad NADIF Iliass TALEBI Jamal BAKAS Idriss TAMIMI Malika ASSABBANE Ali QOURZAL Samir	Simultaneous Removal Of Anionic And Cationic Dyes From Aqueous Solutions Using Nickel–Iron Layered Double Hydroxide Nanosheets	550
Jaayefar Fatima-ezzahra Dahmani Jamila	Data Capitalization On The Ethnobotanical Uses And Scientific Validation Of Rosmarinus Officinalis L. In The Central Plateau Of Morocco: From Traditional Remedy To Therapeutic Valorization	551
Younesse Amrane Aziz Boutouil Younes Abboud	Novel Benzimidazole Derivative As Corrosion Inhibitor For Mild Steel In 1M Hcl: Combined Experimental And Theoretical Approach	552

AUTHORS	TITLE	NO
Mina Pirzadeh Mansour Hashemi	ON THE N-POWER GRAPH OF FINITELY GENERATED GROUPS Mg	553-554
Archana.S.Ramarap Ch.Sunil Kumar Syeda Hifsa Naaz Juveria Nargis.	Dementia Virtual Memory Application	555
Ahmed Osmane Khadija Zidan Moustapha Belmouden	Health Implications Of Rice Irrigated With Treated Wastewater In Semi-Arid North Africa	556
Younes Beddach Imad Rabichi Fatima Ezzahra Yaacoubi Zaina Izghri Abdelaziz Ounas Abdelrani Yaacoubi Abdelaziz Bacaoui	Biochar Preparation At Laboratory Scale With Large-Scale Validation	557
Madiha Anwar Muhammad Usman Hassan Manzoor	Elucidating Drug Surfactant Interactions And Mechanistic Insights For Enhanced Partioninig And Drug Delivery	558
Doç. Dr. Okan SARIGÖZ	The Positive Aspects Of Artificial Intelligence From Students' Perspectives	559-566
Doç. Dr. Okan SARIGÖZ	The Negative Implications Of Artificial Intelligence For Education	567-573

INVESTIGATION OF THE EFFICACY OF MOLECULES WITH DIFFERENT AROMATIC GROUPS AGAINST THE 6LU7 PROTEIN

Yunus Kaya

Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Chemistry, Bursa Technical University,
Bursa, Turkey

ORCID: 0000-0001-7228-2340

ABSTRACT

COVID-19, caused by the SARS-CoV-2 virus, rapidly evolved into a global pandemic due to its high transmission rate and severe clinical impact. In response to the pandemic, extensive scientific efforts were directed toward developing therapeutic agents and vaccines capable of inhibiting or mitigating the virus. Because the laboratory synthesis and biological evaluation of potential drug candidates is a time-consuming and resource-intensive process, theoretical modeling and virtual screening have become indispensable tools for identifying the most promising molecular structures prior to experimental studies. Parallel to this global research effort, numerous theoretical studies have investigated the molecular mechanisms of antiviral agents, including the clinically used favipiravir, which has been one of the most widely studied compounds for SARS-CoV-2 inhibition. In the present study, six candidate molecules containing different aromatic substituents were designed and modeled using Gaussian software. Full geometry optimization was carried out at the DFT/B3LYP/6-311++G(d,p) level to obtain reliable electronic and structural parameters. The inhibitory potential of each molecule against the SARS-CoV-2 main protease (Mpro), represented by the 6LU7 protein structure, was evaluated using molecular docking simulations performed with AutoDock Vina. Docking results revealed that all selected molecules exhibited stronger binding affinities compared to favipiravir, suggesting an enhanced inhibitory potential. Among the studied compounds, Molecule 6 demonstrated the highest binding affinity with a docking energy of $-35.15 \text{ kJ mol}^{-1}$. The predicted interactions involved hydrogen bonding, π - π stacking, and van der Waals contacts within the active site of the protease, supporting the hypothesis that these molecules may function as efficient inhibitors of the viral enzyme. Overall, the findings indicate that the designed aromatic molecules hold significant potential as antiviral agents targeting the COVID-19 main protease. These results highlight the importance of theoretical drug design and suggest that the most promising candidate molecules should be synthesized and subjected to further biological and clinical evaluation.

Keywords: DFT, molecular docking, AutoDock Vina, COVID-19, SARS-CoV-2, 6LU7 protein

1. Introduction

The COVID-19 pandemic has emerged as one of the largest global health crises of the modern era due to its high transmission rate and serious clinical effects. This disease, caused by the SARS-CoV-2 virus, quickly affected millions of people worldwide, placing a heavy burden on healthcare systems and resulting in global economic, social, and psychological consequences. In the early stages of the pandemic, intensive scientific efforts were conducted to develop effective therapeutics and vaccines; however, the synthesis, biological evaluation, and clinical approval processes of new drug candidates remained time-consuming and costly. This led researchers to seek faster and more cost-effective methods; theoretical modeling, computer-aided drug design, and virtual screening techniques have become indispensable tools for identifying the most promising molecular structures before experimental studies [1,2].

In recent years, computational chemistry and molecular simulation techniques have played a significant role in the drug discovery process; density functional theory (DFT) and molecular docking methods, in particular, have been widely used to predict the electronic, structural, and binding properties of potential inhibitors. Numerous theoretical studies have been conducted in the literature to elucidate the molecular mechanisms of antiviral agents against SARS-CoV-2; these studies cover a wide range of compounds, from protease inhibitors to RNA polymerase blockers. Favipiravir, particularly in clinical use, has been one of the most researched compounds against SARS-CoV-2; both experimental and theoretical studies have demonstrated its effectiveness in suppressing viral replication. However, the limited efficacy and side effects of favipiravir necessitated the design of more potent and safer alternatives [1,3].

In this context, six different aromatic compounds were designed and modeled using the Gaussian program. Molecular docking studies were conducted using the autodock vina program to determine the most suitable geometries of the molecules, and the favipiravir molecule was compared.

2. Method

Six different aromatic compounds were selected for this study. Possible structures of the molecules were drawn in the Gaussian program and calculated using the Density Functional Theory (DFT)/B3LYP method and the 6-311++G(d, p) basis set. Frequency calculations of the molecules were also performed, and it was determined that they were optimized at minimum energy. All calculations were performed with the Gaussian 09 program using an HP Z240 workstation [4]. Visualization of the molecules and processing of the output files were done with the Gaussian view program [5].

The Autodock vina program was used for molecular docking studies [6]. The optimized molecules were saved in the mol2 file and prepared for molecular docking calculations. The isolated molecule, coded 6LU7, for the main protease enzyme of Covid-19 was identified, and its pdb file was downloaded from the pdb bank. The structure of the main protease enzyme isolated for active drug design is given in Figure 1 [7]. Water molecules in the protein structure were deleted and saved as a .pdbqt file using the Autodock program. The conversion of the ligand from the .mol2 file to the .pdbqt file was also performed using the Autodock program. The grid box dimensions were set to 40x40x40, and the necessary x, y, and z coordinates were entered. All values other than the x, y, and z coordinates and dimensions entered manually into the program were used for data from the Autodock Vina program.



Figure 1. Structure of the main protease enzyme isolated for active drug design

3. Conclusions and Discussions

The COVID-19 virus, which causes this disease known as the coronavirus, quickly turned into a pandemic due to its lethal effects. With the pandemic, studies (vaccines and drugs) that could inhibit or treat this virus began rapidly. The fact that no effective vaccine or drug has yet been found makes research in this area even more crucial. Furthermore, in addition to the intensity of the studies, there is also a race against time, and the sooner an effective drug is found, the more lives can be saved. Synthesizing a drug's active ingredient in a laboratory environment takes considerable time. Therefore, it is crucial to first theoretically design the targeted molecules and focus on the molecules thought to be most effective. The pandemic has accelerated theoretical calculations on COVID-19 in the literature, and the favipiravir molecule, currently used in treatments, has been studied most prominently [8]. This molecule is used as a

standard, and molecules thought to be similar or effective are being identified, and the effectiveness of drugs used for other diseases is being tested against COVID-19 using very different programs or approaches. In this study, 6 different aromatic compounds that are expected to be effective were designed.

In this context, the six selected molecules were first modeled using the Gaussian program, and their optimized structures calculated using the DFT/B3LYP/6-311++G(d,p) method and basis set are shown in Figure 2. The binding energies of the molecules, calculated using the Autodock vina program, are summarized in Table 1. The binding results indicate that the molecule is much more effective than the favipiravir molecule, which is currently used as the active pharmaceutical ingredient. Among the selected molecules, molecule 6 had the highest binding energy, calculated as $-35.15 \text{ kJmol}^{-1}$. These results support the possibility that these molecules may inhibit the COVID-19 protease enzyme and support the importance of synthesizing these molecules for clinical studies.

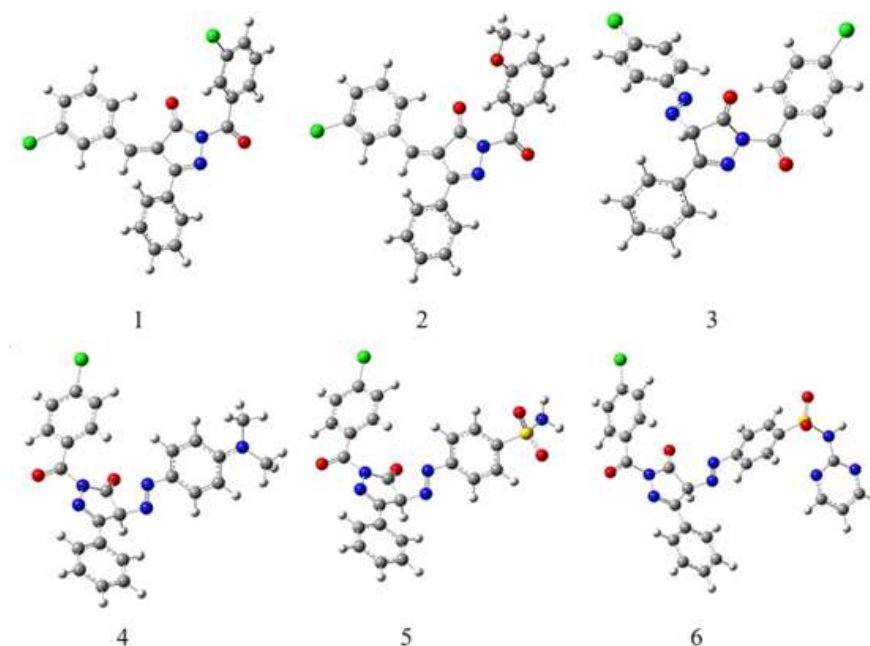


Figure 2. Optimized molecular structures of molecules 1, 2, 3, 4, 5, and 6

Table 1. Free energy values of selected molecules among those planned to be synthesized against the Covid-19 protease enzyme (6LU7) calculated using the Autodock vina program.

Molecules	Free Binding Energy (kJ.mol^{-1})
Favipiravir	-20,94
1	-29,29
2	-29,70
3	-32,22
4	-32,64
5	-32,64
6	-35,15

Among the six molecules selected within the scope of the study, molecule 6 was identified as the one that provided the best binding results. The interaction of this molecule with the 6LU7 protein is depicted in Figure 3. As a result of molecular docking, the amino acids that interacted with the 6LU7 protein (interaction length <3.5 Å) were identified as LYS137, ARG131, THR198, THR199, LEU287, TYR239, ASN238, TYR237, LYS236, LEU272, MET276, LEU284, and ALA285. Hydrogen bonds are the weak interactions that contribute most to the interaction between the ligand molecule and the protein and are the most important parameter determining the ligand molecule's activity. The study of the interaction mechanism between ligand molecules and proteins is also closely related to hydrogen bonds. The types and lengths of hydrogen bonds formed by molecule 6 with the protein are listed in Table 2.

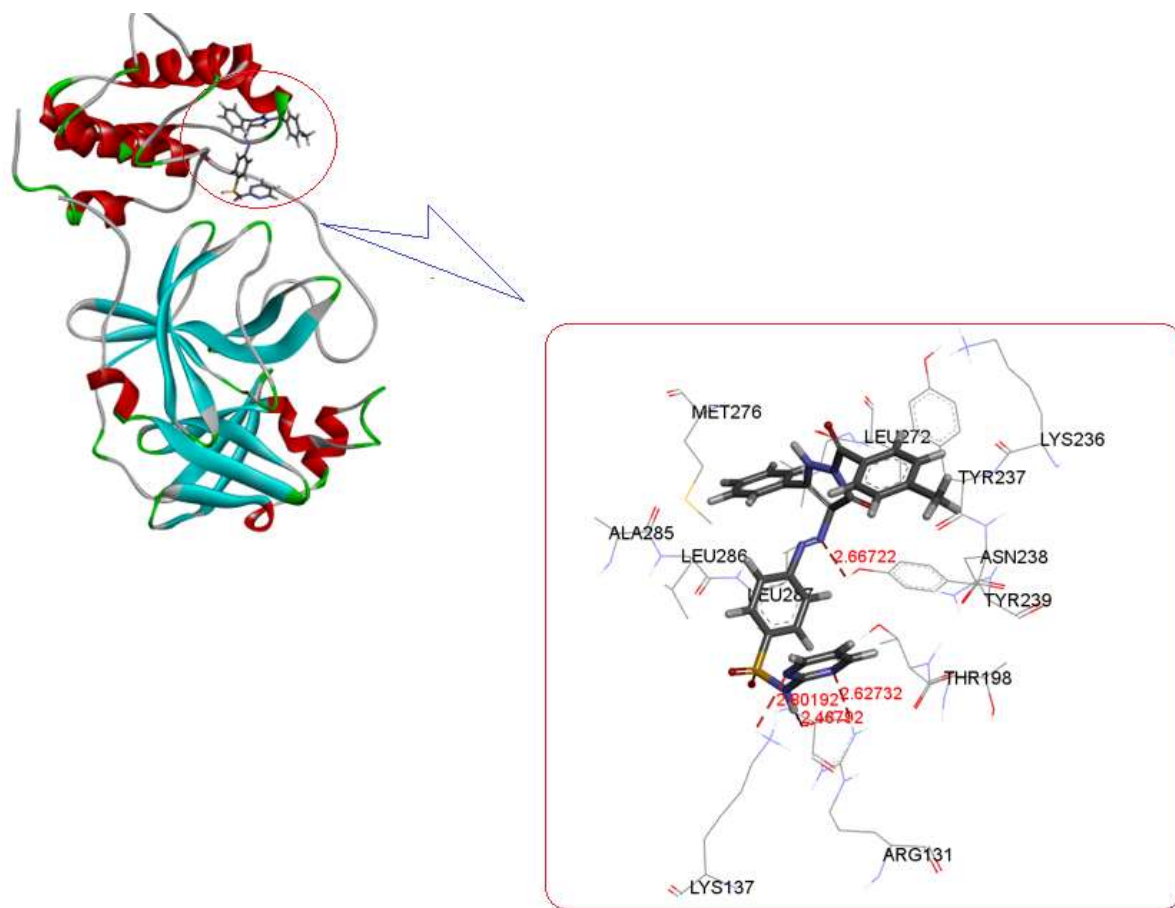


Figure 3. Molecular docking calculations of molecule 6 with protein 6LU7, its interactions, and the amino acids it interacts with (<3.5 Å)

Table 2. Hydrogen bonds formed between molecule 6 and protein 6LU7

Donor (D-H)	Acceptor (H...A)	Hydrogen bond length (Å)
TYR239-OH	6-N	2,67
ARG131-NH	6-N	2,63
LYS137-NH	6-N	2,80
6-NH	ASP289-O	2,47

4. Results

This study presents the design and theoretical evaluation of six new molecules containing different aromatic substituents. The electronic and structural parameters of the molecules were optimized at the DFT/B3LYP/6-311++G(d,p) level, and their interaction potential with the SARS-CoV-2 main protease (Mpro, PDB ID: 6LU7) was then investigated through molecular docking simulations using AutoDock Vina. The results showed that all candidate molecules exhibited stronger binding affinities than favipiravir. Molecule 6, in particular, exhibited the highest inhibitory potential with a binding energy of $-35.15 \text{ kJ mol}^{-1}$ and exhibited a strong binding profile at the active site of the protease through hydrogen bonds, π - π interactions, and van der Waals contacts. These findings suggest that engineered aromatic molecules can be considered effective antiviral agents targeting the SARS-CoV-2 core protease, demonstrating that theoretical drug design is a rapidly applicable strategy under pandemic conditions. The study's results emphasize the need to synthesize the most promising candidates and subject them to biological and clinical testing.

References

- [1] Tegegn, D. F., Belachew, H. Z., Etefa, H. F., & Salau, A. O. (2024). Investigation of substituent effects on the electronic structure and antiviral activity of favipiravir derivatives for COVID-19 treatment using DFT and molecular docking. Scientific Reports. <https://www.nature.com/articles/s41598-024-68712-0.pdf>
- [2] Albarakati, R., Al-Qurashi, O., Safi, Z., & Wazzan, N. (2023). A dispersion-corrected DFT calculation on encapsulation of favipiravir drug used as antiviral against COVID-19 into carbon-, boron-, and aluminum-nitride nanotubes for optimal drug delivery systems combined with molecular docking simulations. Structural Chemistry, 35, 277–295. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11224-023-02182-4>
- [3] Hagar, M., Ahmed, H. A., Aljohani, G., & Alhaddad, O. A. (2020). Investigation of some antiviral N-heterocycles as COVID-19 drug: Molecular docking and DFT calculations. International Journal of Molecular Sciences, 21(11), 3922. <https://www.mdpi.com/1422-0067/21/11/3922>
- [4] Frisch, M.J., Trucks, G.W., Schlegel, H.B., Scuseria, G.E., Robb, M.A., Cheeseman, J.R., Scalmani, G., Barone, V., Mennucci, B., Petersson, G.A., Nakatsuji, H., Caricato, M., Li, X., Hratchian, H.P., Izmaylov, A.F., Bloino, J., Zheng, G., Sonnenberg, J.L., Hada, M., Ehara, M., Toyota, K., Fukuda, R., Hasegawa, J., Ishida, M., Nakajima, T., Honda, Y., Kitao, O., Nakai, H., Vreven, T., Montgomery Jr, J.A., Peralta, J.E., Ogliaro, F., Bearpark, M., Heyd, J.J., Brothers, E., Kudin, K.N., Staroverov, V.N., Kobayashi, R., Normand, J., Raghavachari, K., Rendell, A., Burant, J.C., Iyengar, S.S., Tomasi, J., Cossi, M., Rega, N., Millam, J.M., Klene, M., Knox, J.E., Cross, J.B., Bakken, V.,



- Adamo, C., Jaramillo, J., Gomperts, R., Stratmann, R.E., Yazyev, O., Austin, A.J., Cammi, R., Pomelli, C., Ochterski, J.W., Martin, R.L., Morokuma, K., Zakrzewski, V.G., Voth, G.A., Salvador, P., Dannenberg, J.J., Dapprich, S., Daniels, A.D., Farkas, Ö., Foresman, J.B., Ortiz, J.V., Cioslowski, J., Fox, D.J. 2009. Gaussian 09, Revision D.01, Gaussian Inc., Wallingford CT.
- [5] Dennington, R., Keith, T., Millam, J., Eppinnett, K., Hovell, W.L., Gilliland, R. 2003. GaussView, Version 3.07, Semichem Inc., Shawnee Mission, KS.
- [6] Trott, O., Olson, A.J. 2010. "AutoDock Vina: improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization and multithreading", *J Comput Chem* 31, 455–461.
- [7] Zhenming, J., Xiaoyu, D., Yechun, X., Yongqiang, D., Meiqin, L., Yao, Z., Bing, Z., Xiaofeng, L., Leike, Z., Chao, P., Yinkai, D., Jing, Y., Lin, W., Kailin, Y., Fengjiang, L., Rendi, J., Xinglou, Y., Tian, Y., Xiaoce, L., Xiuna, Y., Fang, B., Hong, L., Xiang, L., Luke, W.G., Wenqing, X., Gengfu, X., Chengfeng, Q., Zhengli, S., Hualiang, J., Zihé, R., Haitao, Y. "Structure of Mpro from COVID-19 virus and discovery of its inhibitors", *Nature*, 582, 289–293.
- [8] Harishman, K., Mirzaei, M. 2020. "Favipiravir: Structural analysis and Activity against COVID-19", *Advance Journal of Chemistry, Section B*, 2(2), 55-60.

MODELING OF ESTERS WITH DIFFERENT CHAIN LENGTHS AND INVESTIGATION OF THEIR ADSORPTION BEHAVIOR WITH Fe^{2+} IONS

Yunus Kaya

Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Chemistry, Bursa Technical University,
Bursa, Turkey

ORCID: 0000-0001-7228-2340

ABSTRACT

This study investigates, at the molecular scale, the adsorption behavior of ester-based organic compounds toward Fe^{2+} ions, which is of significant relevance for both environmental applications and industrial processes requiring the control or removal of dissolved metal species. The influence of ester chain length on adsorption capacity was systematically evaluated through Density Functional Theory (DFT) calculations and supported by thermodynamic analysis. Ester derivatives with alkyl chain lengths of C_4 , C_5 , C_6 , C_7 , C_8 , C_9 , C_{10} , and C_{12} were designed, and their geometries were fully optimized at the DFT level.

Electronic descriptors—including HOMO–LUMO energy gaps, dipole moments, and polarity indices—were calculated to construct a comprehensive reactivity profile for each ester. The observed decrease in HOMO–LUMO energy gap and simultaneous increase in dipole moment with increasing chain length suggests that longer-chain esters possess enhanced interaction potential with Fe^{2+} ions. For each molecule, complex formation with Fe^{2+} ions was simulated, and the resulting adsorption energies, bond lengths, and electron density distributions were examined in detail.

Mulliken charge analysis and Natural Bond Orbital (NBO) calculations were performed to elucidate the electron transfer pathways and coordination characteristics in the ester– Fe^{2+} complexes. The comparative assessment of all ester derivatives clearly demonstrates that chain length plays a critical role in modulating molecular polarity, charge distribution, and ultimately the adsorption capacity toward divalent iron ions.

The findings of this DFT-based modeling study highlight the potential of ester derivatives as selective and effective adsorbents for Fe^{2+} removal. This molecular-level understanding provides a valuable framework for designing new organic ligands or adsorbent materials with tailored affinity for metal ions in environmental remediation and industrial purification technologies.

Keywords: Ester chain length, Fe^{2+} adsorption, DFT, HOMO–LUMO, electrostatic potential

1. Introduction

The transport, stability, and behavior of metal ions in aqueous environments are of great importance for both industrial processes and environmental sustainability. The Fe^{2+} ion, the

divalent form of iron, is a chemically active species frequently encountered in groundwater, industrial waste, and treatment processes. The ability of Fe^{2+} ions to participate in oxidative reactions in biochemical systems, negatively impact water quality, and cause undesirable side reactions in many industrial processes necessitates their selective retention or removal. Therefore, understanding the interaction mechanisms of compounds with selective binding capacity, such as organic ligands, functional adsorbents, and ester-derived molecules, with Fe^{2+} is a significant focus of current research.

Organic esters offer tunable structural properties for complexation with metal ions thanks to their interchangeable functional groups and expandable hydrocarbon chains. Electron-rich regions suitable for coordination, such as the carbonyl oxygen and amine groups of esters, can form strong electrostatic and partially covalent bonds with metal ions. The determinant role of chain length on fundamental molecular parameters such as electronic distribution, dipole moment, polarity, and steric effects stands out as a critical factor in the design of metal-ligand interactions. While various theoretical and experimental studies exist in the literature on the interactions of ester derivatives with metal ions, studies systematically examining the effect of chain length on complexation with Fe^{2+} ions are limited. This deficiency points to a significant research gap, particularly in understanding environmental adsorption mechanisms and designing next-generation organic adsorbents (Kobyta et al., 2022; Chang et al., 2024).

Density Functional Theory (DFT)-based calculations are frequently preferred for studying adsorption processes at the molecular level because they provide highly accurate information about the electronic structures, orbital properties, and types of metal-ligand interactions of molecules. DFT-optimized molecular geometries, parameters such as HOMO-LUMO energy differences, Mulliken charge distribution, dipole moments, and polarity indices, provide critical indicators for predicting interaction capacity with metal ions. Evaluating the effects of ester chain length on Fe^{2+} adsorption based on these parameters will both inform the understanding of the complexation mechanism and potentially illuminate ligand designs with high adsorption capabilities.

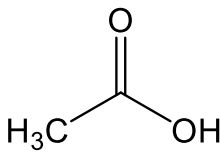
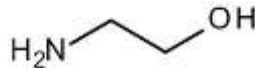
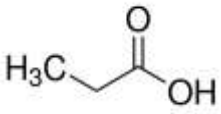
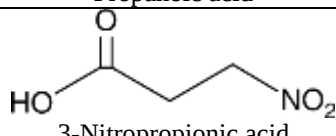
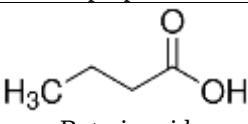
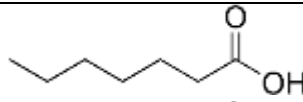
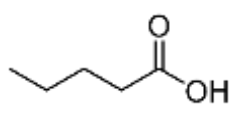
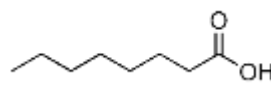
In this study, ester derivatives with chain lengths ranging from C_4 to C_{12} were modeled using the DFT/B3LYP method, and their complexation behavior with Fe^{2+} ions was investigated in detail. The optimized structural geometries, energy levels, electron density distributions, and adsorption energies of the molecules were calculated, and the effect of chain length was quantitatively demonstrated. The findings demonstrate that ester chain length is a determining parameter in metal-ligand interactions and indicate that long-chain esters can be used as

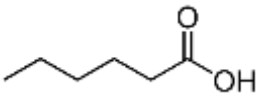
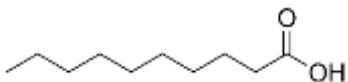
potential adsorbents in environmental and industrial systems. In these respects, the study presents a theoretically based approach to organic ligand design and provides an original contribution by systematically evaluating the chain length-adsorption relationship, a lack of research in the literature.

2. Theoretical Calculations

In this study, ester derivatives with different chain lengths were modeled, and adsorption studies were conducted with Fe²⁺ ions according to the changes in chain length, C₄, C₅, C₆, C₇, C₈, C₉, C₁₀, and C₁₂. All molecules were modeled before and after adsorption, and optimizations were initially performed using the semi-empirical method pm6 basis set. Frequency calculations were also performed for all molecules, and it was determined that they were optimized in the most probable geometry. The structures of all molecules were calculated using the Density Functional Theory (DFT)/B3LYP method and the 6-31G(d,p) basis set, and their adsorption energies were determined. The atomic charges, HOMO-LUMO orbitals, and some physicochemical properties of the molecules were calculated using the same method and basis set. The alkanol, amine, and carboxylic acid types forming the modeled esters are listed in Table 1.

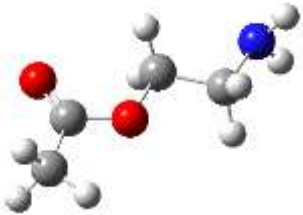
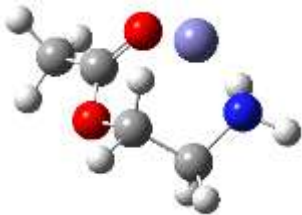
Table 1. Carboxylic acids and alkanol amines of modeled esters

No	Types of carboxylic acids	No	Alkanol amine
Ester1	 Acetic acid		 Ethanolamine
Ester2	 Propanoic acid		
Ester3	 3-Nitropropionic acid		Types of carboxylic acids (continued)
Ester4	 Butyric acid	Ester7	 Heptanoic acid
Ester5	 Valeric acid	Ester8	 Octanoic acid

Ester6	 Caproic acid	Ester9	 Decanoic acid
--------	---	--------	--

3. Results and Discussion

Optimized molecular structures of ester molecules with different chain lengths and adsorbed with Fe^{+2} ions are depicted in Figure 1. The absence of negative frequencies in the frequency calculations for all ester molecules obtained and those resulting from their adsorption with Fe^{+2} ions supports the notion that the molecules are optimized in the most probable geometry. In general, the esters interact with the Fe^{+2} ion via the carbonyl oxygen and the amine nitrogen.

 Ester1	 Ester1-Fe
 Ester2	 Ester2-Fe
 Ester3	 Ester3-Fe
 Ester4	 Ester4-Fe

Ester5	Ester5-Fe
Ester6	Ester6-Fe
Ester7	Ester7-Fe
Ester8	Ester8-Fe
Ester8	Ester8-Fe

Ester9	Ester9-Fe
--------	-----------

Figure 1. Optimized molecular structures of ester molecules with different chain lengths and Fe²⁺ ion adsorbed ester molecules

Some physicochemical parameters of the optimized molecules, such as mulliken charges, HOMO-LUMO band energies, dipole moment, and polarity index, are listed in Table 2. The adsorption of the molecules with Fe²⁺ ion is listed in Table 3.

Table 2. Some physicochemical parameters of the optimized molecules such as Mulliken charges, , dipole moment and polarity index

Molecule	Mulliken charges (a.u.)			Fe	HOMO-LUMO band gap (eV)	Dipole moment (Debye)	Polarity indices (a.u)
	N	O1	O2				
Ester1	-0.513	-0.487	-0.510		10.63	3.969474	43.042667
Ester1-Fe	-0.047	-0.286	-0.436	0.778	9.08	3.564823	62.878667
Ester2	-0.520	-0.476	-0.515		10.30	1.701064	49.524667
Ester2-Fe	-0.031	-0.293	-0.426	0.741	9.02	5.870746	71.415000
Ester3	-0.512	-0.450	-0.517		9.20	3.169264	67.677667
Ester3-Fe	-0.290	-0.280	-0.449	0.627	7.97	3.038060	93.354000
Ester4	-0.513	-0.475	-0.523		10.39	1.766361	56.714667
Ester4-Fe	-0.036	-0.294	-0.434	0.737	7.75	9.171513	79.554667
Ester5	-0.513	-0.476	-0.522		10.38	1.801199	63.749333
Ester5-Fe	-0.030	-0.294	-0.433	0.736	6.67	12.785265	87.111667
Ester6	-0.512	-0.476	-0.520		10.38	1.820624	70.824667
Ester6-Fe	-0.030	-0.294	-0.433	0.735	5.83	17.019718	94.671000
Ester7	-0.513	-0.476	-0.522		10,38	1.829930	77.853000
Ester7-Fe	-0.030	-0.294	-0.433	0.735	5.17	21.345180	101.951000
Ester8	-0.512	-0.476	-0.522		10.38	1.840529	84.893333
Ester8-Fe	-0.030	-0.294	-0.433	0.735	4.64	26.050816	109.174333
Ester9	-0.513	-0.476	-0.522		10.38	1.849322	98.951667
Ester9-Fe	-0.030	-0.294	-0.433	0.735	3.87	35.826452	123.408000

Tablo 3. Molecules of HOMO-LUMO band energies

Molecules	Energy (E-B3LYP) (a.u.)	Adsorption energy (eV)
Ester1	-363.05540947	
Ester1-Fe	-1625.89986196	7.26
Ester2	-402.37373025	
Ester2-Fe	-1665.21213124	7.10
Ester3	-606.86667627	
Ester3-Fe	-1869.66400077	5.98
Ester4	-441.69065020	
Ester4-Fe	-1704.53071670	7.14
Ester5	-481.00679809	
Ester5-Fe	-1743.84888825	7.20
Ester6	-520.32304546	
Ester6-Fe	-1783.16603139	7.22
Ester7	-559.63917184	
Ester7-Fe	-1822.48381021	7.27
Ester8	-598.95533211	
Ester8-Fe	-1861.80236990	7.33
Ester9	-677.58759576	
Ester9-Fe	-1940.44077648	7.50

When the obtained Mulliken charges, HOMO-LUMO band gaps, dipole moments, polarity indices (Table 2), and energy and adsorption energies (Table 3) are evaluated together, it is seen that Fe coordination has significant effects on the electronic and structural properties of the ester molecules. However, increasing chain length from Ester1 to Ester9 reveals a systematic trend in the electronic properties and bonding behavior of the complexes.

In free esters, the HOMO-LUMO band gap remains relatively constant (~ 10 eV) as chain length increases, but this gap gradually narrows in Fe complexes (Ester1-Fe: 9.08 eV $\rightarrow$ Ester9-Fe: 3.87 eV). This indicates that long-chain esters gain higher electronic conductivity and reactivity potential when complexed with Fe. Dipole moment values also increase with chain length; While it is 3.56 Debye for Ester1-Fe, it reaches 35.8 Debye for Ester9-Fe. This finding suggests that chain length increases the polarity of the complexes, strengthening their capacity for environmental interactions. The increase in polarity indices (Ester1-Fe: 62.87 $\rightarrow$ Ester9-Fe: 123.40) supports this trend.

Energy analyses show that the total energy of the complexes decreases with increasing chain length. This suggests that long-chain esters become thermodynamically more stable when complexed with Fe. Adsorption energies are concentrated in the 6–7 eV band, with the lowest value (5.98 eV) observed for Ester3-Fe and the highest value (7.33 eV) for Ester8-Fe. While no significant increase in adsorption energies is observed with increasing chain length, it appears that bond strength is higher for medium-length chains. This suggests that bond strength depends not only on chain length but also on molecular geometry and orbital overlap conditions.

Generally, Fe coordination narrows the electronic band gap of esters, increases their dipole moment and polarity indices, and lowers the total energy of the system, making the complexes more stable. These effects become more pronounced as chain length increases. Long-chain esters exhibit higher polarity and dipole moment values when complexed with Fe, increasing the complexes' capacity for environmental interactions. However, adsorption energies are not directly dependent on chain length; binding strength is determined primarily by molecular geometry and orbital interactions.

4. Results

Fe coordination radically alters the electronic properties of esters, narrowing the HOMO-LUMO band gap, increasing reactivity and increasing dipole moment and polarity. These effects become more pronounced as chain length increases, making the complexes both more stable and more susceptible to environmental interactions. Adsorption energies, while



confirming strong binding, are not directly dependent on chain length; binding strength is primarily determined by geometry and orbital overlap.

References

- Koby, V., Kaya, Y., & Mardani-Aghabaglou, A. (2022). Effect of amine and glycol-based grinding aids utilization rate on grinding efficiency and rheological properties of cementitious systems. *Journal of Building Engineering*, 47, 103917.
- Chang, L., Wang, J., Cui, S., Liu, H., & Wang, Y. (2024). Hydration, microstructure and properties of cement-based materials in the presence of tertiary alkanolamines: A review. *Construction and Building Materials*, 424, 135954.

DEVEGEÇİDİ BARAJ GÖLÜ ORNİTOFAUNASI ÇALIŞMASINDA ÖN DEĞERLENDİRMELER¹

Rahmi AKTAŞ

Graduate School of Natural and Applied Science, University of Dicle, 21280 Diyarbakır

ORCID: 0009-0006-3450-5260

Recep KARAKAŞ

Department of Biology, Faculty of Science, University of Dicle, 21100, Diyarbakır

ORCID: 0000-0003-3278-456X

ÖZET

Sulak alanlar yeryüzünün en verimli ekosistemleri olarak pek çok canlıya ev sahipliği yaptığı bilinmektedir. Bu nadide doğal sulak alanların hızla azaldığı ve pek çok tehdit ile karşı karşıya kaldığı günümüzde yapay sulak alanların (örn, barajların, göletlerin, vb) alternatif alanlar olarak kuşlarda dahil olmak üzere pek çok canlı türüne konaklama ve beslenme imkânı sunduğu bilinmektedir. Bu çalışma ile Diyarbakır ilinin kuzeybatısında yer alan Devegeçidi Baraj gölü ve yakın çevresinin kuş çeşitliliği düzenli ornitolojik gözlemler ile Ocak 2025 – Temmuz 2025 dönemi arasında çalışılmıştır. Alanda 23 güz arazi çalışması yürütülmüştür. Ornitolojik arazi gözlemleri konvansiyonel donanım eşliğinde (GPS, 8×40 büyütme dürbün, 20–60×80 kapasiteli teleskop, fotoğraf makinesi ve ornitolojik el kitabı) gerçekleştirilmiştir. Kuş gözlemleri hat-boyu gözlem (transect line) ve nokta sayım (point count) yöntemleri birlikte kullanılarak sekiz farklı istasyonda gerçekleştirilmiştir. İstasyonlardaki bekleme süresi 30-45 dk arasında değişkenlik göstermekle beraber daha çok alandaki kuş varlığı etkili olmuştur. Devegeçidi Barajı ve yakın çevresinde Temmuz 2025 dönemine kadar yürütülen çalışmalar kapsamında 15 ordo ve 42 familyaya dahil olan 140 kuş türü belirlenmiştir. Tespit edilen kuş türlerinden 52'si passeriformese, 88'i ise non-passeriformes grubuna dâhildir. Tespit edilen kuş türlerinde *Aythya ferina* Elmabaş Patka, *Pluvialis squatarola* Gümüş Yağmurcun, *Calidris ferruginea* Kızıl kumkuşu ve *Streptopelia turtur* Üveyik küresel ölçekte tehlike durumu açısından hassas (VU-Vulnerable) kategoride iken *Aythya nyroca* Pasbaş Patka, *Haematopus ostralegus* Poyrazkuşu, *Vanellus vanellus* Kızkuşu, *Limosa limosa* Çamurçulluğu, *Numenius arquata* Kervançulluğu ve *Lanius senator* Kızılbaşlı Örümcekkuşu ise tehlike altına giremeye yakın (NT-near threatened) kategorisinde yer alan türlerdir. Geçmişte yapılan çalışmalar neticesinde Önemli Kuş Alanı (ÖKA) edilmiş olan Devegeçidi Baraj Gölü ve yakın çevresinin hala ciddi bir kuş potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir. Yapılan ilk değerlendirmeler, Devegeçidi Barajı ve yakın çevresinin kuşlar açısından oldukça zengin olduğunu ve korunması gerektiğini göstermiştir. Daha sonrasında yapılacak yönetim planları ile alanın ekoturizm

¹ Bu çalışmanın saha çalışmaları yazarlardan Rahmi Aktaş'ın yüksek lisans tezi kapsamında gerçekleştirilmiştir

amacıyla değerlendirilmesi ve hem kuşların korunması hem de bölge halkına gelir sağlanması mümkün olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kuş çeşitliliği, Ornithofauna, Devegeçidi Barajı, Diyarbakır, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Türkiye

PRELIMINARY ASSESSMENTS IN THE STUDY ON THE ORNITHOFAUNA OF DEVEGEÇIDI DAM LAKE

ABSTRACT

Wetlands are widely regarded as Earth's most dynamic and biologically rich ecosystems, sustaining an enormous spectrum of species. However, due to natural wetlands continue to shrink and face escalating environmental pressures, artificial water bodies such as reservoirs, ponds, and similar structures have begun to function as supplementary habitats that accommodate the feeding, breeding, and resting needs of many organisms, particularly birds. In this research, the bird assemblage of Devegeçidi Dam Lake, situated in the northwestern part of Diyarbakır, was examined through routine fieldwork carried out from January to July 2025. Over this period, 23 separate field excursions were performed. Observations performed by standard ornithological equipment, including a GPS, 8×40 binoculars, a 20–60×80 field scope, a digital camera, and a bird identification guide. Eight observation stations were surveyed using both point count and transect approaches, and the time spent at each station varied between 30–45 minutes depending on the level of bird activity. By the end of July 2025, the study had documented 140 bird species representing 15 orders and 42 families in the dam area and its surroundings. Of these species, 52 were belong to passerines and 88 were non-passerines. Some of the species detected during the surveys are globally recognized as Vulnerable (VU), including *Aythya ferina* Common Pochard, *Pluvialis squatarola* Grey Plover, *Calidris ferruginea* Curlew Sandpiper, and *Streptopelia turtur* European Turtle Dove. Moreover, some species such as *Aythya nyroca* Ferruginous Duck, *Haematopus ostralegus* Eurasian Oystercatcher, *Vanellus vanellus* Northern Lapwing, *Limosa limosa* Black-tailed Godwit, *Numenius arquata* Eurasian Curlew, and *Lanius senator* Woodchat Shrike fall into the Near Threatened (NT) category. Based on the earlier assessments the area had already designated the as an Important Bird Area (IBA), and the present findings further verify the site's ecological significance. The richness of the bird community highlights the necessity of safeguarding this landscape. The first evaluations have shown that Devegeçidi Dam and its near surroundings are quite rich in terms of birds and should be protected. With the management plans to be made later, it will be possible to evaluate the area for ecotourism purposes and by this way both protect the birds and provide income to the local people.

Keywords: Bird diversity, Ornithofauna, Devegeçidi Dam, Diyarbakır, Southeastern Anatolia Region, Türkiye

1. GİRİŞ

Batı Palearktik bölgesindeki stratejik coğrafi konumu, farklı iklim kuşaklarının bir arada bulunması ve bitki örtüsünün büyük ölçüde değişkenlik göstermesi nedeniyle Türkiye, zengin bir biyolojik çeşitliliğe ev sahipliği yapmaktadır (Kirwan ve ark. 2008; Ambarlı ve ark. 2016). Bu zenginlik içerisinde kuşlar önemli bir yer tutmaktadır (Yarar ve Magnin 1997; Welch 2004; Eken ve ark. 2006; Kirwan ve ark. 2008). Ülkemizdeki kuş çeşitliliğinin şekillenmesinde özel habitatların, özellikle de sulak alanların rolü oldukça büyüktür (Akçakaya 1989; Ertan ve ark. 1989). Bu genel çeşitlilik içinde Güneydoğu Anadolu Bölgesi, hem coğrafi konumunun sağladığı geçiş özelliği hem de barındırdığı çok farklı yaşam alanları nedeniyle çok sayıda türün barınabildiği önemli bir biyolojik odak noktası olarak karşımıza çıkmaktadır (Karakaş ve Kılıç 2002; 2004; 2005; Welch 2004; Karakaş ve Biricik 2005; Kirwan ve ark. 2008; Karakaş 2004; 2010; 2017; Büyük ve Karakaş 2022; Atabey ve Karakaş 2024).

Sulak alanların yeryüzünün en verimli ekosistemleri olarak pek çok canlıya ev sahipliği yaptığı bilinmektedir (Chmura ve ark. 2003; Mitsch ve Gosselink 2007; Sebastián-González ve Green 2016). Bu nadide doğal sulak alanların hızla azaldığı ve pek çok tehdit ile karşı karşıya kaldığı günümüzde yapay sulak alanların (örn, barajların, göletlerin, vb) -özellikle de suyun kıt olduğu veya suya ulaşmanın zor olduğu coğrafyalarda- alternatif alanlar olarak kuşlarda dahil olmak üzere pek çok canlı türüne konaklama ve beslenme imkânı sunduğu bilinmektedir. Sulak alan terimi ister yapay ister doğal olsun, pek çok farklı sucul ekosistemi kapsayan genel bir ifadedir; nehirler, akarsular, göller, göletler, barajlar, sulak çayırlar, bataklıklar, turbalıklar vb. Sucul ekosistemler, birçok kuş türü için beslenme, üreme ve barınma alanı işlevi görmektedir. Özellikle doğal sucul ekosistemler çok daha büyük önem taşımaktadır. Ne yazık ki bu değerli ekosistemler çevre kirliliği, tarımsal faaliyetler ve benzeri nedenlerle değişime uğramakta ya da tamamen yok olmaktadır. Türkiye'deki sulak alanlar, özellikle göç dönemlerinde birçok kuş türünün beslenme ve dinlenme gereksinimlerini karşılayan kritik yaşam alanları arasında yer alır. Bu bağlamda, Devegeçidi Barajı'nın kuşlar açısından dikkat çekici bir alan olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Kılıç ve Eken 2004; Eken ve ark. 2006; Kılıç 2013). Barajın sahip olduğu habitat çeşitliliği, farklı kuş türlerinin barınmasına ve üreme faaliyetlerini sürdürebilmesine olanak sağlayacak ölçüde zengindir.

Literatürde yer alan önceki araştırmalar, alanın ornitolojik önemine işaret etmekle birlikte mevcut bilgilerin sınırlı kaldığını ve artık güncelliğini tam olarak yansıtmadığını

göstermektedir. Söz konusu alan geçmişte ÖKA (Önemli Kuş Alanı) ve ÖDA (Önemli Doğa Alanı) olarak ilan edilmiş olsa da kuş çeşitliliğine ilişkin mevcut verilerin yetersiz olduğu ve var olan bilgilerin güncelliğini yitirdiği belirlenmiştir. Bu nedenle bir bölgedeki kuş topluluklarının güncel durumunun ortaya konması; olası tehditlerin erken tespiti, koruma planlamalarının iyileştirilmesi ve ekosistemin sağlıklı şekilde izlenebilmesi açısından büyük bir gereklilik taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı; (1) Devegeçidi Baraj Gölü ve yakın çevresinin güncel kuş çeşitliliğini ortaya koymak, (2) gözlenen kuş türlerinin mevsimsel statülerini belirlemek ve (3) Alanı kullanan kuş türlerinin güncel listesini oluşturarak habitat tercihleriyle birlikte bölgenin ornitolojik önemini vurgulamaktır. Bunun yanında yapay sulak alanların önemi de vurgulanarak alanın korunmasına yönelik değerlendirmelerde bulunulacaktır.

2. MATERYAL VE METOT

Devegeçidi Baraj Gölü ve yakın çevresinde (Şekil 1) dağılışı gösteren kuş türleri bu çalışmanın materyalini oluşturmuştur. Baraj gölü ve yakın çevresinde Ocak 2025 – Temmuz 2025 tarihleri arasında alanda 23 ornitolojik gözlem gerçekleştirilmiş olup saha çalışmaları halen devam etmektedir (Tablo 1). Gözlemler, hatboyu gözlem (transect line) ve nokta sayım (point count) yöntemleriyle sekiz farklı istasyonda yürütülmüştür (Bibby ve ark. 1998). Her bir gözlem noktasında yaklaşık 30–45 dakika süreyle beklenmiş, bu süre alandaki kuş varlığına bağlı olarak değişmiştir. Gözlemler standart ornitolojik donanım (GPS, 8×40 dürbün, 20–60×80 teleskop, fotoğraf makinesi ve ornitolojik el kitabı) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Mullarney ve ark. 1999; Kiziroğlu 2015). Tespit edilen kuş türlerinin sıralanmasında Kirwan ve ark. (1999) tarafından verilen sistematik liste temel alınmıştır.



Şekil 1. Devegeçidi Barajı ve yakın çevresi

Tablo 1. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen arazilerin tarihi

Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz
16.01.2025	02.02.2025	01.03.2025	04.04.2025	04.05.2025	01.06.2025	01.07.2025
	15.02.2025	04.03.2025	10.04.2025	09.05.2025	06.06.2025	17.07.2025
		14.03.2025	18.04.2025	11.05.2025	07.06.2025	
		23.03.2025	27.04.2025	19.05.2025	13.06.2025	
				23.05.2025	24.06.2025	

Alanın büyük kısmı baraj gölü karakterinde olup, bunu sırasıyla tarımsal alanlar, doğal gölcükler, sazlıklar ve az miktarda tipik bozkır habitatı izlemektedir (Tablo 2). Şehir merkezinin yaklaşık 20 km kuzeybatısında yer alan bu barajın yapımına 1965 yılında başlanmış ve 1972 yılında sulama amacıyla hizmete açılmıştır. Devegeçidi Barajı geniş bir alana yayılmakla beraber genel olarak sığ karakterde bir baraj gölü özelliğindedir. Zaman zaman su seviyesindeki değişimlere bağlı olarak göl içine doğru oluşan burunlar, çamurlu kıyılar ve gölün iç kısımlarındaki irili ufaklı adacıklar pek çok kuş için önemli yaşam alanı özelliğindedir. Bunun yanında baraj gölünün dışında kalan küçük gölcükler ve sazlık alanlar da pek çok kuş için önem arz eden önemli habitatlardır. Ayrıca baraj gövdesinin doğusunda yer alan piknik alanı ve buradaki ağaçlık alan ise ötücü kuş türleri için önemli bir alandır.

Tablo 2. Çalışma alanındaki mevcut başlıca habitat tipleri

	1	2	3	4	5	6	7	8
Habitat tipi	Gölet	Baraj gölü	Çamlık	Çalılık	Ağaçlık	Sazlık	Bataklık	Tarım alanı (kuru)

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Diyarbakır il sınırları içinde yer alan Devegeçidi Baraj gölü ve yakın çevresini kullanan kuş türleri Ocak-Temmuz 2025 dönemine kadar olan zaman aralığında kullanan kuş türleri belirlenmeye çalışılmıştır. Söz konusu projenin arazi çalışmaları halen devam etmektedir. Belirtilen zaman aralığına kadar elde edilen bilimsel veriler doğrultusunda alanın pek çok kuş türü için önemli habitatlar barındırdığı ve kullanıldığını belirtmek mümkündür. Bu bağlamda şu ana kadar 15 ordo ve 42 familyaya dahil olan 140 kuş türü belirlenmiştir (Tablo 3). Bu türlerden 88 tanesinin non-passeres ve 52 tanesinin de passeres grubuna dahil olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanında 12 aylık gözlemler tamamlanmadığı için belirlenmiş olan türlerin mevsimsel statüleri hakkında değerlendirme yapılmamıştır. Tespit edilen kuş türlerinden *Aythya ferina* Elmabaş Patka, *Pluvialis squatarola* Gümüş Yağmurcun, *Calidris ferruginea* Kızıl kumkuşu ve *Streptopelia turtur* Üveyik küresel ölçekte tehlike durumu açısından hassas (VU-Vulnerable) kategoride iken *Aythya nyroca* Pasbaş Patka, *Haematopus ostralegus* Poyrazkuşu, *Vanellus vanellus* Kızkuşu, *Limosa limosa* Çamurçulluğu, *Numenius arquata* Kervançulluğu ve *Lanius senator* Kızılbaşlı Örümcekkuşu ise tehlike altına giremeye yakın (NT-near threatened) kategorisinde yer alan türlerdir (IUCN 2025).

Yakın geçmişte yapılan çalışmalar sonucunda Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 17 ÖKA (Önemli Kuş Alanı) ve 19 ÖDA (Önemli Doğa Alanı) tanımlanmıştır. Bu alanlardan biri de Devegeçidi Barajı ÖKA'sı (GDA011 – TR176) ve ÖDA'sı (GDA012)'dir (Kılıç ve Eken 2004; Eken ve ark. 2006). Alana ÖKA statüsü kazandıran en temel unsur, Pasbaş Patka *Aythya nyroca* ve Yaz Ördeği *Marmaronetta angustirostris* için önemli bir üreme alanı olması ile Van Gölü Martısı *Larus armenicus* için kışlama alanı işlevi görmesidir. Bu türlerden Pasbaş Patka ve Van Gölü Martısı hâlen çalışma alanında gözlenmektedir. Ancak Yaz Ördeği hala -en azından ilk yedi aylık gözlem süresince- tespit edilememiştir.

Çalışma kapsamında izlenen Devegeçidi Barajı ve yakın çevresinin, kuşların beslenme, üreme ve korunma gibi temel gereksinimlerini karşılaması açısından önemli bir alan olduğu söylenebilir. Günümüzde tehlike altına giren veya popülasyonları azalan pek çok kuş türünün en temel tehdit nedeni, doğal habitatların bozulması veya kaybedilmesi olarak

değerlendirilmektedir (Tucker ve Heath, 1994). Türkiye’de de başta sanayi ve tarımsal uygulamalara bağlı ortaya çıkan olumsuzluklardan dolayı birçok canlı türü ve yaşam alanı zarar görmekte ya da yok olmaktadır (Eken ve ark., 2006). Bu yaşam alanlarından biri de şüphesiz sulak alanlardır.

Kısa sürede gerçekleştirilen gözlemler, alanın kuşlar açısından önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymuştur. Türkiye’nin pek çok bölgesinde olduğu gibi, Devegeçidi Baraj Gölü’nde de yasak avlanma kuş popülasyonlarını olumsuz etkilemektedir. Arazi çalışmaları sırasında doğrudan avcılarla karşılaşılma olma da avcılığa dair çeşitli emareler (örneğin av tüfeği fişekleri veya arazide duyulan silah sesleri) gözlenmiştir. Bunun dışında, kuş popülasyonlarını olumsuz etkileyen başka uygulamalar da söz konusudur; tarımsal genişleme, tarımsal amaçlı kullanılan kimyasallar, aşırı otlatma, küçük gölet ve sazlıklara müdahaleler bunlara örnek olarak verilebilir. Bu olumsuzlukların giderilmesi durumunda alanın kuş potansiyelinin daha da artacağı öngörülmektedir.

Tablo 3. Çalışma alanında Ocak-Temmuz 2025 zaman aralığında belirlenmiş olan kuş türlerinin güncel sistematik durumu. Global ölçekte önceliği düşük (LC-Least concern), hassas (VU-Vulnerable), tehlike altına giremeye yakın (NT-near threatened) şeklinde belirtilmiştir.

ORDO/FAMİLYA	TÜR (BİLİMSEL ADI)	TÜR (TÜRKÇE ADI)	GLOBAL TEHLİKE DURUMU
PODICIPEDIFORMES			LC
<i>Podicipedidae</i>	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Küçük Batağan	LC
	<i>Podiceps cristatus</i>	Bahri	LC
PELECANIFORMES			LC
<i>Phalacrocoracidae</i>	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Karabatak	LC
	<i>Microcarbo pygmeus</i>	Küçük Karabatak	LC
<i>Pelecanidae</i>	<i>Pelecanus onocrotalus</i>	Ak Pelikan	LC
CICONIIFORMES			
<i>Ardeidae</i>	<i>Botaurus stellaris</i>	Balaban	LC
	<i>Ixobrychus minutus</i>	Küçük Balaban	LC
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Gece Balıkçılı	LC
	<i>Ardeola ralloides</i>	Alaca Balıkçıl	LC
	<i>Bubulcus ibis</i>	Sığır Balıkçılı	LC
	<i>Egretta garzetta</i>	Küçük Ak Balıkçıl	LC
	<i>Ardea alba</i> –	Büyük Ak Balıkçıl	LC
	<i>Ardea cinerea</i>	Gri Balıkçıl	LC
	<i>Ardea purpurea</i>	Erguvani balıkçıl	LC
<i>Ciconiidae</i>	<i>Ciconia ciconia</i>	Leylek	LC
<i>Threskionithidae</i>	<i>Plegadis falcinellus</i>	Çeltikçi	LC
	<i>Platalea leucorodia</i>	Kaşıkçı	LC
ANSERIFORMES			
<i>Anatidae</i>	<i>Tadorna ferruginea</i>	Angit	LC

	<i>Tadorna tadorna</i>	Suna	LC
	<i>Mareca penelope</i>	Fiya	LC
	<i>Mareca strepera</i>	Boz Ördek	LC
	<i>Anas crecca</i>	Çamurcun	LC
	<i>Anas platyrhynchos</i>	Yeşilbaş	LC
	<i>Spatula querquedula</i>	Çıkırıkçın	LC
	<i>Spatula clypeata</i>	Kaşıkga	LC
	<i>Netta rufina</i>	Macar Ördęi	LC
	<i>Aythya ferrina</i>	Elmabaş Patka	VU
	<i>Aythya nyroca</i>	Pasbaş Patka	NT
	<i>Mergellus albellus</i>	Sütlabi	LC
FALCONIFORMES			
<i>Accipitrdae</i>	<i>Milvus migrans</i>	Kara Çaylak	LC
	<i>Circus aeruginosus</i>	Saz Delicesi	LC
	<i>Buteo buteo</i>	Şahin	LC
	<i>Buteo rufinus</i>	Kızıl Şahin	LC
	<i>Pandion haliaetus</i>	Balık Kartalı	LC
<i>Falconidae</i>	<i>Falco tinnunculus</i>	Kerkenez	LC
	<i>Falco subbuteo</i>	Delice Doğan	LC
GRUIFORMES			
<i>Rallidae</i>	<i>Gallinula chloropus</i>	Saztavuğu	LC
	<i>Fulica atra</i>	Sakarmeke	LC
CHARADRIIFORMES			
<i>Hematopodidae</i>	<i>Haematopus ostralegus</i>	Poyrazkuşu	NT
<i>Recurvirostridae</i>	<i>Himantopus himantopus</i>	Uzunbacak	LC
	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Kılıçga	LC
<i>Glareolidae</i>	<i>Glareola pratincola</i>	Bataklık Kırlangıcı	LC
<i>Charadriidae</i>	<i>Charadrius dubius</i>	Halkalı Küçük Cılıbıt	LC
	<i>Charadrius hiaticula</i>	Halkalı Cılıbıt	LC
	<i>Pluvialis squatarola</i>	Gümüş Yağmurcun	VU
	<i>Vanellus spinosus</i>	Mahmuzlu Kızkuşu	LC
	<i>Vanellus vanellus</i>	Kızkuşu	NT
<i>Scolopacidae</i>	<i>Calidris minuta</i>	Küçük kumkuşu	LC
	<i>Calidris ferruginea</i>	Kızıl kumkuşu	VU
	<i>Calidris pugnax</i>	Dövüşkenkuş	LC
	<i>Gallinago gallinago</i>	Suçulluğu	LC
	<i>Scolopax rusticola</i>	Çulluk	LC
	<i>Limosa limosa</i>	Çamurçulluğu	NT
	<i>Numenius arquata</i>	Kervançulluğu	NT
	<i>Tringa erythropus</i>	Kara Kızılacak	LC
	<i>Tringa totanus</i>	Kızılacak	LC
	<i>Tringa stagnatilis</i>	Bataklık Döğükünü	LC
	<i>Tringa nebularia</i>	Yeşilacak	LC

Phalaropidae	Laridae	<i>Tringa ochropus</i>	Yeşil Düdükçün	LC
		<i>Tringa glareola</i>	Orman Düdükçünü	LC
		<i>Actitis hypoleucos</i>	Dere Düdükçünü	LC
		<i>Phalaropus lobatus</i>	Deniz Düdükçünü	LC
		<i>Ichthyaetus ichthyaetus</i>	Büyük Karabaş Martı	LC
		<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Karabaş Martı	LC
	Sternidae	<i>Chroicocephalus genei</i>	İnce Gagalı Martı	LC
		<i>Larus armenicus</i>	Van Gölü Martısı	LC
		<i>Gelochelidon nilotica</i>	Gülen Sumru	LC
		<i>Sterna caspia</i>	Büyük Sumru	LC
		<i>Sterna hirundo</i>	Sumru	LC
		<i>Sterna albifrons</i>	Küçük Sumru	LC
		<i>Chlidonias hybridus</i>	Bıyıklı Sumru	LC
		<i>Chlidonias niger</i>	Kara Sumru	LC
		<i>Chlidonias leucopterus</i>	Akkanatlı Sumru	LC
		COLUMBIFORMES		
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Kaya Güvercini	LC	
	<i>Columba palambus</i>	Tahtalı	LC	
	<i>Streptopelia decaocto</i>	Kumru	LC	
	<i>Streptopelia turtur</i>	Üveyik	VU	
	<i>Streptopelia senegalensis</i>	Küçük Kumru	LC	
CUCULIFORMES				
Cuculidae	<i>Clamator glandarius</i>	Tepeli Guguk	LC	
STRIGIFORMES				
Strigidae	<i>Athene noctua</i>	Kukumav	LC	
CAPRIMULGIFORMES				
Caprimulgidae	<i>Caprimulgus europaeus</i>	Çobanaldatan	LC	
APODIFORMES				
Apodidae	<i>Apus apus</i>	Ebabil	LC	
CORACIIFORMES				
Alcedinidae	<i>Alcedo atthis</i>	Yalıçapkını	LC	
	<i>Ceryle rudis</i>	Alaca Yalıçapkını	LC	
Meropidae	<i>Merops apiaster</i>	Arıkuşu	LC	
Coraciidae	<i>Coracias garrulus</i>	Gökkuzgun	LC	
Upupidae	<i>Upupo epops</i>	İbibik	LC	
PICIFORMES				
Picidae	<i>Dendrocopos syriacus</i>	Alaca Ağaçkakan	LC	
PASSERIIFORMES				
Alaudidae	<i>Melanocorypha calandra</i>	Boğmaklı Toygar	LC	
	<i>Calandrella brachydactyla</i>	Bozkır Toygarı	LC	
	<i>Calandrella rufescens</i>	Çorak Toygarı	LC	
	<i>Galerida cristata</i>	Tepeli Toygar	LC	
	<i>Alauda arvensis</i>	Tarlakuşu	LC	

Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	Kum Kırlangıcı	LC
	<i>Hirundo rustica</i>	Kır Kırlangıcı	LC
	<i>Delichon urbica</i>	Ev Kırlangıcı	LC
Motacillidae	<i>Anthus campestris</i>	Kır İncirkuşu	LC
	<i>Anthus trivialis</i>	Ağaç İncirkuşu	LC
	<i>Anthus cervinus</i>	Kızıl Gerdanlı İncirkuşu	LC
	<i>Motacilla flava</i>	Sarı Kuyruksallayan	LC
	<i>Motacilla citreola</i>	Sarıbaşı Kuyruksallayan	LC
Turdidae	<i>Motacilla alba</i>	Ak Kuyruksallayan	LC
	<i>Cercotrichas galactotes</i>	Çalı Bülbülü	LC
	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Kara Kızılkuyruk	LC
	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Kızılkuyruk	LC
	<i>Saxicola rubetra</i>	Çayır Taşkuşu	LC
	<i>Oenanthe isabellina</i>	Boz Kuyrukkakan	LC
	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Kuyrukkakan	LC
	<i>Monticola solitarius</i>	ökardıç	LC
	<i>Turdus merula</i>	Karatavuk	LC
	<i>Cettia cetti</i>	Kamış Bülbülü	LC
Sylvidae	<i>Acrocephalus palustris</i>	Çalı Kamışcını	LC
	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Sazbülbülü	LC
	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Büyük Kamışcın	LC
	<i>Hippolais pallida</i>	Ak Mukallit	LC
	<i>Sylvia communis</i>	Akgerdanlı Ötleğen	LC
	<i>Phylloscopus collybita</i>	Çıvgın	LC
	<i>Phylloscopus trochilus</i>	Söğütbülbülü	LC
	<i>Parus major</i>	Büyük Baştankara	LC
Paridae	<i>Remiz pendulinus</i>	Çulhakuşu	LC
Remizidae	<i>Oriolus oriolus</i>	Sarıasma	LC
Oriolidae	<i>Lanius collurio</i>	Kızılsırtlı Örümcekkuşu	LC
Laniidae	<i>Lanius minor</i>	Karaalınlı Örümcekkuşu	LC
	Lanius senator	Kızılbaşı Örümcekkuşu	NT
Corvidae	<i>Garrulus glandarius</i>	Alakarga	LC
	<i>Pica pica</i>	Saksağan	LC
	<i>Corvus monedula</i>	Küçük Karga	LC
	<i>Corvus corone palescens</i>	Leş Kargası	LC
	<i>Corvus corax</i>	Kuzgun	LC
Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i>	Sığırcık	LC
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Serçe	LC
	<i>Passer hispaniolensis</i>	Söğüt Serçesi	LC
Fringillidae	<i>Fringilla coelebs</i>	İspinoz	LC
	<i>Carduelis chloris</i>	Florya	LC
	<i>Carduelis carduelis</i>	Saka	LC
	<i>Linaria cannabina</i>	Ketenkuşu	LC

Emberizidae	<i>Rhodospiza obsoleta</i>	Boz Alamecek	LC
	<i>Emberiza schoeniclus</i>	Bataklık Kirazkuşu	LC
	<i>Emberiza melanocephala</i>	Karabaşlı Kirazkuşu	LC
	<i>Emberiza calandra</i>	Tarla Kirazkuşu	LC

Kısa bir zaman aralığında elde edilen sonuçlar bile bu rezervuar alanının barındırdığı farklı habitatlardan dolayı pek çok kuş türüne ev sahipliği yaptığını ortaya koymuştur. Şehir merkezine yakın olan bu yapay sulak alan ve yanındaki küçük doğal göletler ve sazlıklar muazzam bir kuş çeşitliliğini barındırmaktadır. Diyarbakır'ın kültürel ve tarihi değerlerinden dolayı sahip olduğu turizm potansiyeline buranın sahip kuş çeşitliliğinin de ekoturizm kapsamında entegrasyonunun yapılması hem alanın korunmasına hem de bölgeye ekonomik anlamda katkı sağlayacaktır (Şekercioğlu 2002). Gerek küresel ısınmanın yerel yansımaları gerekse bölgede artan barajlardan dolayı yaşanan ekolojik değişimlerden dolayı pek çok canlı türünün bundan etkilenmesi muhtemeldir. Bu yüzden de alanın kuş türlerinin tespit edilmesi ilerleyen zamanlarda mukayese yapmak ve değişimlerin belirlenmesi açısından temel teşkil edecektir. Hem biyolojik çeşitliliğin temel unsurlarından biri olan kuşların korunması, hem de sulak alanların korunması için her şeyden önce bu konuda ilgili resmî kurumlar arasında iş birliği sağlanmalı ve mevzuat kapsamında gerekli tedbirler alınmalıdır. Bu anlamda öncelikle, kuşların yaşam ortamlarının zarar görmesinin veya özelliğini yitirmesinin önüne geçilmelidir.

SONUÇLAR

Türkiye, sahip olduğu benzersiz coğrafi konumu, çeşitli iklim özellikleri ve farklı habitatları sayesinde biyolojik çeşitlilik açısından oldukça zengindir. Bu bağlamda, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, stratejik konumu ve doğal ortam çeşitliliği ile birçok canlı türüne ev sahipliği yapan özel alanlardan biridir. Özellikle sulak alanlar, ilk ve sonbahar geçişi dönemlerinde pek çok kuş türü için kritik dinlenme ve beslenme alanları oluşturmaktadır. Bu çalışmada ele alınan Devegeçidi Barajı da ornitolojik açıdan önemli bir alan olarak ön plana çıkmaktadır; baraj ve çevresinin habitat özellikleri, farklı kuş türlerinin barınmasına ve üremesine elverişlidir. Mevcut literatür, bölgenin kuşlar açısından değerini ortaya koysa da verilerin güncel olmadığı ve yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu nedenle, alandaki kuş popülasyonlarının güncel durumunun belirlenmesi; olası ekolojik sorunlara erken müdahale edilmesi ve koruma çalışmalarının etkinliğinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Alanın kuş çeşitliliği sulak alanlarla doğrudan ilişkilidir; bu alanlar kuşların beslenme, üreme ve göç rotalarında kritik rol oynar. Sulak alanların korunması, kuş türlerinin sürdürülebilirliği açısından hayati öneme sahiptir. Yapılan bu çalışma, bölgedeki biyolojik çeşitliliğin güncel bir kaydını

sunmakla kalmayıp, ileride gerçekleştirilecek sistematik araştırmalara temel oluşturacak ve bölgenin tanıtımına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Akçakaya HR. (1989). An Overview of Bird Conservation in Turkey. *Sandgrouse* 11, 52-56.
- Ambarlı D, Zeydanlı US, Balkız Ö, Aslan S, Karaçetin E, Sözen M, Ilgaz Ç, Ergen AG, Lise Y, Çağlayan SD, Welch JH, Welch G, Turak AS, Bilgin CC, Özkil A, Vural M. (2016). An overview of biodiversity and conservation status of steppes of the Anatolian Biogeographical Region. *Biodiversity and Conservation* 25, 2491–2519.
- Atabey A, Karakaş R. (2024). The bird diversity and conservation recommendations for Mount Zülkuf in southeast Anatolia, Türkiye. *Journal of Animal Diversity*, 6 (1): 12–20.
- Bibby C, Jones M, Marsden S. (1998). *Bird Surveys: Expedition Field Techniques*, Birflife Int. Series.
- Büyük G, Karakaş R. (2022). Bird diversity at the Adıyaman-Gölbaşı Lakes important bird area (IBA), in southeast Turkey. *Wildfowl* 72, 116–131.
- Chmura GL, Anisfeld SC, Cahoon DR, Lynch JC. (2003). Global carbon sequestration in tidal, saline wetland soils. *Global Biogeochem Cy* 17(4), 1111.
- Eken G, Bozdoğan M, İsfendiyoğlu S, Kılıç DT, Lise Y. (Eds) (2006). *Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları*. Doğa Derneği, Ankara.
- Ertan A, Kılıç A, Kasperek M. (1989). *Türkiye'nin Önemli Kuş Alanları*. Doğan Hayatı Koruma Derneği, İstanbul.
- IUCN 2025. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 04 May 2025.
- Karakaş R, Kılıç A. (2002). Birds of Göksu Dam (Diyarbakır) and new records in south-east Turkey. *Sandgrouse* 24(1), 38-43.
- Karakaş R. (2004). Contribution to the knowledge of avifauna of Karacadağ, Southeastern Anatolia (Turkey). *Acrocephalus* 25(122), 139–148.
- Karakaş, R., Biricik, M. (2005). Wintering Wallcreeper *Tichodroma muraria* in sotheastern Anatolia. *Sandgrouse*, 27(2): 150-151.
- Karakaş R, Kılıç A. (2004). The Birds of Dicle Dam (Diyarbakır). *Turkish Journal of Zoology* 28, 301-308.
- Karakaş R, Kılıç A. (2005). The Birds of Kralkızı Dam (Diyarbakır), Southeast Turkey, *Sandgrouse*, 27(2): 139-146.
- Karakaş R. (2010). Bird diversity in Bismil Plain IBA's with new records for South-eastern Anatolia, Turkey. *European Journal of Wildlife Research* 56, 471–480.
- Karakaş R. (2017). Ornithological importance of artificial ponds: a case study at Kabaklı Pond, south-eastern Anatolia, Turkey. *Paddy Water Environment* 15,919–930.
- Kılıç DT, Eken G. (2004). *Türkiye'nin Önemli Kuş Alanları – 2004 Güncellemesi* [Turkey's Important Bird Areas – 2004 Update]. Doğa Derneği-BirdLife International, Ankara. Turkey.
- Kılıç A. (2013). Diyarbakır - Devegeçidi Barajı Kuşları [Birds of Diyarbakır-Devegeçidi Dam]. In: Haspolat, Y.K. (ed): Diyarbakır Yerüstü Kaynakları 2 [Above-ground Resources of Diyarbakır -2]: Wildlife & Rural Education & Ecotourism, pp 5-15. Dicle University Publications, Diyarbakır.
- Kirwan G, Martins RP, Eken G, Davidson P. (1999). A checklist of the birds of Turkey. *Sandgrouse* Suppl. 1, 1-32.
- Kirwan GM, Boyla K, Castell P, Demirci B, Özen M, Welch H, Marlow T. (2008). *The birds of Turkey*.- Christopher Helm, London.
- Kızıroğlu İ. (2015). *Türkiye Kuşları Cep Kitabı* (578 s), 2. Baskı, Ankara.
- Mitsch WJ, Gosselink JG. (2007). *Wetlands*. – Hoboken, NJ, USA.
- Mullarney K, Svensson L, Grant PJ, Zetterström D. (1999). *Collins Bird Guide*. HarperCollins, London, UK.
- Sebastián-González E, Green AJ. (2016). Reduction of avian diversity in created versus natural and restored wetlands. *Ecography* 39, 1176–1184.
- Şekercioğlu ÇH. (2002). Impacts of birdwatching on human and avian communities. *Environmental Conservation* 29, 282-289.



Tucker GM, Heath MF (1994). Birds in Europe: their conservation status. Birdlife International, Cambridge.

Yarar M, Magnin G. (1997). *Türkiye'nin Önemli Kuş Alanları*, Doğal Hayatı Koruma Derneği, İstanbul.

Welch HJ. (2004). *GAP Biyolojik Çeşitlilik Araştırma Projesi 2001-2003 / Final Raporu*. DHKD (Doğal Hayatı Koruma Derneği). İstanbul, Türkiye.

FARKLI MARKALARA AİT ELEMI UÇUCU YAĞLARININ GC-MS İLE ANALİZİ VE ANTİBAKTERİYEL ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Öğr. Gör. Ulaş Evren ARIN

Süleyman Demirel University, Isparta Health Services Vocational School, 32260 Isparta

ORCID ID: 0000-0002-6800-9226

Doç. Dr. Ebru ÖNEM

Süleyman Demirel University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Microbiology,
32260 Isparta

ORCID ID: 0000-0002-7770-7958

ÖZET

Antibiyotiklere direncin tedirgin eden boyutlara ulaşması bakterilerle mücadelede yeni stratejileri zorunlu hale getirmiştir. Uçucu yağlarında bu amaçla çok fazla çalışmaya konu olması içerdikleri moleküllerin fazlalığı ve bakterilerin bu moleküllerin etkilerine karşı mutasyon geliştirememelerinden ileri gelmektedir. Yapılan bu çalışmada farklı iki firmaya ait elemi (*Canarium luzonicum*) uçucu yağlarının GC-MS ile içerikleri belirlenerek kıyaslanmış, ayrıca *Salmonella* spp. suşları üzerindeki antibakteriyel etkileri araştırılmış ve antibakteriyel etkinliğe sahip uçucu yağların suşlar üzerinde minimum inhibisyon konsantrasyonları belirlenmiştir. Sonuçta her iki markaya ait (tanınırlık ve fiyat farkı olan iki marka) uçucu yağların GC sonuçları benzerlik göstermiş ve majör komponent Limonen A firmasında %56.95, B firmasında ise %55.88 oranında tespit edilerek her iki firma içinde en yüksek orana sahip bileşen olmuştur. Antibakteriyel etki gösteren uçucu yağların MİK sonuçlarına göre, A firmasına ait elemi uçucu yağında yine firmalar arasında farklılık gözlenmiş ve A firmasına ait elemi uçucu yağının çalışılan bakteriler üzerinde etki ettiği MİK değeri en düşük 5,5 µg/mL, en yüksek 43,7 µg/mL olarak tespit edilmiştir. B firmasına ait elemi uçucu yağında ise bu değer en düşük 10,90 µg/ml iken en yüksek 43,7 µg/mL olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda elde edilen çıktılar, tıbbi ve zirai alanda bakteriyel hastalıklarla mücadelede kullanılabilecek yeni antimikrobiyal ajanların geliştirilmesine yönelik araştırmalar için katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: *Salmonella* spp., elemi, antibakteriyel aktivite, GC-MS

GC-MS ANALYSIS OF ELEMI ESSENTIAL OILS OF DIFFERENT BRANDS AND INVESTIGATION OF THEIR ANTIBACTERIAL EFFECTS

ABSTRACT

The alarming rise in antibiotic resistance has necessitated new strategies to combat bacteria. The extensive study of essential oils for this purpose stems from the abundance of molecules they contain and the inability of bacteria to develop mutations to counteract their effects. In this study, the composition of elemi (*Canarium luzonicum*) essential oils from two different

companies was determined and compared using GC-MS. Furthermore, their antibacterial effects on *Salmonella* spp. strains were investigated, and the minimum inhibitory concentrations of antibacterial essential oils on these strains were determined. As a result, the GC results of the essential oils from both brands (two brands with a difference in recognition and price) were similar, and the major component Limonene was detected at 56.95% in Company A and 55.88% in Company B, making it the component with the highest content among both companies. According to the MIC results of the essential oils with antibacterial activity, differences were again observed between the companies for the elemi essential oil from Company A, and the MIC value at which the elemi essential oil from Company A had an effect on the studied bacteria was found to be the lowest 5.5 µg/ml and the highest 43.7 µg/ml. In the elemi essential oil from Company B, this value was found to be the lowest 10.90 µg/ml and the highest 43.7 µg/ml. It is thought that the results obtained from the study will contribute to research on the development of new antimicrobial agents that can be used to combat bacterial diseases in medical and agricultural fields.

Keywords: *Salmonella* spp., elemi, antibacterial activity, GC-MS

1. INTRODUCTION

Plant-based therapies have a long history and are now considered a key component of alternative medicine. The therapeutic effects of plants stem from various biologically active molecules naturally synthesized in plants. These bioactive substances are categorized as secondary metabolites such as terpenes, phenolic compounds, and alkaloids, as well as glycosides, organic acids, tannins, vitamins, carbohydrates, and fixed and essential oils (Asımgil, 1997; Yaşar, 2005). In recent years, increased discussion of the potential health risks of synthetic chemicals has led to a significant increase in interest in natural compounds, resulting in a rise in the use of essential oils across a wide range of industries, including food, pharmaceuticals, cosmetics, perfumery, agriculture, and sanitation. Due to their chemical diversity and diverse biological activities, essential oils have become a focal point of scientific research. These oils are obtained from various morphological parts of plants, such as flowers, leaves, bark, resin, seeds, roots, or woody tissues (Başaran, 2009).

The lipophilic structure of plant-derived essential oils allows them to easily pass through biological membranes, resulting in rapid absorption both dermally and through inhalation. Scientific studies have confirmed the potential of essential oils to play a role in the treatment of many diseases, including cancer; their symptomatic effects, such as antitussive, diuretic, carminative, and cholekinetic, as well as their analgesic and anti-inflammatory properties.

Given the significant global increase in antimicrobial resistance, essential oils are considered promising natural agents in the control of infectious diseases. Approximately 700,000 people worldwide die each year from infections caused by resistant pathogens, and it is projected that this number could reach 10 million annually by 2050 (Khan et al., 2018).

Salmonella species belonging to the Enterobacteriaceae family are of critical importance for public health due to their potential to cause serious clinical conditions in animals and their zoonotic potential (Salar et al., 2015). In particular, the transmission routes of *S. typhimurium* from birds to humans have been revealed in various studies; it has been emphasized that appropriate hygiene practices should be followed during the cleaning of poultry litter (Evans, 2011; Dinç et al., 2015). *Salmonella* infections are very common in poultry worldwide and are among the top foodborne pathogens (Akan, 2008). The rise in human infections caused by *Salmonella* and the prevalence of multiple antibiotic resistance in isolated strains have made controlling these bacteria an even more important issue. Consequently, current health policies largely focus on preventing *Salmonella* infections in animal production processes (Kutu, 2017).

The dramatic increase in antimicrobial resistance has necessitated the development of alternative strategies to combat bacterial pathogens. The increasing research on essential oils in this context is attributed to their numerous active ingredients and the fact that bacteria cannot easily mutate in the face of these complex structures (Trombetta et al., 2005; Nazzaro et al., 2013; Raut and Karuppayil, 2014; Swamy et al., 2016).

The primary objective of this study was to determine the chemical profiles of elemi (*Canarium luzonicum*) essential oils from two different manufacturers using GC-MS analysis and to reveal the compositional differences between the oils. Furthermore, the aim was to evaluate the antibacterial effects of these essential oils on *Salmonella* spp. isolates, a significant zoonotic pathogen in humans and particularly in poultry. Determining the minimum inhibitory concentrations (MICs) of the antibacterial essential oils against *Salmonella* strains of both human and poultry origin constituted another important component of the study.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Bacterial Strains

The strains used in the study are shown in Table 2.1. The strains isolated as pure cultures and the reference strain *S. Typhimurium* ATCC 14028 were stored frozen at -80 °C in Luria-Bertani broth containing 10% glycerol for use in experimental studies.

Table 1. Bacterial strains and their properties used during experimental studies

Strain	Feature/isolated	Source
<i>S.Typhimurium</i> ATCC 14028	Wild-type strain	Isparta Food Control Laboratory Directorate
S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10	Poultry	Ankara University Faculty of Veterinary Medicine Culture Collection

2.2. Essential Oils and GC–MS Profiling

Elemi (*C. luzonicum*) essential oils from two different companies, A and B, were purchased commercially, and the components of the purchased essential oils were determined by Gas Chromatography-Culture Spectroscopy (GC-MS) analysis. The GC-MS conditions, conducted at Süleyman Demirel University's YETEM-Innovative Technologies Application and Research Center and was performed using a CP WAX 52 CB capillary column (50 m × 0.32 mm ID, df: 1.2 µm). Helium (99.999%) was employed as the carrier gas at a constant flow of 10 p.s.i. The injection volume was set to 1 µL. The oven temperature was programmed from 60°C to 220°C at a heating rate of 2°C/min, followed by an isothermal hold at 220°C for 20 min. The injector temperature was maintained between 240°C and 250°C. Mass spectrometric detection was conducted at 70 eV electron ionization energy.

2.3. Antibacterial Activity Test

2.3.1. Antibiotic Susceptibility Testing

Antibiotic resistance profiles of *Salmonella* spp. used in the studies were determined using the Kirby Bauer disk diffusion method by studying their susceptibilities to trimethoprim/sulfamethoxazole, tetracycline, kanamycin, ciprofloxacin, gentamicin, chloramphenicol, cefotaxime, ampicillin, and streptomycin. According to the method, 100 µL of bacterial suspension adjusted to a turbidity equivalent to 0.5 McFarland was inoculated onto Mueller Hinton Agar (MHA) medium, and antibiotic disks were placed. After overnight incubation, the transparent zones around the disks were evaluated according to EUCAST (European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing) criteria.

2.3.2. Agar well diffusion test

The antibacterial activities of the essential oils used in this study were tested using the agar well method (Holder and Boyce, 1994). Bacteria were incubated overnight at 37°C in Luria-Bertani medium and adjusted to a turbidity of 0.5 McFarland. A five mL of soft agar (0.5% agar) containing 100 µL of bacterial cultures prepared at 0.5 McFarland turbidity was poured onto MHA medium prepared in petri dishes. After drying, 6-mm-diameter wells were created in the medium, and 100 µL of the essential oil concentrate was added to each well. Antibacterial activity was determined by measuring the zone diameters formed after 24 hours of incubation at 35°C. Gentamicin was used as a control. The test was performed in triplicate.

2.3.3. Determination of Minimum Inhibitory Concentration (MIC)

The microdilution method was used to determine the MIC values of essential oils on bacteria that exhibit antibacterial activity (Andrews, 2001). In this method, 96-well microplates were prepared. A hundred µL of the oils were added to wells containing 100 µL of Mueller Hinton broth, and two-fold serial dilutions were made. A Five µL of a bacterial suspension prepared according to a turbidity of 0.5 McFarland (10^8 /mL) was added to the microplates and incubated overnight at 37°C. Following incubation, the microplates were evaluated. The lowest concentration at which no growth occurred was determined as the minimum inhibitory concentration (MIC). The test was performed in triplicate.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. GC/MS Analysis Results

The components identified by GC in the elemi essential oil of companies A and B were limonene, elemol, phellandrene alpha, beta phellandrene, and p-cymene. Limonene was detected at 56.95% in company A and 55.88% in company B, making it the highest content in both companies. These components were followed by beta fenchyl alcohol, alpha.-terpinolene, beta-myrcene, alpha-pinene, and 4-terpineol. Limonene (56.95%), elemol (15.20%), and phellandrene <alpha-> (11.50%) were found to be the main components in Elemi A essential oil, while limonene (55.88%), elemol (17.54%), and phellandrene <alpha-> (10.96%) were found in Elemi B oil (Çizelge 4.2).

Table 2. GC/MS results of elemi essential oil from companies A and B

	Component	Company A		Company B	
		time	%	zaman	%
1	alpha pinene	6.689	0.58	6.689	0.55
2	beta phellandrene	8.112	4.73	8.112	4.51
3	pinene beta	8.314	0.21	8.314	0.20
4	beta myrcene	8.758	0.95	8.758	0.90
5	phellandrene alpha	9.544	11.50	9.544	10.96



6	delta 3-carene	9.636	0.06	9.636	0.05
7	alpha terpinene	10.002	0.26	10.002	0.25
8	p-cymene	10.386	2.98	10.386	2.84
9	limonene	10.781	56.95	10.781	55.88
10	cis-ocimene	10.929	0.21	10.929	0.20
11	beta ocimene y	11.432	0.20	11.432	0.20
12	gamma terpinene	12.023	0.20	12.023	0.19
13	trans sabinene hydrate	12.669	0.05	12.669	0.05
14	alpha terpinolene	13.481	1.45	13.481	1.38
15	1 -methyl-4-isopropenylbenzene	13.697	0.10	13.697	0.10
16	linalool	14.316	0.05	14.316	0.04
17	*	15.697	0.04	15.697	0.04
18	cis p-mentha 2,8-dien 1 ol	16.424	0.04	16.424	0.04
19	*	16.788	0.04	16.788	0.04
20	4-terpineol	19.098	0.50	19.098	0.48
21	cis p-mentha-1 8-dien-2-ol	-	-	19.335	0.01
22	dmbca	19.513	0.27	19.513	0.26
23	beta fenchyl alcohol	20.055	1.81	20.055	1.72
24	a-phellandrene epoxide	20.536	0.27	20.536	0.26
25	trans-carveol	21.594	0.05	21.594	0.04
26	cis-sabinol	22.930	0.06	22.930	0.05
27	d-carvone	23.126	0.06	23.126	0.06
28	piperitone	23.783	0.08	23.783	0.08
29	alpha cubebene	29.910	0.03	29.910	0.03
30	copaene alpha	31.700	0.15	31.700	0.15
31	beta elemene	32.655	0.12	32.655	0.11
32	methyleugenol	33.451	0.38	33.451	0.37
33	caryophyllene	34.432	0.20	34.432	0.19
34	alpha humulene	36.675	0.11	36.675	0.10
35	spathulenol	37.663	0.03	37.663	0.03
36	germacrene-d	38.310	0.09	38.310	0.08
37	alpha muurolene	-	-	39.535	0.02
38	elemol	42.726	15.20	42.726	17.54
Total			100.00		100

* not identified

3.2. Agar Well Diffusion Test and Minimum Inhibitory Concentrations

According to the agar well results of the essential oils from Elemi A and B, the zone diameter range was 9.33-11.33 mm for Company A, and a similar range of 9.33-11 mm for Essential Oil B. No distinct zone formation was observed on S1 in clinical isolates at the concentration studied (Table 3).

Table 3. Antibacterial effect of Elemi A, Elemi B oils on isolates (zone diameter-mm)

		Elemi A	Elemi B
1	S 1	*	*
2	S 2	10,3±1,53	9,7±0,58
3	S 3	10±0	10±1
4	S 4	11,3±0,58	9,7±1,15
5	S 5	9,33±0,58	10±1,53
6	S 6	9,33±0,58	10±0
7	S 7	9,33±0,58	11±0,58
8	S 8	10,3±0,58	9,3±0,58
9	S 9	10±1	9,3±0,58
10	S 10	9,67±1,53	9,3±0,58
11	S. typh	10,3±1,53	10±0,58

According to the MIC results of the essential oils showing antibacterial activity, the MIC value that elemi essential oil from company A had on the studied bacteria was found to be the lowest 5.5 µg/mL and the highest 43.7 µg/mL. In the elemi essential oil from company B, this value was found to be the lowest 10.90 µg/ml and the highest 43.7 µg/mL (Table 4).

Table 4. MIC values of essential oils on isolates (µg/mL)

Strains	ELEMI A	ELEMI B
S1	43.7	21.85
S2	43.7	21.85
S3	43.7	43.7
S4	43.7	10.90
S5	43.7	10.90
S6	43.7	10.90
S7	43.7	21.85
S8	43.7	21.85
S9	43.7	21.85
S10	43.7	21.85
Styp	21.85	43.7

In the results of elemi essential oil, the highest percentage belonged to limonene, and was found to be 56.95% and 55.88% in companies A and B, respectively. In GC studies conducted with elemi essential oil in different countries, the highest percentage was found to belong to limonene, which is the same as in our study, but it was found to be lower than the oils we studied (36.40%) (Galovičová et al., 2020). Elemi A essential oil had antibacterial activity against all bacteria used in the study, with MIC values ranging from 21.85 $\mu\text{g/mL}$ to 43.7 $\mu\text{g/mL}$. Elemi B had a MIC value of 10.9 $\mu\text{g/mL}$ and a MIC of 21.85 $\mu\text{g/mL}$, demonstrating activity at a lower concentration than Company A. A literature search did not find any studies investigating the antibacterial activity of elemi against *Salmonella* sp. strains. In a similar study conducted with elemi, the major component in elemi essential oil was found to be 36.4%, and the MIC value effective against *Stenotrophomonas maltophilia* was determined to be 6.67 $\mu\text{g/mL}$ (Galovičová et al., 2020). In a separate study involving different microorganisms, elemi essential oil demonstrated antifungal activity against clinical *Candida* isolates, exhibiting an MIC value of 2.5 mg/mL (Nikolic et al., 2016). In another study investigating antibacterial and antifungal effects, antimicrobial activity was determined with values of 3.17 $\mu\text{g/mL}$ on *Fusarium oxysporum* and 12.7 $\mu\text{g/mL}$ on *Aspergillus tubingensis* (Angelini et al., 2019).

4. Conclusions

As a result, the effectiveness of antibiotics commonly used in the treatment of bacterial infections has been significantly reduced due to the development of resistance mechanisms in bacteria. This has made infectious disease control more difficult and has also led to significant economic losses in the healthcare and livestock sectors. It is anticipated that the findings obtained in this thesis will contribute to research on the development of new antimicrobial agents for the management of emerging bacterial diseases in medical and agricultural settings. Given that a significant portion of synthetic therapeutic agents are derived from plant-derived structures and the high cost of their production processes, the growing interest in natural compounds is to be expected. Furthermore, widespread reports of side effects associated with synthetic molecules have further accelerated the shift towards herbal compounds. Therefore, scientific studies demonstrating the therapeutic potential of plants, and the data obtained from these studies, both add value to existing knowledge and serve as an important reference point for future research.

REFERENCES

Jha AR. Rare Earth Materials. Properties and Applications. (2014). CRC PressTaylor & Francis Group. Boca Raton. ISBN: 13: 978-1-4665-6403-9 (eBook - PDF).

- Parvez MS, Nawshin S, Sultana S, Hossain MS, Rashid Khan MH, Habib MA, Nijhum ZT, Khan R. (2023). Evaluation of heavy metal contamination in soil samples around Rampal, Bangladesh. *ACS Omega* 8(18), 15990–15999.
- Poh SC, Tahi NM. (2017). The common pitfall of using enrichment factor in assessing soil heavy metal pollution. *Malaysian Journal of Analytical Sciences* 21(1), 52–59.
- Reka AA, Pavlovski B, Lisichkov K, Jashari A, Boev B, Boev I, Lazarova M, Eskizeybek V, Oral A, Jovanovski G, Makreski P. 2019. Chemical, mineralogical and structural features of native and expanded perlite from Macedonia *Geologia Croatica* 72(3), 215-221.
- Turhan Ş, Garad, AMK, Hançerlioğulları A, Kurnaz A, Gören E, Duran C, Karataşlı M, Altıkulaç A, Savacı G, Aydın A. (2020). Ecological assessment of heavy metals in soil around a coal-fired thermal power plant in Turkey. *Environmental Earth Sciences* 79(6), 1–15.
- Turhan Ş, Tokat S, Kurnaz A, Altıkulaç A. (2022). Distribution of elemental compositions of zeolite quarries and calculation of radiogenic heat generation. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 109(19), 7851–7862.
- Yaroshevsky AA. (2006). Abundances of chemical elements in the Earth's crust. *Geochemistry International* 44(1), 48–55.
- Asımgil A. (1997). Şifalı Bitkiler. Timaş Yayınları, 176, Aile Sağlığı Dizisi, 2, 16-307s. İstanbul.
- Yaşar, S., Çukurova Üniversitesi Kampusunda Doğal Olarak Yetişen Bazı Çok Yıllık Tıbbi Bitkilerin Toprak Özellikleri ile Sabit ve Uçucu Yağ İçeriklerinin Belirlenmesi. (2005). Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lizans Tezi, 43s. Adana.
- Başaran, A. (2009). Natural Aromatherapy: Herbs & Essences. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 29(5), 86-94.
- Khan MF, Tang H, Lyles JT, Pineau R, Mashwani ZR, Quave CL. (2018). Antibacterial Properties of Medicinal Plants From Pakistan Against Multidrug-Resistant ESKAPE Pathogens.. *Antibacterial Activity of Pakistani Medicinal Plants*, 9(815), 1-17.
- Salar MÖ, Yardımcı H, Diker KS. Bazı endüstriyel bitkilerin *Salmonella* Serotipleri üzerindeki antimikrobiyal etkileri. (2015). *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 86(2), 9-18.
- Evans EE. (2011). Zoonotic diseases of common pet birds: psittacine, passerine and columbiform species. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*. 14, 457–476.
- Dinç, G, Doğanay M, İzgür M, (2015). Pet hayvanlardan insanlara bulaşan önemli bakteriyel enfeksiyonlar. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 72(2), 163-174.
- Akan, M. (2008). Kanatlılarda *salmonella* enfeksiyonları ve kontrolünde temel prensipler Mektup Ankara, 6, 3-4.
- Kutu A. (2017). Kanatlılarda *Salmonella* Türlerinin İzolasyonu, Serotiplendirilmesi ve Antibiyotik Duyarlılıklarının Araştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 101s. Aydın.
- Trombetta D, Castelli F, Sarpietro MG, Venuti V, Cristani M, Daniele C., et al., (2005). Mechanisms of Antibacterial Action of Three Monoterpenes. *Antimicrob Agents Chemother*, 49(6), 2474-8.
- Nazzaro F, Fratianni F, De Martino L, Coppola R, De Feo V, (2013). Effect of essential oils on pathogenic bacteria. *Pharmaceuticals*, 6(12), 1451-74.
- Raut JS, Karuppayil SM. (2014). A status review on the medicinal properties of essential oils. *Industrial Crops and Products*, 62, 250-64.
- Swamy MK, Akhtar MS, Sinniah UR. (2016). Antimicrobial Properties of Plant Essential Oils against Human Pathogens and Their Mode of Action: An Updated Review. *Evidence-based complementary and alternative medicine*.
- Holder IA, Boyce ST. (1994). Agar well diffusion assay testing of bacterial susceptibility to various antimicrobials in concentrations non-toxic for human cells in culture. *Burns*, 20(5), 426-429.
- Andrews JM. (2001). Determination of minimum inhibitory concentrations, *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 48(1), 5-16.
- Galovičová L, Valková V, Štefániková J, & Kačániová, M. (2020). Essential oils and their application in a food model. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 1088-1096.



- Nikolic M, Smiljkovic M, Markovic T, Cirica A, Glamoclija J, Markovic D, Sokovic M. (2016). Sensitivity of clinical isolates of *Candida* to essential oils from Burseraceae family. *Experimental and clinical sciences journal*, 15(1), 280-289. <http://doi.org/10.17179/excli2014-621>
- Angelini P, Bricchi E, Zeppilli N, Dimitriu L, Rondolini M, Angeles G, Covin S, Venanzoni R. (2019). Screening of the antifungal activity of essential oils against human and plant pathogenic filamentous fungi. *Flora Mediterranea*, 29(26), 5-12. <https://doi.org/10.7320/FIMedit29.005>

OKULLARDA ÖRGÜTSEL KÖRLÜK: ÖĞRETMEN VE OKUL YÖNETİCİLERİNİN ALGILARI ÜZERİNE NİTEL BİR İNCELEME

Yüksek Lisans Öğrencisi, Melek AHISKALIOĞLU

Recep Tayyip Erdogan University, Graduate School of Education, Educational Administration Science Field, 53000, Rize

ORCID ID: 0009-0005-9564-1069

Doç. Dr. Gökhan KAHVECİ

Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Education, Department of Educational Sciences, 53200, Rize

ORCID ID: 0000-0001-6753-3395

ÖZET

Bu çalışma, eğitim kurumlarında giderek görünmez hâle gelen örgütsel körlük olgusunu öğretmen ve okul yöneticilerinin görüşleri doğrultusunda incelemeyi amaçlayan nitel bir araştırmadır. Olgubilim desenle yürütülen çalışmanın katılımcılarını, maksimum çeşitlilik örneklemesiyle seçilmiş 18 öğretmen ve 11 yönetici olmak üzere toplam 29 kişi oluşturmaktadır. Veriler yarı yapılandırılmış görüşmelerle toplanmış, içerik analiziyle çözümlenmiştir. Analiz sonucunda örgütsel körlüğün okullarda beş ana tema altında ortaya çıktığı belirlenmiştir: örgütsel farkındalık eksikliği, kurumsal alışkanlıkların sorgulanmaması, yenilikçi fikirlere sınırlı açıklık, iletişimde tutarsızlık ve körlüğün olumsuz etkileri. Katılımcılar, okul içinde yaşanan sorunların çoğu zaman fark edilmediğini veya bilerek görmezden gelindiğini; yerleşmiş rutinlerin sorgulanmadan sürdürüldüğünü ve yönetsel pasifliğin bu durumu pekiştirdiğini belirtmiştir. Fikirlerin içeriğinden çok fikri sunan kişiye göre değerlendirildiği, eleştirilerin kişiselleştirildiği ve yenilikçi önerilerin mevcut düzeni bozma kaygısıyla sınırlandırıldığı ifade edilmiştir. Ayrıca gruplaşma, çekingenlik ve yüzeysel iletişim gibi etmenler öğretmenlerin geri bildirim verme isteğini azaltmaktadır. Örgütsel körlüğün öğretmen motivasyonunu düşürdüğü, aidiyet duygusunu zayıflattığı ve bunun öğrenci başarısına olumsuz yansıdığı görülmüştür. Katılımcılar, körlüğü azaltmak için açık iletişim ortamlarının güçlendirilmesini, öğretmenlerin karar süreçlerine katılımının artırılmasını, görev dağılımında adaletin sağlanmasını ve yöneticilerin/öğretmenlerin mesleki gelişim faaliyetlerine düzenli olarak katılmasını önermiştir. Sonuç olarak bu çalışma, okullarda örgütsel körlüğün yapısal, kültürel ve iletişimsel faktörlerle beslenen çok boyutlu bir sorun olduğunu; bu durumun kurumsal gelişimi ve yenilikçilik kapasitesini sınırlandırdığını ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Örgütsel körlük, okul yönetimi, öğretmen ve yönetici görüşleri, nitel araştırma

ORGANIZATIONAL BLINDNESS IN SCHOOLS: A QUALITATIVE EXAMINATION OF TEACHERS' AND SCHOOL ADMINISTRATORS' PERCEPTIONS

ABSTRACT

This study is qualitative research that aims to examine the increasingly invisible phenomenon of organizational blindness in educational institutions based on the views of teachers and school administrators. The study was conducted using a phenomenological design, and the participants consisted of 29 individuals, including 18 teachers and 11 administrators, selected through maximum variation sampling. Data were collected through semi-structured interviews and analyzed using content analysis. The analysis revealed that organizational blindness in schools emerges under five main themes: lack of organizational awareness, failure to question institutional routines, limited openness to innovative ideas, inconsistency in communication, and the negative effects of blindness. Participants stated that problems within the school were often unnoticed or deliberately ignored; that established routines continued without being questioned; and that managerial passivity reinforced this situation. It was also emphasized that ideas were evaluated more based on the person presenting them rather than their content, criticisms were personalized, and innovative suggestions were restricted due to concerns about disrupting the existing order. Additionally, factors such as group formation, reluctance, and superficial communication reduced teachers' willingness to provide feedback. Organizational blindness was found to decrease teacher motivation, weaken their sense of belonging, and negatively affect student achievement. Participants suggested strengthening open communication environments, increasing teacher participation in decision-making processes, ensuring fairness in task distribution, and encouraging regular participation in professional development activities for both administrators and teachers. In conclusion, the study demonstrates that organizational blindness in schools is a multidimensional problem fueled by structural, cultural, and communicative factors, and that it limits institutional development and innovation capacity.

Keywords: Organizational blindness, school management, teachers' and administrators' perceptions, qualitative research

1.GİRİŞ

Okullar, giderek karmaşık ve belirsiz hâle gelen sosyo-ekonomik ve politik koşullar içinde faaliyet gösteren, çok sayıda aktörün yer aldığı öğrenen örgütler olarak değerlendirilmektedir. Bu ortamda okullar hem öğrenci başarısını artırma hem de eşitsizlikleri azaltma yönünde önemli bir baskıyla karşı karşıyadır. Örgütlerin değişen çevre koşullarına uyum sağlayabilmesi

için hatalarını fark edebilme, eleştirel sorgulama yapabilme ve kendini yenileyebilme kapasitesine ihtiyaç duyduğu, örgütsel öğrenme yazınında uzun süredir vurgulanmaktadır (Argyris & Schön, 1978; Argyris, 1991; Senge, 1990). Ancak örgütler zamanla yerleşik uygulamalar, başarı anlatıları ve güç ilişkilerinin etkisiyle belirli sorun alanlarını fark etmekte zorlanabilir. Bu durum sonucunda hem mevcut hatalar hem de geleceğe ilişkin risk ve fırsatlar görünmez hâle gelebilir. Path-dependence yaklaşımı da geçmişte alınan kararlar ve yerleşik rutinlerin örgütleri dar bir bakış açısına sıkıştırabildiğini ifade etmektedir (Schreyögg & Sydow, 2011).

Örgütsel körlük kavramı, özellikle Catino'nun (2013) çalışmasıyla birlikte daha sistematik bir çerçevede ele alınmış ve örgütlerin kısa vadeli hedeflere, sınırlı performans göstergelerine ve rutinleşmiş işleyişe takılı kalarak hem iç sorunları hem de dış çevredeki değişimleri görememesi şeklinde tanımlanmıştır. Türkçe yazında Seymen, Kılıç ve Kinter (2016) örgütsel körlüğü ayrıntılı biçimde açıklamış ve kişilik özellikleri, işin rutinlik düzeyi, örgüt yapısı ve sektör yapısı gibi boyutlardan oluşan bir ölçek geliştirmiştir. Bu çalışmalar örgütsel körlüğün soyut bir benzetme değil, belirli nedenleri ve sonuçları olan ölçülebilir bir olgu olduğunu göstermektedir.

Eğitim örgütleri incelendiğinde örgütsel körlüğün daha da önemli bir konu olduğu görülmektedir. Öğretim programlarında yapılan yenilemeler, hesap verebilirlik uygulamaları, dijitalleşme ve toplumsal beklentideki hızlı değişim, okulları sürekli bir öğrenme ve yenilenme sürecine zorlamaktadır (Senge, 1990; Park, 2008; Kools & Stoll, 2016). Park'ın (2008) Kore mesleki liselerinde Senge'nin beş disiplini doğrulayan bulguları ve Kools ile Stoll'un (2016) OECD temelli öğrenen okul çerçevesi, okulların sürekli öğrenme, ekip çalışması, sorgulama ve bilgi paylaşımı gibi unsurlarla değerlendirilebileceğini göstermektedir. Okulların bu kapasitesinin zayıf olduğu durumlarda, yenilik ve değişim baskılarının fark edilmemesi, rutinelere bağlı kalınması ve özellikle dezavantajlı öğrencilere yönelik ihtiyaçların görülmemesi örgütsel körlüğün eğitim bağlamındaki yaygın örnekleri arasında yer almaktadır.

Örgütsel körlüğün oluşmasında örgütsel sessizlik ve psikolojik güvenlik düzeyi önemli bir rol oynamaktadır. Morrison ve Milliken (2000), çalışanların düşüncelerini dile getirmekte isteksiz olduğu, geri bildirimlerin cezalandırıldığı veya sonuçsuz kaldığı ortamlarda sessizlik kültürünün ortaya çıktığını belirtmektedir. Türkiye'de Çakıcı (2010), yöneticilere duyulan güvensizlik, misilleme kaygısı ve kariyerle ilgili endişelerin çalışanları konuşmaktan alıkoyduğunu göstermiştir. Psikolojik güvenlik yazını ise öğrenme ve yenilikle yakından ilişkili bir ara değişkene işaret etmektedir. Meta-analitik bulgular psikolojik güvenliğin hatalardan

öğrenme, yenilikçilik ve performansla olumlu yönde ilişkili olduğunu; korku ve sessizlik içeren ortamların örgütsel öğrenmeyi zayıflattığını ortaya koymaktadır (Frazier vd., 2017). Türkiye’de psikolojik güvenlik ölçeğinin uyarlanmasıyla ilgili çalışma, bu kavramın yerel bağlamda güvenilir şekilde ölçülebildiğini göstermektedir (Aytaç, Bülbül & İşıaık, 2022).

Okullarda öğretmenlerin düşüncelerini rahatça ifade edebildiği, hataların öğrenme fırsatı olarak görüldüğü ve eleştirel sorgulamanın desteklendiği bir iklimin örgütsel körlüğü azaltabileceği ve öğrenen okul kapasitesini güçlendirebileceği söylenebilir. Okul iklimi yazını bu konuda önemli kanıtlar sunmaktadır. Thapa, Cohen, Guffey ve Higgins-D’Alessandro’nun (2013) derlemesi, okul ikliminin güven, ilişkiler, öğretimsel destek ve yapı gibi boyutlarının öğrenci başarısı, devamsızlık, risk davranışları ve öğretmen çıktılarıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Öğretmen motivasyonu ile ilgili yakın dönem çalışmalar da olumlu okul ikliminin öğretmenlerin içsel motivasyonunu ve mesleğe yönelik tutumlarını güçlendirdiğini ortaya koymaktadır (Pinkas, 2022; Yetiş, 2025).

Örgütsel körlük ile işin anlamlılığı ve motivasyon arasındaki ilişki, son yıllarda hem uluslararası hem de ulusal yazında daha fazla ele alınmaya başlamıştır. Steger ve Dik (2010) ile Lysova ve çalışma arkadaşlarının (2019) araştırmaları, anlamlı iş deneyiminin örgütsel bağlılık, iş tatmini, örgütsel vatandaşlık davranışları ve iyi oluşla ilişkili olduğunu göstermektedir. Türkçe yazında yapılan çalışmalar da destekleyici ilişkiler, katılımcı yönetim ve gelişime açık bir okul ortamının öğretmenlerin işlerini anlamlı bulma düzeyini artırdığını göstermektedir (Toptaş, 2018). Örgütsel körlük ile işin anlamlılığı arasındaki ilişkiyi ele alan güncel kuramsal çalışmalar ise örgütün kendi değerleriyle uyumsuz davranışları görmezden geliyor gibi algılanmasının çalışanların işlerini anlamlı bulma deneyimini zayıflatabileceğini tartışmaktadır (İslamoğlu & Çakıcı, 2025).

Bu noktada öğretmen ve okul yöneticilerinin örgütsel körlüğü nasıl deneyimlediğine, hangi durumları örgütsel körlük olarak gördüklerine ve bu olgunun okul iklimi, ses ve sessizlik süreçleri ile değişim kapasitesiyle nasıl bağlantılı olduğuna yönelik nitel çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Türkiye’de yapılan çalışmalar çoğunlukla örgütsel miyopi, örgütsel sessizlik veya direnç gibi ilişkili kavramlara odaklanmakta; örgütsel körlüğün kendisi öğretmen ve yönetici deneyimleri üzerinden ayrıntılı biçimde incelenmemektedir (Sezen-Gültekin & Argon, 2020; Seymen vd., 2016; Bıyıkbeşi & Tatlı, 2025). Bu çalışma, öğretmen ve okul yöneticilerinin örgütsel körlüğe ilişkin algılarını nitel bir araştırma deseniyle inceleyerek okullarda örgütsel körlüğün nasıl yaşandığına dair daha derin ve bağlamsal bir anlayış geliştirmeyi amaçlamaktadır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Örgütsel körlük, örgütsel öğrenme kuramlarının ortaya koyduğu hata tespiti, geribildirim ve öğrenme süreçleriyle yakından ilişkilidir. Argyris ve Schön'ün (1978) tek döngülü ve çift döngülü öğrenme ayrımı, örgütlerin yalnızca davranışlarını düzeltmeleri ile temel varsayımlarını ve normlarını sorgulamaları arasındaki farkı açık biçimde göstermektedir. Argyris (1991), uzmanlığı yüksek profesyonellerin bile savunucu rutinler nedeniyle geribildirimi reddedebildiğini ve bunun örgütlerde öğrenme engeli yarattığını vurgulamaktadır. Senge (1990) ise öğrenen örgütlerde karşılaşılan engelleri; kısa vadeli düşünme biçimi, suçlama kültürü, sistemsel düşünememe ve liderliğin dar yorumlanması gibi başlıklarla açıklamaktadır. Bu çerçeve, örgütsel körlüğü örgütlerin kendi davranışlarını ve varsayımlarını sorgulama kapasitesinin zayıflaması ve yeni bilgiyi işleme becerisinin körelmesi olarak anlamayı mümkün kılar.

Path-dependence yaklaşımı örgütsel körlüğü tarihsel bir süreç içinde değerlendirmeye yardımcı olur. Schreyögg ve Sydow (2011), örgütlerin belirli strateji ve yapı tercihleri sonucunda zamanla kilitlenme süreçlerine girdiğini ve yeni bilgilerin mevcut alışkanlıkları sorgulamak yerine onları yeniden üretecek biçimde filtrelediğini göstermektedir. Bu bakış açısına göre örgütsel körlük yalnızca bireysel algı hataları değildir; zaman içinde kurumsallaşmış, yönetim pratikleri, performans göstergeleri ve ödül sistemleriyle beslenmiş bir görmeme durumudur. Eğitim örgütlerinde merkezi sınavlara aşırı odaklanma, ölçülebilir kısa vadeli çıktılara ağırlık verme ve başarı baskısı, okulların daha uzun vadeli ve kapsayıcı hedeflere yönelik sinyalleri fark etmesini zorlaştırarak örgütsel körlüğü güçlendirebilmektedir (Sezen-Gültekin & Argon, 2020; Kools & Stoll, 2016).

Örgütsel körlük, örgütsel miyopi ve örgütsel atalet kavramlarıyla ilişkilidir ancak onlardan daha geniş bir içeriğe sahiptir. Catino (2013), örgütsel miyopiyi örgütlerin kısa vadeli ve dar kapsamlı göstergelere odaklanarak uzun vadeli risk ve fırsatları görememesi olarak tanımlamaktadır. Seymen ve diğerleri (2016) ise örgütsel körlüğün, örgüt miyopisini de kapsayan daha kapsamlı bir kavram olduğunu; kişilik özellikleri, işin rutinlik düzeyi ve örgüt yapısı gibi faktörlerin örgütün hem iç hem dış çevresini fark etme kapasitesini daralttığını belirtmektedir. Dinamik çevrelerde miyopiden kaçınma stratejilerini inceleyen çalışmalar (Bıyıkbeyi & Tatlı, 2025), öğrenme kapasitesi yüksek, çevresel sinyalleri sistemli biçimde takip eden ve denemelere açık örgütlerin miyopi riskini azaltabildiğini göstermektedir.

Örgütsel körlüğün önemli belirleyicilerinden biri örgüt içi iletişim ve ses veya sessizlik dinamikleridir. Morrison ve Milliken (2000), örgütsel sessizliği çalışanların örgütsel sorunlara

ilişkin duygu ve düşüncelerini bilerek paylaşmaktan kaçınmaları olarak tanımlamakta; bu sessizliğin yönetimden gelecek olumsuz tepkiler, değişim taleplerinin sonuçsuz kalacağı beklentisi ve mesleki risk algısı gibi nedenlerle oluştuğunu göstermektedir. Çakıcı (2010) ise Türkiye bağlamında misilleme korkusu, dışlanma riski ve terfi olanaklarının azalması gibi etkenlerin çalışanları konuşmaktan uzaklaştırdığını ve bunun hataların görünürlüğünü azalttığını ifade etmektedir. Sessizliğin desteklenmediği, eleştirilerin uyumsuzluk olarak değerlendirildiği örgütlerde örgütsel körlüğün gelişmesi kaçınılmazdır; çünkü sorunları en yakından gören çalışanların geribildirimleri yönetim kademelerine ulaşmamakta ya da ciddiyetle ele alınmamaktadır.

Psikolojik güvenlik bu noktada örgütsel körlüğün azaltılmasında önemli bir araç sunmaktadır. Frazier ve çalışma arkadaşlarının (2017) meta-analizi, psikolojik güvenliğin öğrenme davranışları, yenilikçilik, bilgi paylaşımı ve performansla pozitif ilişkili olduğunu göstermekte; psikolojik güvenlik düzeyinin düşük olduğu ortamlarda hataların saklanması, risk almaktan kaçınılması ve statükoya uyum gibi eğilimlerin güçlendiğini belirtmektedir. Türkiye bağlamında yürütülen uyarılma çalışması (Aytaç vd., 2022), psikolojik güvenlik ölçeğinin geçerli ve güvenilir olduğunu ve bu kavramın olumlu örgütsel tutumları yordadığını ortaya koymuştur. Okullar açısından psikolojik güvenlik; öğretmenlerin düşüncelerini özgürce ifade edebilmesi, hata yapıldığında cezalandırılmak yerine desteklenmesi ve sorgulayıcı tartışmaların teşvik edilmesi anlamına gelmektedir. Bu tür bir iklim, örgütsel sessizliği azaltarak körlüğün oluşma zeminini zayıflatmakta ve öğrenen okul pratiklerini güçlendirmektedir (Park, 2008; Higgins vd., 2012, akt. Kools & Stoll, 2016).

Okulların öğrenen örgüt olarak ele alınmasına yönelik literatür, örgütsel körlüğün azaltılması için gereken yapısal ve kültürel bileşenleri somut biçimde ortaya koymaktadır. Senge (1990), öğrenen örgütlerin kişisel ustalık, zihinsel modeller, paylaşılan vizyon, takım hâlinde öğrenme ve sistem düşüncesi olmak üzere beş disiplin üzerine kurulu olduğunu açıklamaktadır. Park (2008), bu modelin okul bağlamında geçerli bir yapı oluşturduğunu göstermiştir. Kools ve Stoll (2016) ise okulun öğrenen bir örgüt olarak değerlendirilebilmesi için öğrenci öğrenmesine odaklı ortak vizyon, sürekli öğrenme fırsatları, ekip öğrenmesi ve iş birliği, sorgulama ve yenilik kültürü, öğrenmenin kurumsal sistemlere yerleşmesi, dış çevreyle etkileşim ve öğrenen liderlik olmak üzere yedi boyut önermektedir. Bu boyutların zayıf olduğu okullarda değişen öğrenci ihtiyaçları, kapsayıcılık ve dezavantaj gibi kritik alanlara ilişkin veri üretimi sınırlı kalmakta; bu da örgütsel körlüğü besleyen yapısal bir temel oluşturmaktadır.

Örgütsel körlük, okul iklimi ve öğretmen motivasyonu ile işin anlamlılığı arasındaki ilişki de kavramsal çerçevenin önemli bir bileşenidir. Thapa ve çalışma arkadaşlarının (2013) derlemesi, olumlu okul ikliminin güven, ilişkiler, akademik beklentiler, adalet ve güvenlik boyutlarıyla öğrenci ve öğretmen çıktıları üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Pinkas (2022), okul ikliminin öğretmen motivasyonunu anlamlı şekilde yordadığını; Yetiş (2025) ise öğretme motivasyonu ve okul ikliminin birlikte öğretmenlerin mesleğe yönelik tutumlarını açıkladığını bildirmektedir. Bu bulgular, güvene dayalı, destekleyici ve sorgulayıcı bir iklimin örgütsel körlüğü azaltabileceğini ve öğretmenlerin işlerini daha anlamlı görmelerine katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Anlamlı iş literatürü, öğretmen deneyimlerini örgütsel körlük bağlamında anlamaya yardımcı olan ek bir katman sunmaktadır. Steger ve Dik (2010), anlamlı işin bireylerin kendilik algısı, işin niteliği ve işin örgütsel-toplumsal katkısını değerlendirme biçimleriyle ilişkili olduğunu; anlamlı işin iyi oluş, motivasyon ve performansla bağlantılı olduğunu göstermektedir. Rosso, Dekas ve Wrzesniewski (2010), anlamlı işin kaynaklarını öz kimlik, diğerleri, örgütsel misyon ve daha geniş amaçlar etrafında açıklamış; Lysova ve diğerleri (2019), anlamlı işin bireysel, örgütsel ve toplumsal faktörlerin etkileşimiyle şekillendiğini ortaya koymuştur. Öğretmenlerle yapılan çalışmalar da işin anlamlı bulunmasının destekleyici ilişkiler, özerklik, gelişim fırsatları ve adil bir okul iklimiyle yakından bağlantılı olduğunu göstermektedir (Toptaş, 2018).

İslamoğlu ve Çakıcı (2025), örgütsel körlüğün çalışanların işlerini anlamlı deneyimleme süreçlerini nasıl etkilediğini tartışarak örgütün adalet, liyakat, etik ve amaçlarla ilgili sorunlu uygulamalarının görünmez hâle gelmesinin çalışanların işlerinin toplumsal ve ahlaki anlamını zedeleyebileceğini belirtmektedir. Bu açıdan bakıldığında okullarda örgütsel körlük yalnızca hataların ve sorun alanlarının fark edilmemesi değil, aynı zamanda öğretmenlerin mesleki değerleri ile okul uygulamaları arasındaki uyumsuzlukların görmezden gelinmesi anlamına da gelebilir. Bu durum, öğretmenlerin işlerini anlamlı bulma düzeylerini düşürerek motivasyonlarını ve okula bağlılıklarını olumsuz etkileyebilir.

Eğitim örgütlerinde yapılan nicel araştırmalar, örgütsel miyopi, dayanıklılık ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişkileri modelleyerek örgütsel körlüğün daha geniş bir çerçevede ele alınabileceğini göstermektedir. Sezen-Gültekin ve Argon (2020), yükseköğretim bağlamında örgütsel miyopinin dayanıklılık ve sürdürülebilirlik üzerinde doğrudan ve dolaylı etkileri olduğunu saptamıştır. Bu bulgu, miyopi ya da körlük düzeyi yüksek olan ancak dayanıklılık kapasitesi güçlü örgütlerin uzun vadeli sürdürülebilirliklerini bir ölçüde koruyabildiğini hem miyopinin hem de dayanıklılık zayıflığının bir arada olduğu örgütlerin ise daha büyük risk altında

olduğunu göstermektedir. Dinamik çevrelerde miyopiden kaçınmayı örgütsel öğrenme açısından ele alan çalışmalar (Bıyıkbeyi & Tatlı, 2025) da benzer biçimde öğrenme kapasitesi yüksek örgütlerin körlük riskini azaltabildiğini ortaya koymaktadır. Bu bütünsel çerçeve, okullarda örgütsel körlüğü örgütsel öğrenme, psikolojik güvenlik, okul iklimi, öğretmen motivasyonu ve anlamlı iş deneyimi birlikte ele alınarak incelenmesi gereken bir olgu olarak ortaya koymaktadır. Bu çalışma da öğretmen ve okul yöneticilerinin anlatılarından yola çıkarak bu ilişkileri görünür hâle getirmeyi amaçlamaktadır.

Bu araştırmanın temel amacı, öğretmen ve okul yöneticilerinin örgütsel körlük olgusuna ilişkin algılarını ortaya koymaktır. Çalışma, örgütsel körlüğün eğitim kurumlarında nasıl ortaya çıktığını, hangi koşullarla beslendiğini ve okulun gelişim kapasitesini nasıl etkilediğini bütüncül bir çerçevede analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu genel amaç doğrultusunda araştırmada aşağıdaki alt amaçlara yanıt aranmıştır:

- Öğretmen ve yöneticilerin örgütsel körlük kavramına ilişkin görüşlerini belirlemek.
- Okullarda örgütsel körlüğe yol açan temel etkenleri ortaya koymak.
- Örgütsel körlüğün okul kültürü, iletişim ve değişime açıklık üzerindeki etkilerini incelemek.
- Yenilikçi fikirlerin ve eleştirel görüşlerin okul ortamında nasıl karşılandığını değerlendirmek.
- Örgütsel körlüğün öğretmen motivasyonu ve okulun genel işleyişi üzerindeki sonuçlarını belirlemek.
- Örgütsel körlüğü azaltmaya yönelik önerileri katılımcı görüşlerine dayalı olarak geliştirmek.

3. YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli

Araştırmada, nitel araştırma desenlerinden olgubilim yaklaşımı tercih edilmiştir. Olgubilim, bireylerin belirli bir olguyu nasıl algıladıklarını, deneyimlediklerini ve bu deneyimlere nasıl anlam yüklediklerini ortaya koymayı amaçlayan bir yöntemdir (Creswell, 2013; Patton, 2014). Bu doğrultuda çalışmada, örgütsel körlük olgusunun öğretmen ve yöneticilerin öznel deneyimlerine dayalı olarak anlaşılması hedeflenmiş; katılımcıların yaşantıları, algıları ve yorumları araştırmanın temel veri kaynağını oluşturmuştur.

3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, maksimum çeşitlilik örnekleme yöntemiyle seçilen toplam 29 katılımcı oluşturmaktadır. Katılımcıların 18'i öğretmen, 11'i ise okul yöneticisidir. Toplam

grubun 14'ü kadın, 15'i erkektir. Öğretmenlerin 12'si kadın, 6'sı erkek; yöneticilerin ise 2'si kadın, 9'u erkektir. Katılımcıların tamamı lisans veya lisansüstü eğitime sahiptir. Öğretmenler, okul öncesi, ilkokul, ortaokul ve lise kademelerinde görev yapmaktadır. Hizmet süresi incelendiğinde, çoğu katılımcının 11 yıl ve üzerinde mesleki deneyime sahip olduğu görülmektedir. Bu çeşitlilik, örgütsel körlük olgusuna ilişkin farklı deneyim ve bakış açılarının araştırmaya yansımalarına önemli ölçüde katkı sağlamıştır.

3.3. Veri Toplama Aracı

Bu araştırmada veri toplamak amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniği, araştırmacıya belirli bir soru çerçevesi sunarken katılımcıların kendi deneyim ve düşüncelerini ayrıntılı biçimde ifade etmelerine olanak tanıdığı için tercih edilmiştir. Bu özellik, örgütsel körlük gibi çok boyutlu ve katılımcıların öznel değerlendirmelerine dayanan bir olgunun incelenmesinde önemli bir avantaj sağlamıştır. Görüşme formu, örgütsel körlük kavramının literatürde ele alınış biçimleri dikkate alınarak hazırlanmıştır. Formda yer alacak soruları belirlemek için kapsamlı bir alan yazın taraması yapılmış; örgütsel körlükle ilişkili temalar, davranış örüntüleri ve örgütsel süreçler incelenmiştir. Bu doğrultuda tasarlanan soru havuzu, kavramın hem bireysel hem örgütsel düzeydeki yansımalarını ortaya çıkarmaya yönelik olacak şekilde oluşturulmuştur. Hazırlanan form, içerik geçerliğini güçlendirmek amacıyla alan uzmanlarının görüşüne sunulmuştur. Uzmanlar tarafından yapılan değerlendirmeler doğrultusunda forma son hâli verilmeden önce gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Ardından görüşme formu, sınırlı sayıda katılımcıyla pilot uygulama yapılarak test edilmiş; soruların anlaşılabilirliği, yönlendirici olup olmadığı ve beklenen veriyi sağlayıp sağlamadığı değerlendirilmiştir. Pilot uygulama sonucunda elde edilen geri bildirimlerle form daha işlevsel hâle getirilmiştir. Görüşme formunda yer alan sorular açık uçlu olarak hazırlanmış ve katılımcıların kendi ifadeleriyle düşüncelerini, deneyimlerini ve gözlemlerini ayrıntılı biçimde aktarmalarına imkân tanımıştır. Böylece veri toplama sürecinde hem derinlemesine bilgi edinilmiş hem de katılımcıların örgütsel körlük olgusuna ilişkin algılarının doğal bir şekilde ortaya çıkması sağlanmıştır.

3.4. Verilerin Toplanması ve Analizi

Bu araştırmanın verileri, araştırmacı tarafından yürütülen yarı yapılandırılmış bireysel görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Görüşmeler, katılımcıların kendilerini rahat hissedebilecekleri ve uygun gördükleri zaman ile mekânlarda gerçekleştirilmiştir. Her bir görüşme ortalama 30–45 dakika sürmüştür; veri kaybını önlemek ve ifadelerin doğru biçimde kayıt altına alınmasını sağlamak amacıyla tüm görüşmeler ses kaydı ile kaydedilmiştir.

Görüşmelere başlamadan önce katılımcılara araştırmanın amacı açıklanmış, gönüllü katılım onayları alınmış ve gizlilik ilkesi doğrultusunda kişisel bilgilerin üçüncü kişilerle paylaşılmayacağı belirtilmiştir. Böylece veri toplama süreci hem etik hem de güvenli bir zeminde yürütülmüştür. Verilerin analizi sürecinde nitel içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İlk olarak görüşme ses kayıtları eksiksiz biçimde çözülerek yazılı dökümler oluşturulmuştur. Elde edilen metinler birkaç kez okunarak anlamlı ifadeler belirlenmiş ve bu ifadeler üzerinden ilk kodlar oluşturulmuştur. Daha sonra benzer kodlar bir araya getirilerek kategoriler oluşturulmuş; kategoriler ise daha üst düzey soyutlamalarla temalara dönüştürülmüştür. Temaların araştırma sorularıyla uyumlu olmasına dikkat edilmiş ve bulgular bu temalar çerçevesinde sunulmuştur. Analiz sürecinin nesnellliğini artırmak ve araştırmacı yanlılığını azaltmak amacıyla, oluşturulan kod, kategori ve temalar alan uzmanı bir başka araştırmacı tarafından da incelenmiştir. İki araştırmacı arasındaki karşılaştırmalar sonucunda gerekli düzeltmeler yapılarak görüş birliği sağlanmıştır. Bu yöntem, analiz sürecinin güvenilirliğini destekleyen önemli bir adımdır. Araştırmanın geçerlik ve güvenilirliğini güçlendirmek amacıyla çeşitli stratejiler uygulanmıştır. Öncelikle katılımcı görüşlerini doğrudan yansıtan betimsel alıntılar bulgulara dâhil edilerek verilerin özgünlüğü korunmuştur. Kodlama süreci boyunca iç tutarlılık sağlamak için kodlar ve kategoriler düzenli olarak gözden geçirilmiş; farklı temaların birbirine karışmamasına ve verileri doğru temsil etmesine özen gösterilmiştir. Ayrıca, elde edilen bulgular alan yazın ile karşılaştırılarak yorumlanmış; böylece sonuçların mevcut bilgi birikimiyle tutarlı olup olmadığı değerlendirilmiştir. Son olarak, araştırmacı veri toplama ve analiz süreci boyunca kendi rollerini ve olası önyargılarını sürekli olarak gözden geçirmiş, yorum sürecinde kişisel etkisini en aza indirmeye çalışmıştır. Bu yaklaşım araştırmanın hem metodolojik hem de etik açıdan güvenilirliğini güçlendirmiştir.

3.5. Etik Kurallar

Araştırmanın çalışma konusu, yöntem ve veri toplama araçları Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Etik Kurulu tarafından değerlendirilmiş ve araştırmanın etik açıdan uygun olduğuna karar verilmiştir. (Etik Kurul Karar No: 2025/173, Tarih: 24.04.2025). Görüşmelere geçilmeden önce katılımcılara araştırmanın amacı, kapsamı, veri toplama sürecinde yapılacak işlemler, verilerin ne şekilde saklanacağı ve kimlerle paylaşılmayacağı açık bir biçimde açıklanmıştır. Katılımcılara, çalışmaya tamamen gönüllü olarak katıldıkları, diledikleri anda herhangi bir gerekçe göstermeksizin araştırmadan çekilebilecekleri belirtilmiştir. Bu bilgilendirmelerin ardından katılımcılardan hem yazılı hem de sözlü onam alınmıştır. Gizlilik ve mahremiyet ilkeleri doğrultusunda katılımcıların

kimlikleri hiçbir aşamada ifşa edilmemiş, görüşme kayıtları ve yazılı dökümler yalnızca araştırmacı tarafından erişilebilecek şekilde güvenli bir ortamda saklanmıştır. Veriler, üçüncü kişilerle veya kurumlarla paylaşılmamış; yalnızca bu araştırmanın bulgularını ortaya koymak amacıyla kullanılmıştır. Araştırma tamamlandıktan sonra ses kayıtları etik kurallar gereği imha edilmiş, yazılı dökümler ise anonimleştirilmiş biçimde korunmuştur.

4. BULGULAR

Bu araştırmada öğretmen ve yöneticilerin örgütsel körlük kavramına ilişkin algıları ile bu olgunun eğitim kurumlarındaki yansımaları derinlemesine incelenmiştir. Katılımcılardan elde edilen veriler doğrultusunda beş ana tema belirlenmiştir: “*Örgütsel Farkındalık Eksikliği*”, “*Kurumsal Alışkanlıkların Sorgulanmaması*”, “*Yenilikçi Fikirlerle Sınırlı Açıklık*”, “*İletişimde Tutarsızlık*” ve “*Örgütsel Körlüğün Olumsuz Etkileri ve Çözüm Yolları*”. Bulgular, öğretmen ve yöneticilerin örgütsel körlüğü çoğunlukla kurum içinde yaşanan sorunların fark edilmemesi ya da bilerek görmezden gelinmesi biçiminde tanımladığını göstermektedir. Bu körlüğün, zamanla sorgulanmayan alışkanlıkların yerleşmesi, değişime kapalı tutumlar ve yetersiz iletişim ortamlarıyla beslendiği ifade edilmiştir. Ayrıca, yenilikçi fikirlerin ve eleştirilerin dikkate alınma düzeyinin düşüklüğü, iletişimde yaşanan gruplaşma ve çekinme davranışları da bu durumu pekiştirmektedir. Katılımcılar, örgütsel körlüğün öğretmen motivasyonu ve öğrenci başarısı üzerinde olumsuz etkileri olduğunu vurgulamış; bu körlüğü azaltmak için açık iletişim, katılımcı yönetim ve kişisel/mesleki gelişim faaliyetlerinin önemine dikkat çekmiştir. Aşağıda her bir ana temaya ilişkin ayrıntılı bulgulara yer verilmiştir.

4.1. Örgütsel Farkındalık Eksikliği

Katılımcıların örgütsel körlük kavramına ilişkin algıları, eğitim kurumlarında yaşanan yapısal ve yönetsel sorunların görünürlüğü ile doğrudan ilişkilidir. Elde edilen veriler doğrultusunda, bu soruya verilen yanıtlar “*Sorunların Görmezden Gelinmesi*”, “*Alışkanlıkların Normalleşmesi*” ve “*Değişime Direnç ve Yönetim Sorunları*” olmak üzere üç alt tema altında toplanmıştır. Katılımcıların büyük çoğunluğu örgütsel körlüğü, kurum içinde mevcut sorunların ya da aksaklıkların bilerek veya farkında olmadan yok sayılması biçiminde tanımlamıştır. Bu körlüğün, uzun süre aynı kurumda çalışmanın getirdiği farkındalık kaybı ve sorgulanmayan alışkanlıklarla pekiştiği anlaşılmaktadır. Ayrıca, değişime karşı direnç gösteren yapılar ile liyakatten uzak yönetim yaklaşımlarının bu durumu derinleştirdiği katılımcılar tarafından sıkça dile getirilmiştir. Hem öğretmen hem de yöneticilerin ifadeleri, örgütsel körlüğün eğitim kurumlarının gelişim süreçlerinde temel bir engel olarak algılandığını göstermektedir.

Sorunların Görmezden Gelinmesi

Katılımcılar, örgütsel körlüğün en temel göstergelerinden birinin kurum içinde yaşanan sorunların bilinçli ya da bilinçsiz şekilde görmezden gelinmesi olduğunu belirtmiştir. Bu duruma işaret eden birçok katılımcı, fark edilen aksaklıkların bile dile getirilmediğini ve bu durumun zamanla kurumsal norm haline geldiğini ifade etmiştir. Bir öğretmen bu durumu, *“Bilinçli bir şekilde görmezden gelme durumu. Okulun her birim ve kademesinde oluşabilecek bir sorunun kasıtlı olarak görmezden gelinmesi”* (Ö11) sözleriyle ifade ederken; bir yönetici ise benzer biçimde, *“Örgütsel körlük bir örgüt içerisinde yaşanan sorunların görmezden gelinmesi veya okullarda bu durum ortaya çıkan sorunlara çözüm üretme yerine görmezden gelmekle ortaya çıkacağını düşünüyorum”* (Y10) ifadesiyle vurgulamıştır. Bu görüşler, örgütsel körlüğün yalnızca farkındalık değil, aynı zamanda bir suskunluk kültürüyle beslendiğini göstermektedir.

Alışkanlıkların Normalleşmesi

Bir diğer dikkat çekici bulgu, zaman içinde okul ortamında oluşan alışkanlıkların sorgulanmadan devam ettirilmesi ve bu alışkanlıkların eksiklikleri görünmez kılmasıdır. Katılımcılar, özellikle uzun yıllar aynı kurumda görev yapan bireylerin değişime karşı duyarsızlaştığını ve bu nedenle eksiklikleri fark edemediğini belirtmiştir. Bir öğretmen, *“Sürekli aynı ortamda bulunduğu için kişi oradaki eksikleri ve tehlikeleri fark edemeyebilir”* (Ö7) diyerek durumu kişisel deneyimiyle açıklarken; bir yönetici, *“Bir yerde çalışma süresinin artmasıyla birlikte ortaya çıkan, çalışılan kurumun sorunlarını görememe durumudur”* (Y9) diyerek benzer bir gözleme dikkat çekmiştir. Bu bulgu, örgütsel körlüğün sadece yönetsel değil, bireysel düzeyde de oluşabileceğini göstermektedir.

Değişime Direnç ve Yönetim Sorunları

Örgütsel körlüğün kurumsal düzeyde ortaya çıkmasında yönetsel eksikliklerin ve değişime karşı gösterilen dirençlerin önemli bir paya sahip olduğu katılımcılar tarafından sıklıkla dile getirilmiştir. Özellikle yöneticilerin gelişmelere kapalı olması, iletişim eksikliği ve liyakat sorunu, bu körlüğü derinleştiren faktörler olarak görülmektedir. Bir öğretmen, *“Bu durum okullarda nitelikli yönetici eksikliğinden kaynaklanabilir. Klasik yönetim anlayışı benimsenmiş olabilir”* (Ö17) derken, bir yönetici bu durumu, *“Okullarda liyakat sahibi olmayan yöneticilerin görev alması sonucu ortaya çıkar”* (Y11) şeklinde açıklamıştır. Bu görüşler, örgütsel körlüğün sadece bireysel algılarla değil, yapısal ve yönetsel zeminle de şekillendiğini ortaya koymaktadır.

4.2. Kurumsal Alışkanlıkların Sorgulanmaması

Katılımcılara, çalıştıkları okullarda zamanla alışkanlık haline gelmiş ve sorgulanmadan sürdürülen uygulamalar olup olmadığı ve bunların okul kültürüne ile işleyişine etkileri sorulmuştur. Elde edilen veriler, öğretmen ve yöneticilerin büyük çoğunluğunun bu tür alışkanlıkların okul ortamında yaygın olduğunu düşündüğünü göstermektedir. Bu bulgular “Sorgulanmayan Rutinler”, “Görevlerin Adaletsiz Paylaşımı” ve “Yönetsel Müdahale Eksikliği” olmak üzere üç alt tema altında toplanmıştır. Katılımcılar, alışkanlık haline gelen uygulamaların özellikle öğretmenler arası eşitsizlik, yeniliğe kapalı bir atmosfer ve işleyişte verimlilik kaybı yarattığını ifade etmiştir. Ayrıca, yöneticilerin bu alışkanlıkları sorgulamak veya değiştirmek yerine sürdürmeyi tercih etmeleri, kurum kültürünün durağanlaşmasına neden olmaktadır.

Sorgulanmayan Rutinler

Katılımcıların önemli bir bölümü, okul kültüründe zamanla yerleşmiş uygulamaların sorgulanmadan devam ettiğini ve bu durumun yenilikçiliği engellediğini belirtmiştir. Bu tür rutinlerin alışkanlık haline gelmesiyle birlikte öğretmenlerin gelişime yönelik motivasyonunun azaldığı ifade edilmiştir. Bir öğretmen bu durumu, “Zamanla alışkanlık haline gelmiş ve sorgulanmadan sürdürülen uygulamalar okulda yenilikçiliği engelleyip durağan bir kültür oluşturarak işleyişte verimliliği azaltabilir” (Ö9) şeklinde belirtmiştir. Benzer şekilde bir yönetici, “Rutin işlere bağlı olmanın yanı sıra zamanla ortaya çıkan sorunların algılanamamasıdır” (Y7) diyerek, kurumsal reflekslerin zayıfladığını vurgulamıştır. Bu ifadeler, sorgulamayan bir okul kültürünün yeniliklere kapalı ve durağan bir yapı oluşturduğunu göstermektedir.

Görevlerin Adaletsiz Paylaşımı

Bazı katılımcılar, okullarda belirli görevlerin sürekli olarak aynı öğretmenlere verilmesinin zamanla yıpratıcı bir hal aldığını ve bu durumun kurumsal bağlılığı zayıflattığını ifade etmiştir. Bu tür tekrarlayan görev dağılımı, bireysel tükenmişliği artırmakta ve okul kültüründe eşitsizlik algısı yaratmaktadır. Bir öğretmen şöyle demektedir: “Bazı görevler bazı öğretmenlerin asli görevi haline gelmiş durumda... zamanla alışkanlıklar kimileri için yıpratıcı oluyor” (Ö17). Benzer biçimde bir yönetici de, “Uzun süre çalışma, huzursuz çalışma ortamı ve motivasyonu düşürebilecek diğer etkenler bu soruna sebep olabilir” (Y6) ifadesiyle uygulamaların adaletsizlik hissi doğurduğuna işaret etmektedir. Bu bulgular, alışkanlık haline gelen sorumlulukların kurumsal dayanışmayı zayıflatabileceğini ortaya koymaktadır.

Yönetsel Müdahale Eksikliği

Katılımcıların bazıları, okulda süregelen işleyiş sorunlarının temelinde yöneticilerin bu alışkanlıkları değiştirme konusundaki isteksizliği olduğunu vurgulamıştır. Özellikle yerleşmiş düzenin sorgulanmaması, yönetimin değişime kapalı bir tutum takındığını düşündürmektedir. Bir öğretmen bu konuda, “*Mevcut düzenin devamı açısından yöneticiler bu durumdan rahatsız değiller çünkü bildikleri yoldan ilerlemek istiyorlar*” (Ö15) görüşünü dile getirirken; bir yönetici de, “*Yöneticiler olumsuz da olsa bazı alışkanlıkları olduğu gibi bırakıyor*” (Y11) diyerek bu tutumu doğrulamaktadır. Bu bulgu, yönetimin yenilikçi müdahalelerde bulunmaması hâlinde alışkanlıkların zamanla okul kültürünün parçası haline geldiğini göstermektedir.

4.3. Yenilikçi Fikirlerle Sınırlı Açıklık

Katılımcılara, okul ortamında yenilikçi fikirlerin, farklı bakış açılarının ve eleştirilerin ne dereceye kadar dikkate alındığı ve bu tür yaklaşımların nasıl karşılandığı sorulmuştur. Bu soruya verilen yanıtlar, okul kültüründe fikirlerin değerlendirilme biçiminin çoğunlukla kişiye ve mevcut düzenin korunmasına bağlı olarak şekillendiğini ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular “*Fikirden Çok Kişiyeye Odaklanma*”, “*Düzeni Bozmama Eğilimi*” ve “*Eleştirinin Kişiselleştirilmesi*” olmak üzere üç alt tema altında toplanmıştır. Katılımcılar, fikirlerin değer görmesinde içeriğinden çok, bu fikirleri sunan kişilerin kimliklerinin belirleyici olduğunu ifade etmiştir. Yeniliklerin uygulanması konusunda ise mevcut düzeni bozacağı endişesiyle çoğunlukla temkinli davranıldığı ve eleştirilerin yapıcı olsa bile kişisel saldırı olarak algılandığı yönünde güçlü bir görüş birliği vardır.

Fikirden Çok Kişiyeye Odaklanma

Katılımcıların bir bölümü, okul ortamında sunulan fikirlerin içeriğinden çok, bu fikirleri dile getiren kişinin kimliğine göre değerlendirildiğini belirtmiştir. Bu durum, fikirlerin nesnel şekilde değerlendirilmesini engellemekte ve fırsat eşitliğini zedelemektedir. Bir öğretmen, “*Fazla dikkate alınmıyor, fikirden çok fikri kimin getirdiğine bakılıyor*” (Ö2) diyerek bu durumu açıkça ifade ederken; bir yönetici, “*Yeterli seviyedeyseniz dikkate alınıp karşılanıyor*” (Y6) diyerek değerlendirme kriterlerinin kişiye göre değişebileceğini ima etmektedir. Bu bulgu, okul içi karar alma süreçlerinde adalet ve liyakat tartışmalarını gündeme getirmektedir.

Düzeni Bozmama Eğilimi

Katılımcılar, okul yönetimlerinin ve öğretmenlerin çoğunlukla mevcut düzeni koruma eğiliminde olduğunu ve yeniliklerin bu düzeni bozma riskine karşı temkinli yaklaşıldığını belirtmiştir. Bu durum, yeni fikirlerin yalnızca dinlenmekle sınırlı kalmasına neden olmaktadır. Bir öğretmen, “*Yenilik alışılmış düzeni bozar düşüncesi ile harekete geçmek güç olabiliyor*”

(Ö11) ifadesiyle bu yapının pasifliğini ortaya koyarken; bir yönetici de, “*Değerlendiriyoruz ama uygulamada sıkıntı yaşıyoruz*” (Y2) diyerek önerilerin pratikte sınırlı karşılık bulduğunu belirtmiştir. Bu bulgu, kurumsal yenilik süreçlerinin düşünsel düzeyde kalabildiğini göstermektedir.

Eleştirinin Kişiselleştirilmesi

Katılımcıların bazıları, okul ortamında yapılan eleştirilerin içerikten çok kişisel algılandığını ve bunun da eleştirel düşüncenin önünde bir engel oluşturduğunu ifade etmiştir. Bu durum, fikir üretme cesaretini kırmakta ve sessizliği teşvik etmektedir. Bir öğretmen, “*Eleştiriler genellikle sırf muhalif olmak ya da dikkat çekmek adına yapıldığı gibi saçma bir kanı hâkim*” (Ö16) diyerek ortamda güvensizlik olduğunu dile getirmiştir. Benzer şekilde bir yönetici, “*Genelde olumlu karşılandı ama hepsi uygulamaya geçmiyor*” (Y11) diyerek yapıcı eleştirilerin bile sonuçsuz kaldığını belirtmiştir. Bu bulgular, eleştirel iletişim ortamının kişisel çatışmalardan etkilenebileceğini göstermektedir.

4.4. İletişimde Tutarsızlık

Katılımcılara, yönetici-öğretmen ve öğretmen-öğretmen ilişkilerinde açık iletişim ve geri bildirim kültürünün ne düzeyde olduğu, ayrıca sorgulayıcı ve eleştirel bir iletişim ortamının sağlanıp sağlanmadığı sorulmuştur. Veriler, bazı okullarda açık ve destekleyici bir iletişim kültürünün bulunduğunu ortaya koyarken, diğer okullarda iletişimin yüzeysel kaldığı veya gruplaşmalar nedeniyle bastırıldığı görülmüştür. Katılımcı görüşleri “*Açık ve İşlevsel İletişim*”, “*Sınırlı Geri Bildirim*” ve “*Gruplaşma ve Çekingenlik*” olmak üzere üç alt tema altında toplanmıştır.

Açık ve İşlevsel İletişim

Bazı katılımcılar, görev yaptıkları okullarda açık iletişimin sağlandığını ve öğretmenlerin fikirlerini rahatlıkla ifade edebildiğini belirtmiştir. Bu tür kurumlarda karşılıklı saygıya dayalı bir ortam olduğu ve öğretmenlerin yöneticilerden yapıcı geri bildirimler alabildiği görülmektedir. Bir öğretmen bu durumu, “*İsteklerimizi yöneticimize söyleyebiliyoruz. Çoğunlukla olumlu, yardımcı olmaya dönük geri dönütler alıyoruz*” (Ö1) sözleriyle ifade ederken; bir yönetici de, “*Her konu dikkate alınıyor*” (Y3) diyerek okulda fikirlerin değerlendirildiğini belirtmiştir. Bu bulgu, bazı eğitim kurumlarında etkili bir iletişim kültürünün yerleştiğini göstermektedir.

Sınırlı Geri Bildirim

Katılımcıların bir kısmı ise okul içi iletişimin yüzeysel kaldığını ve alınan geri bildirimlerin çoğunlukla yapısal bir dönüşüm yaratmadığını ifade etmiştir. Bu durum, paylaşılan görüşlerin

dikkate alınsa bile uygulamaya dönüşmemesiyle ilişkilendirilmiştir. Bir öğretmen bu konuda, “*Geri bildirim konusunda çoğunlukla olumlu gelişmeler olmuyor*” (Ö15) diyerek bu işlevsizlik durumuna dikkat çekerken; bir yönetici, “*Değerlendiriyoruz ama uygulamada sıkıntı yaşıyoruz*” (Y2) sözleriyle benzer bir sınırlılığı ifade etmiştir. Bu bulgu, geri bildirimin sadece sembolik düzeyde kaldığı durumlarda iletişimin verimliliğini kaybettiğini ortaya koymaktadır.

Gruplaşma ve Çekingenlik

Bazı katılımcılar, okullarda gruplaşma, taraflı davranışlar ve kişisel ilişkilerin iletişim süreçlerine olumsuz yansıdığını belirtmiştir. Bu durum, öğretmenlerin fikirlerini özgürce ifade etmekten kaçınmasına ve geri bildirimde bulunmaktan çekinmesine neden olmaktadır. Bir öğretmen, “*Yöneticilerde taraflı davranabiliyor. Geri bildirimde bulunamıyorsunuz çünkü karşınızda muhatap yok*” (Ö3) şeklinde eleştiride bulunurken; bir yönetici, “*Bazı gruplaşmalar dışında genel olarak iletişim iyi düzeyde*” (Y8) diyerek bu sorunların varlığını örtük biçimde kabul etmiştir. Bu bulgu, güçlü bir iletişim kültürünün yalnızca kurumsal yapıdan değil, kişiler arası dengelerden de etkilendiğini göstermektedir.

4.5. Örgütsel Körlüğün Olumsuz Etkileri ve Çözüm Yolları

Katılımcılara, örgütsel körlüğün okulun gelişimi, çalışan motivasyonu ve öğrenci başarısı üzerindeki etkileri ile bu körlüğün nasıl azaltılabileceği sorulmuştur. Alınan yanıtlar, örgütsel körlüğün çok yönlü olumsuz sonuçlar doğurduğuna ve özellikle motivasyon kaybı ile yenilikten uzak bir okul ortamı yarattığına işaret etmektedir. Bu soruya ilişkin veriler “*Motivasyon ve Başarıda Gerileme*”, “*Açık İletişim ve Katılımın Artırılması*” ve “*Hizmet İçi Eğitim ve Kendini Geliştirme*” olmak üzere üç alt tema altında toplanmıştır.

Motivasyon ve Başarıda Gerileme

Katılımcılar, örgütsel körlüğün öğretmenlerin motivasyonunu düşürdüğünü, bu durumun da öğrencilerin başarısını olumsuz etkilediğini ifade etmiştir. Sorunların fark edilmemesi veya çözülmemesi, öğretmenlerde aidiyet kaybına ve iş doyumunun azalmasına yol açmaktadır. Bir öğretmen, “*Motivasyonu düşük olan öğretmen, öğrencilerine karşı da verimli olamaz*” (Ö15) diyerek bu ilişkiyi net biçimde ortaya koymuştur. Benzer şekilde bir yönetici, “*Öğretmenlerin motivasyonu ve heyecanları düşer. Haliyle bu öğrencilere yansır*” (Y10) ifadesiyle körlüğün öğrenci başarısına olan etkisine dikkat çekmiştir. Bu bulgular, örgütsel körlüğün sadece yapısal değil, duygusal ve pedagojik boyutları da olan bir sorun olduğunu göstermektedir.

Açık İletişim ve Katılımın Artırılması

Katılımcıların çoğunluğu, örgütsel körlüğün azaltılması için okulda açık iletişim ortamının teşvik edilmesi gerektiğini ve öğretmenlerin sürece daha fazla dâhil edilmesi gerektiğini

belirtmiştir. Bu katılımcıların görüşleri, karar alma süreçlerinde şeffaflık ve katılımın artırılmasının farkındalığı geliştireceği yönündedir. Bir öğretmen, “*Kurumda açık iletişim kültürü oluşturmak ve bunu desteklemek gerekir*” (Ö17) derken; bir yönetici, “*İletişim kanalları açık tutulmalı*” (Y5) sözleriyle benzer bir yaklaşım sergilemiştir. Bu bulgu, örgütsel körlüğü önlemek için yapıcı ve kapsayıcı iletişim stratejilerinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Hizmet İçi Eğitim ve Kendini Geliştirme

Katılımcılar hem öğretmenlerin hem de yöneticilerin kişisel ve mesleki gelişimlerine yönelik sürekli eğitim faaliyetlerine katılmalarının örgütsel körlüğü azaltmada etkili olacağını vurgulamıştır. Eğitim, seminer, iyi örnek paylaşımı gibi uygulamalar sayesinde kurumsal farkındalığın ve değişime açıklığın artırılacağı belirtilmiştir. Bir öğretmen, “*Seminer yapılmalı. Bu durumlar sık sık hatırlatılmalı*” (Ö4) diyerek bu ihtiyacı ortaya koyarken; bir yönetici, “*Yöneticiler hizmet içi eğitim faaliyetlerine katılmalı, iyi örnekleri incelemeli*” (Y4) diyerek hem gelişimi hem uygulama transferini vurgulamıştır. Bu bulgu, örgütsel körlükle başa çıkmada profesyonel öğrenmenin rolüne dikkat çekmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada öğretmen ve okul yöneticilerinin örgütsel körlük olgusuna ilişkin görüşleri incelenmiştir. Bulgular, okullarda bazı sorunların zaman içinde fark edilmediğini ya da öneminin azaldığını göstermektedir. Özellikle uzun süre aynı kurumda çalışmanın, bazı aksaklıkların olağan kabul edilmesine yol açtığı anlaşılmaktadır. Ayrıca, yerleşen alışkanlıkların çoğu zaman sorgulanmadığı ve bu durumun yeniliklere mesafeli bir okul ortamı oluşturduğu görülmüştür. Görev dağılımındaki tekrar eden uygulamalar ve belirli işlerin sürekli aynı kişilere verilmesi de öğretmenlerde adalet algısını etkileyen bir bulgu olarak ortaya çıkmıştır.

Araştırma bulguları, yenilikçi fikirlerin ve eleştirel görüşlerin her zaman yeterince dikkate alınmadığını göstermektedir. Bazı katılımcılar fikirlerin içeriklerine değil, bu fikirleri sunan kişilere göre değerlendirildiğini belirtmiştir. Eleştirilerin zaman zaman kişisel algılanması da öğretmenlerin görüş bildirme konusunda çekingen davranmasına yol açabilmektedir. Bunun yanında, iletişim süreçlerinin bazı okullarda açık ve işlevsel olmadığı; geri bildirimlerin sınırlı kaldığı ve gruplaşmaların iletişimi zorlaştırdığı ifade edilmiştir. Bu durum öğretmenlerin kendilerini ifade etme konusunda daha temkinli davranmalarına neden olabilmektedir. Örgütsel körlüğün öğretmen motivasyonunu olumsuz etkilediği ve bu etkinin sınıf içi uygulamalara yansıtılabileceği de bulgular arasında yer almaktadır. Sorunların zamanında ele alınmaması ya

da çözüme ulaşmaması, öğretmenlerde mesleki istekliliğin azalmasına neden olabilmektedir. Bu bulgular doğrultusunda aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir.

Okullarda iletişim ortamının daha açık hâle getirilmesi yararlı olabilir. Öğretmen ve yöneticilerin görüşlerini rahatça ifade edebildiği, eleştirilerin kişisel değil içerik temelli değerlendirildiği bir ortam, sorunların daha erken fark edilmesine katkı sağlayabilir. Rutin hâline gelmiş uygulamaların belirli aralıklarla gözden geçirilmesi de yararlı olacaktır. Bu sayede hem gereksiz tekrarlar azaltılabilir hem de okul işleyişi daha verimli hâle gelebilir. Görev dağılımının daha dengeli yapılması, öğretmenler arasındaki iş yükü algısını olumlu yönde etkileyebilir ve adalet duygusunu güçlendirebilir.

Yenilikçi fikirlerin değerlendirilmesinde daha nesnel bir yaklaşım benimsenmesi önerilebilir. Fikirlerin kimden geldiğine değil, uygulanabilirliğine odaklanmak, okulun gelişim sürecine olumlu katkı sağlayabilir. Ayrıca, gruplaşmaların iletişimi zorlaştırdığı durumlarda, ortak etkinlikler ve ekip çalışmaları iletişimi güçlendirebilir. Bu tür uygulamalar öğretmenler arasında birlik duygusunu artırabilir. Son olarak, öğretmen ve yöneticilerin düzenli mesleki gelişim etkinliklerine katılması hem farkındalık düzeyini artırabilir hem de okul içindeki bakış açılarının çeşitlenmesine katkı sağlayabilir. Bu tür etkinlikler, örgütsel körlük riskinin azalmasına yardımcı olabilecek destekleyici bir ortam oluşturabilir.

KAYNAKLAR

- Argyris, C. (1991). Teaching smart people how to learn. *Harvard Business Review*, 69(3), 99–109.
- Argyris, C., & Schön, D. A. (1978). *Organizational learning: A theory of action perspective*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Aytaç, S., Bülbül, S., & İşıaık, S. (2022). Measurement of perceived psychological safety: Integration, review and evidences for the scale in the context of Türkiye. *Journal of Economy Culture and Society*, 65, 15–28. <https://doi.org/10.26650/JECS2021-974757>
- Bıyıkbeyi, T., & Tatlı, H. S. (2025). Escaping organizational myopia in dynamic environments: An examination from the perspective of organizational learning. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Yönetim Bilimleri Dergisi*, 23(55), 588–611.
- Catino, M. (2013). *Organizational myopia: Problems of rationality and foresight in organizations*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Çakıcı, A. (2010). *Örgütlerde işgören sessizliği: Neden sessiz kalmayı tercih ediyoruz?* Ankara: Detay Yayıncılık.
- Frazier, M. L., Fainshmidt, S., Klinger, R. L., Pezeshkan, A., & Vacheva, V. (2017). Psychological safety: A meta-analytic review and extension. *Personnel Psychology*, 70(1), 113–165.
- İslamoğlu, G., & Çakıcı, A. (2025). *Örgütsel körlük ve işin anlamlılığı: Kavramlar, kuramlar, modeller*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Kools, M., & Stoll, L. (2016). *What makes a school a learning organisation?* (OECD Education Working Papers, No. 137). Paris: OECD Publishing.
- Lysova, E. I., Allan, B. A., Dik, B. J., Duffy, R. D., & Steger, M. F. (2019). Fostering meaningful work in organizations: A multi-level review and integration. *Journal of Vocational Behavior*, 110(Part B), 374–389.

- Morrison, E. W., & Milliken, F. J. (2000). Organizational silence: A barrier to change and development in a pluralistic world. *Academy of Management Review*, 25(4), 706–725.
- Park, J. H. (2008). Validation of Senge's learning organization model with teachers of vocational high schools at the Seoul megalopolis. *Asia Pacific Education Review*, 9(3), 270–284.
- Patton, M. Q. (2014). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Pinkas, G. (2022). The relationship between perception of school climate and teacher motivation. *DHS – Društvene i humanističke studije*, 20(20), 209–228.
- Rosso, B. D., Dekas, K. H., & Wrzesniewski, A. (2010). On the meaning of work: A theoretical integration and review. *Research in Organizational Behavior*, 30, 91–127.
- Schreyögg, G., & Sydow, J. (2011). Organizational path dependence: A process view. *Organization Studies*, 32(3), 321–335.
- Senge, P. M. (1990). *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization*. New York, NY: Doubleday/Currency.
- Seymen, O. A., Kılıç, T., & Kinter, O. (2016). Örgütsel körlüğün (örgüt miyopisi) ayrıntılı kavramsal analizi ve ölçümü: Geliştirilen bir ölçek yardımıyla değerlendirme. *Eurasian Academy of Sciences Social Sciences Journal*, 1(S1), 212–222.
- Sezen-Gültekin, G., & Argon, T. (2020). The relationship among organizational myopia, organizational resilience and organizational sustainability at a higher education institution in Turkey: A structural equation modelling. *International Online Journal of Education and Teaching*, 7(4), 1470–1491.
- Steger, M. F., & Dik, B. J. (2010). Work as meaning: Individual and organizational benefits of engaging in meaningful work. In P. A. Linley, S. Harrington, & N. Garcea (Eds.), *The Oxford handbook of positive psychology and work* (pp. 131–142). New York, NY: Oxford University Press.
- Thapa, A., Cohen, J., Guffey, S., & Higgins-D'Alessandro, A. (2013). A review of school climate research. *Review of Educational Research*, 83(3), 357–385.
- Toptaş, B. (2018). Öğretmenlerin işlerini anlamlı bulma düzeyleri ve işlerini anlamlı bulmalarını etkileyen etmenler. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 521–542.
- Yetiş, E. (2025). The relationship between motivation to teach, school climate, and attitude toward teaching profession. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 12(1), 123–133.

OKULLARDA DALKAVUKLUK DAVRANIŞI: ÇOK BOYUTLU BİR NİTEL ANALİZ

Okul Müdürü, Cemil KESEPARA

Yenipazar Neighborhood, 9 Mart Street, 9 Mart Primary School, No: 152, 53200, Çayeli, Rize

ORCID ID: 0009-0005-1402-2993

Doç. Dr. Gökhan KAHVECİ

Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Education, Department of Educational Sciences, 53200, Çayeli, Rize

ORCID ID: 0000-0001-6753-3395

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, okul ortamında görülen dalkavukluk davranışına ilişkin öğretmen ve yöneticilerin algılarını ortaya koymak ve bu olgunun nedenlerini, yöneldiği kişileri, okul iklimi üzerindeki etkilerini ve önlenmesine yönelik önerileri bütüncül bir bakış açısıyla incelemektir. Çalışma, nitel araştırma yaklaşımına dayalı olup olgubilim deseniyle yürütülmüştür. Araştırmanın çalışma grubunu, Rize ili Çayeli ilçesindeki devlet okullarında görev yapan 14 öğretmen ve 10 yöneticiden oluşan toplam 24 katılımcı oluşturmaktadır. Veriler, yarı yapılandırılmış görüşme formları aracılığıyla toplanmış ve tematik analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Araştırma bulguları, öğretmen ve yöneticilerin dalkavukluğu genel olarak samimiyetsiz, çıkar odaklı, aşırı uyumluluk içeren bir davranış olarak değerlendirdiğini göstermektedir. Katılımcılar, dalkavukluğun özellikle yöneticilere ve bazı durumlarda aynı statüdeki öğretmenlere yöneldiğini, kişisel avantaj sağlama, görünürlük artırma, görev veya statü beklentisi gibi motivasyonlarla ortaya çıktığını ifade etmiştir. Davranışın nedenleri arasında özgüven eksikliği, kabul görme isteği, kişisel yetersizlikleri gizleme çabası gibi bireysel etkenlerin yanı sıra okulda algılanan adaletsizlik, kayırmacılık ve hiyerarşik güç ilişkileri gibi kurumsal faktörlerin belirleyici olduğu görülmüştür. Bulgular, dalkavukluğun okul içi güveni zayıflattığını, çalışanlar arasında gruplaşma ve iletişim sorunlarına yol açtığını, motivasyon ve iş birliği düzeylerini düşürdüğünü ortaya koymaktadır. Ayrıca bu davranışın öğrencilerin adalet algısını olumsuz etkilediği ve sınıf ortamında huzursuzluğa neden olabildiği belirlenmiştir. Katılımcılar, dalkavukluğun önlenmesinde şeffaf, adil ve liyakate dayalı yönetim anlayışının; açık iletişim, etik liderlik ve çalışanlar arası eşitlik ilkesinin önemini vurgulamıştır. Bu sonuçlar, dalkavukluğun yalnızca bireysel değil, kurumsal boyutları olan çok yönlü bir davranış biçimi olduğunu göstermekte; güçlü bir etik kültür ve adalet temelli uygulamaların okul ortamında bu tür davranışları azaltabileceğine işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: Dalkavukluk, örgütsel davranış, öğretmen algıları, yönetici algıları, nitel araştırma

SYCOPHANTIC BEHAVIOR IN SCHOOLS: A MULTIDIMENSIONAL QUALITATIVE ANALYSIS

ABSTRACT

The aim of this study is to reveal teachers' and administrators' perceptions of sycophantic behavior observed in school settings and to examine, from a holistic perspective, the reasons behind this phenomenon, the individuals it targets, its effects on the school climate, and suggestions for its prevention. The study is based on a qualitative research approach and was conducted using a phenomenological design. The study group consists of 24 participants, including 14 teachers and 10 administrators working in public schools in the Çayeli district of Rize. Data were collected through semi-structured interview forms and analyzed using thematic analysis. The findings indicate that both teachers and administrators generally evaluate sycophancy as an insincere, interest-oriented behavior characterized by excessive compliance. Participants reported that sycophantic behavior is primarily directed toward administrators and, in some cases, toward colleagues of the same status, emerging with motivations such as gaining personal advantage, increasing visibility, and seeking position or status. The results show that, in addition to individual factors such as lack of self-confidence, the desire for acceptance, and attempts to conceal personal inadequacies, institutional factors—including perceived injustice, favoritism, and hierarchical power relations within the school—play a determining role in the emergence of such behavior. The findings further reveal that sycophancy weakens trust within the school, leads to group formations and communication problems among staff, and decreases motivation and collaboration. Moreover, this behavior negatively affects students' sense of fairness and can create discomfort within the classroom environment. Participants emphasized the importance of transparent, fair, and merit-based administrative practices; open communication; ethical leadership; and the principle of equality among staff in preventing sycophantic behavior. Overall, the results show that sycophancy is a multidimensional behavior with both individual and institutional dimensions, and that a strong ethical culture and justice-based practices may reduce such behaviors in school environments.

Keywords: Sycophancy, organizational behavior, teacher perceptions, administrator perceptions, qualitative research

1. GİRİŞ

Okullar, yalnızca bilgi aktarılan kurumlar değil; aynı zamanda güç ilişkilerinin, statü farklılıklarının ve çeşitli sosyal stratejilerin iç içe geçtiği karmaşık örgütlerdir. Eğitim ortamında öğretmenler, yöneticiler, öğrenciler ve veliler arasındaki ilişkiler; resmi görev

tanımlarının ötesinde, algılanan statü, güç ve itibar üzerinden de şekillenmektedir (Kızılçelik ve diğerleri, 1996; Özdemir, 2006). Okul yöneticilerinin gücü kullanma biçimleri, örgüt kültürü ve çalışanların motivasyonu üzerinde belirleyici olmakta; otoriteyle kurulan ilişki tarzı hem öğretmenlerin mesleki doyumunu hem de okulun etik iklimini doğrudan etkilemektedir (Aslanargun, 2009; Koşar ve Çalık, 2011; Sönmez ve Doğan, 2022). Bu bağlamda güç karşısında sergilenen uyum, itaat, övgü ve onaylama davranışlarının sınırı her zaman net çizilememekte; kimi zaman saygı ve nezaket, kimi zaman ise çıkar amaçlı “dalkavukluk” davranışları ile iç içe geçebilmektedir.

Türk Dil Kurumu, dalkavukluğu “çıkarcı olmak için güçlü kişilere aşırı ölçüde yaranmaya çalışan kimse” anlamıyla tanımlamakta; tarihsel süreçte saray çevresinde ve siyasal yapılarda görülen bu tutumun, günümüzde örgüt yaşamında da farklı biçimlerde sürdüğüne dikkat çekmektedir (TDK, 2024). Okutan’a (2005) göre dalkavukluk, bireyin kendi yararı için gerçekte katılmadığı düşünceleri onaylaması, aşırı övgüde bulunması ve otoriteyle arasındaki mesafeyi samimiyetsiz bir yakınlık üzerinden kapatmaya çalışmasıdır. Gül (2006), bu davranışları yaranma davranışının bir boyutu olarak ele almakta; bireyin özellikle yatay ve dikey hiyerarşide, güç sahibi kişilere “yağcılık” yaparak kendi konumunu korumaya veya güçlendirmeye çalıştığını belirtmektedir. Medya yazılarında da “yalaka türleri” ya da “yalakalık neden yapılır” gibi başlıklarla bu davranışın günlük yaşamda sıkça tartışıldığı, toplumsal olarak da rahatsızlık uyandıran bir olgu olduğuna değinilmektedir (Akbulut, 2018; Aşık, 2011).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, dalkavukluk davranışının örgütlerde giderek daha fazla araştırıldığını göstermektedir. Akçadağ (2017), örgütsel dalkavukluğu hafif, orta ve üst düzey olmak üzere üç düzeyde ele almakta ve bu davranışın asttan üste, üstten asta ya da aynı statüdeki bireyler arasında farklı yönlerde ortaya çıkabildiğini vurgulamaktadır. Gülcemal (2020) ise dalkavukluğun akademik ve toplumsal boyutlarını inceleyerek, bu tür davranışların güç ilişkileri, etik değerler ve toplumsal adalet algısıyla yakından ilişkili olduğuna işaret etmektedir. Eğitim kurumları özelinde yürütülen araştırmalar, okullarda dalkavukluğun özellikle yöneticilere ve çalışma arkadaşlarına yönelik iki temel boyutta ortaya çıktığını; bu davranışların kişisel çıkar beklentisi, kayırmacılık algısı ve statü arayışı ile ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Kıral, 2017; Konay, 2019; Ayal, 2022; Kıral ve Dilmaç, 2021; Konay ve Kıral, 2023).

Öte yandan, sosyal psikoloji ve ahlaki kimlik çalışmalarında, bireylerin statü ve kabul görme ihtiyacının, zaman zaman etik olmayan stratejilere başvurmayı kolaylaştırdığı belirtilmektedir. Anderson, Kraus ve Galinsky (2012), sosyal statü algısının bireyin öznel iyi oluşu üzerinde

önemli etkileri olduğunu; statü kaybı korkusunun davranışları şekillendirebildiğini vurgulamaktadır. Aquino ve Reed (2002) ise moral kimliğin önemini ele alarak, ahlaki değerleri benliğinin merkezine yerleştiren bireylerin çıkar odaklı ve samimiysiz davranışlardan uzak durma eğiliminde olduğunu ortaya koymaktadır. Davranışsal etik alanındaki çalışmalar da örgütlerdeki etik dışı davranışların yalnızca bireysel zaaflarla değil, aynı zamanda örgüt iklimi, ödüllendirme sistemleri ve güç ilişkileriyle bağlantılı olduğunu göstermektedir (Treviño, Weaver ve Reynolds, 2006). Bu çerçevede dalkavukluk hem bireysel ihtiyaçlar hem de örgütsel yapı tarafından beslenen karmaşık bir sosyal strateji olarak değerlendirilebilir.

Okullar, çocuk ve gençlerin değerler, adalet, saygı ve sorumluluk gibi kavramları deneyimlediği temel kurumlardır. Bu nedenle okul ortamında sergilenen etik dışı veya samimiysiz davranışlar, yalnızca çalışanlar arasındaki ilişkileri değil, öğrencilerin adalet ve güven algısını da etkilemektedir (Hyde, 2005; Pianta, 1999; Ryan ve Deci, 2000; Liman, 2021). Eğitimde toplumsal tabakalaşma ve ayrıcalık ilişkilerine dikkat çeken çalışmalar, okullarda görülen eşitsizliklerin, güç ve statü farklılıkları üzerinden yeniden üretilebildiğini vurgulamakta; bu durumun informal ilişkiler ve kayırmacılıkla iç içe geçebileceğini belirtmektedir (Bayındır ve Kara, 2022; Tomul, 2009). Bu bağlamda dalkavukluk, yalnızca bireyler arası bir tutum değil, aynı zamanda okulun örgütsel adalet algısını zedeleyen, liyakat ilkesini aşındıran ve kurum kültürünü olumsuz etkileyen bir sorun olarak ele alınmalıdır (Oruç ve Acat, 2016; Özdemir, 2006; Üstün, 2013).

Türkiye’de okul ortamında dalkavukluk davranışına ilişkin çalışmaların sayısı son yıllarda artmış olsa da bu çalışmaların çoğu belirli boyutlara odaklanmakta ve sınırlı örneklemeler üzerinden yürütülmektedir (Kıral, 2017; Konay, 2019; Ayal, 2022; Kıral ve Dilmaç, 2021). Özellikle öğretmen ve yöneticilerin aynı okul ortamını paylaşan iki ana aktör olarak deneyimlerinin birlikte ele alındığı nitel çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Oysa öğretmenlerin sınıf içi ve mesleki paylaşımlar, yöneticilerin ise karar süreçleri, ödüllendirme ve görev dağılımı gibi alanlarda yaşadıkları deneyimler, dalkavukluğun hem bireysel hem kurumsal düzeyde etkilerini anlamak için önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Bu araştırma, bu boşluğu gidermek amacıyla okul ortamında dalkavukluk olgusunu öğretmen ve yöneticilerin ortak bakış açısından derinlemesine incelemeyi; davranışın nasıl tanımlandığını, hangi nedenlerle ortaya çıktığını, kimlere yöneldiğini, okul iklimi ve ilişkiler üzerindeki etkilerini, bu davranışa karşı geliştirilen tutum ve tepkileri ile önleyici stratejileri ortaya koymayı amaçlamaktadır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Dalkavukluk kavramının anlaşılabilmesi için öncelikle bu davranışın tarihsel ve dilsel kökenlerine bakmak gerekir. Güncel Türkçe Sözlük'te “dalkavuk”, “çıkar sağlamak için güçlü kimselere aşırı ölçüde yaranan kimse” şeklinde tanımlanmakta; bu tanımda hem çıkar odaklılık hem de güce yönelme vurgusu öne çıkmaktadır (TDK, 2024). Okutan (2005), dalkavukluğu bireyin kendi menfaati için gerçekte katılmadığı fikirleri onaylaması, abartılı övgülerde bulunması ve otorite figürlerinin hoşuna gidecek davranışlar sergilemesi olarak açıklamaktadır. Medyada yer alan yazılarda da, bu davranışlar “yalakalık” veya “yağcılık” kavramlarıyla ilişkilendirilmekte; farklı meslek alanlarında güç sahiplerine “sevimli görünmek” için her türlü oyunun devreye sokulduğu vurgulanmaktadır (Akbulut, 2018; Aşık, 2011; Özçelik Sözer, 2017). Bu çerçevede dalkavukluk, duygusal olarak sıcak ve destekleyici görünen, fakat özünde samimiyetsiz ve hesaplı bir ilişki biçimi olarak değerlendirilebilir.

Örgütsel düzeyde yapılan çalışmalar, dalkavukluğun yapı ve işleyiş açısından farklı boyutlarda incelenebileceğini göstermektedir. Akçadağ (2017), örgütlerde sergilenen dalkavukluk davranışlarını hafif, orta ve üst düzey olmak üzere üç düzeyde ele almakta; hafif düzeydeki davranışların daha çok nezaket sınırlarına yakın, orta ve üst düzeydeki davranışların ise açık çıkar ilişkileri ve yoğun övgü biçiminde ortaya çıktığını belirtmektedir. Aynı çalışmada, dalkavukluğun asttan-asta, asttan-üste, üstten-üste ve üstten-asta olmak üzere farklı ilişki yönlerinde görülebildiği; dolayısıyla bu davranışın yalnızca yöneticiye yönelen bir tutum olmadığı vurgulanmaktadır. Gülcemal (2020) ise akademik çevrelerdeki dalkavukluk davranışlarını inceleyerek, bu tutumların bilimsel üretim süreçlerinde liyakatten çok ilişkilerin belirleyici olmasına yol açabileceğini ve toplumsal adalet algısını olumsuz etkilediğini ileri sürmektedir. Gül (2006), yaranma davranışının bir boyutu olarak ele aldığı dalkavukluğun, bireyin özellikle yatay hiyerarşide kendi arkadaşları ve üstleriyle ilişkilerinde görünür olduğunu; bu davranışların uzun vadede örgütsel güveni zayıflattığını belirtmektedir.

Eğitim kurumları özelinde yapılan araştırmalar, dalkavukluğun çeşitli boyutlara ayrılarak incelenebileceğini göstermektedir. Kırıl (2017), okullarda dalkavukluğu “iş arkadaşı merkezli” ve “yönetici merkezli” olmak üzere iki boyutta ele almakta; çalışanların hem birbirlerine hem de yöneticilere yönelik çıkar odaklı övgü ve uyum davranışları sergilediğini ortaya koymaktadır. Konay (2019) da ortaöğretim öğretmenlerinin politik beceri ve dalkavukluk algılarını incelediği çalışmasında, dalkavukluğu yöneticilere ve çalışma arkadaşlarına yönelen iki temel boyutta değerlendirmekte; politik becerisi yüksek bireylerin, örgütsel ortamda bu tür stratejileri daha ustaca kullanabildiğini belirtmektedir. Ayal (2022) ise örgütsel dalkavukluk ile

kayırmacılık arasındaki ilişkiyi inceleyerek, öğretmenlerin algılarına göre bu iki olgunun sıklıkla birlikte görüldüğünü ve özellikle yönetici odaklı dalkavukluk davranışlarının kayırmacılık algısını güçlendirdiğini göstermektedir. Kıral ve Dilmaç (2021) ise öğretmen ve yöneticilerin görüşleri doğrultusunda, okullarda dalkavukluğun hem üst yöneticilere hem de aynı statüdeki meslektaşlara yöneldiğini; bu davranışların çoğu zaman kişisel çıkar, güvence arayışı ve statü beklentisiyle bağlantılı olduğunu ortaya koymaktadır.

Dalkavukluk davranışının arka planında, bireysel psikolojik süreçler ve sosyal kimlik dinamikleri önemli bir yer tutmaktadır. Leary ve Kowalski (1990), izlenim yönetimi kuramında bireylerin sosyal çevrelerinde olumlu bir imaj oluşturmak için çeşitli davranış stratejileri geliştirdiğini; bu stratejilerin bazı durumlarda samimiyetsiz ve manipülatif bir niteliğe bürünebildiğini belirtmektedir. Anderson ve arkadaşları (2012), sosyal statü ve öznel iyi oluş arasındaki ilişkiyi inceleyerek statü kaybı korkusunun bireyleri güç sahibine yaklaşmaya, onay aramaya ve riskli davranışlardan kaçınmaya ittiğini vurgulamaktadır. Aquino ve Reed (2002) ise moral kimlik kuramı çerçevesinde, ahlaki değerleri benliğinin merkezinde konumlandıran bireylerin çıkar odaklı ve etik dışı stratejilere daha az başvurduğunu; moral kimliği zayıf olan bireylerin ise sosyal kabul için etik dışı davranışlara yönelebileceğini belirtmektedir. Bu bulgular, okul ortamında dalkavukluk yapan bireylerin çoğu zaman özgüven eksikliği, dışlanma kaygısı ya da statü arayışı gibi psikolojik ihtiyaçlarla hareket ettiğini düşündürmektedir (Kıral ve Dilmaç, 2021).

Davranışsal etik literatürü, örgütlerde etik dışı davranışların yalnızca bireysel özelliklerle açıklanamayacağını; örgüt iklimi, ödüllendirme sistemleri ve güç ilişkilerinin bu davranışları besleyebildiğini göstermektedir. Treviño ve çalışma arkadaşları (2006), etik liderliğin ve adil ödüllendirme sistemlerinin, çalışanların etik dışı davranışlara yönelmesini önemli ölçüde azalttığını vurgulamaktadır. Eğitim örgütlerinde güç paylaşımı ve karar süreçlerine katılımın artırılması da çalışanların kendilerini daha değerli hissetmelerine ve yöneticilere yaranma ihtiyacının azalmasına katkı sağlayabilmektedir (Oruç ve Acat, 2016). Öte yandan, örgütlerde kayırmacılığın ödüllendirilmesi, liyakatten çok yakınlık ve sadakatin ön plana çıkması, dalkavukluğu teşvik eden bir iklim oluşturmakta; bu durum hem çalışanlar arası güveni hem de kurumsal adalet algısını zedelemektedir (Ayal, 2022; Ayal ve Kahveci, 2023; Gülcemal, 2020). Okul, toplumsal yapının küçük bir modeli olarak, güç ilişkilerinin ve toplumsal tabakalaşmanın yeniden üretildiği bir alan niteliği taşımaktadır (Kızılcıkel ve diğerleri, 1996; Bayındır ve Kara, 2022). Eğitim kurumlarında yöneticilerin kullandıkları güç türleri, öğretmen-öğrenci ilişkilerini, okul kültürünü ve öğrenme ortamını doğrudan etkilemektedir (Aslanargun, 2009;

Koşar ve Çalık, 2011). Şahin (2010) ve Üstün (2013), okul yöneticilerinin iletişim ve liderlik tarzlarının örgüt iklimi ve çalışanların bağlılığı üzerinde belirleyici olduğunu göstermekte; adil ve katılımcı bir yönetim anlayışının güveni güçlendirdiğini vurgulamaktadır. Öğretmen-öğrenci ilişkileri alanındaki çalışmalar da, sınıf ortamında güven, saygı ve adalet algısının öğrencilerin motivasyonu ve duygusal gelişimi açısından kritik önem taşıdığını ortaya koymaktadır (Pianta, 1999; Ryan ve Deci, 2000; Liman, 2021). Bu bağlamda okulda gözlenen dalkavukluk davranışları, yalnızca çalışan ilişkilerini değil, öğrencilerin gözünde rol model olan yetişkinlerin tutumlarını da etkilemekte; dolayısıyla eğitim sürecinin bütününe yansıyan sonuçlar doğurmaktadır.

Dalkavuklukla ilgili ulusal ve uluslararası çalışmalar, bu davranışın farklı örgüt türlerinde benzer özellikler taşıdığını, ancak ortaya çıkma biçimlerinin örgütün yapısına göre değişebildiğini göstermektedir. Medya ve siyaset alanında yapılan analizler, dalkavukluğun çoğu zaman güç sahiplerini kayıtsız şartsız övme, eleştirel düşünceden kaçınma ve üçüncü kişileri olumsuz etiketleme gibi davranışlarla kendini gösterdiğini ortaya koymaktadır (Danziger, 2020; Umeogu ve Ojiakor, 2012; Tütüncü ve Akgündüz, 2014). Eğitim alanında yürütülen araştırmalar ise, öğretmen ve yöneticilerin bu davranışı genel olarak etik dışı, samimiyetsiz ve güven zedeleyici bir tutum olarak değerlendirdiklerini; ancak kimi zaman bu tür davranışların terfi, görev dağılımı veya ödüllendirme süreçlerinde dolaylı biçimde ödüllendirilebildiğini göstermektedir (Kıral ve Dilmaç, 2021; Konay, 2019; Ayal, 2022). Bu durum, güçlü bir etik kültür ve liyakat temelli uygulamalar geliştirilmedikçe, okul ortamında dalkavukluk gibi olumsuz davranışların normalleşme riski taşıdığını göstermektedir.

Sonuç olarak, kavramsal çerçeve incelendiğinde dalkavukluğun; samimiyetsiz övgü ve onaylama içeren, kişisel çıkar ve statü arayışıyla beslenen, güç ilişkileri ve kurumsal kültürle yakından bağlantılı çok boyutlu bir davranış olduğu görülmektedir. Eğitim kurumları bağlamında bu davranış, öğretmen ve yöneticiler arasındaki ilişkilerde güven kaybına, liyakat ilkesinin zayıflamasına ve öğrencilerin adalet algısının bozulmasına yol açabilmektedir. Bu nedenle okul ortamında dalkavukluk olgusunun hem bireysel psikolojik süreçler hem de örgütsel yapı ve kültür boyutlarıyla birlikte ele alınması; öğretmen ve yöneticilerin deneyimlerine dayalı nitel çalışmalarla derinlemesine incelenmesi önem taşımaktadır.

Okullarda ilişkilerin niteliği, çalışanların motivasyonu, iletişim biçimleri ve kurum içi işleyiş üzerinde etkili olabilmektedir. Bu nedenle, dalkavukluk gibi ilişkileri zorlaştıran davranışların nasıl algılandığını ve hangi koşullarda ortaya çıktığını anlamak, okul iklimine ilişkin daha bütüncül bir bakış sunmaktadır. Çalışma, bu davranışın nedenleri, yansımaları ve olası

sonuçlarına dair katılımcı görüşlerini bir araya getirerek konuya ilişkin farkındalık oluşturmayı amaçlamakta; aynı zamanda okul yönetimi ve eğitim çalışanları için değerlendirme ve iyileştirme açısından yararlı olabilecek bazı tespitler sunmaktadır. Bu yönüyle araştırma, eğitim ortamlarında daha sağlıklı bir iletişim ve çalışma atmosferi oluşturulmasına küçük de olsa katkı sağlamayı hedeflemektedir. Bu araştırmanın temel amacı, öğretmen ve yöneticilerin okul ortamındaki dalkavukluk davranışına ilişkin algılarını ortaya koymaktır. Bu doğrultuda araştırmanın alt amaçları aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

- Dalkavukluk davranışının okullarda nasıl algılandığını ve nasıl ortaya çıktığını belirlemek.
- Dalkavukluk davranışının başlıca nedenlerini ortaya koymak.
- Dalkavukluk davranışının kimlere yöneldiğini belirlemek.
- Dalkavukluk davranışının okul ortamına etkilerini incelemek.
- Öğretmen ve yöneticilerin dalkavukluğa yönelik tutumlarını ve tepkilerini belirlemek.
- Dalkavukluk davranışının önlenmesine yönelik önerileri ortaya çıkarmak.

3. YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırma, öğretmen ve okul yöneticilerinin okul ortamında karşılaştıkları dalkavukluk davranışına ilişkin deneyimlerini anlamayı amaçladığı için nitel araştırma yaklaşımıyla yürütülmüştür. Çalışmada, katılımcıların belirli bir olguya ilişkin algılarını ve yaşantılarını ayrıntılı biçimde ortaya koymaya uygun olan olgubilim deseni kullanılmıştır. Bu desen, katılımcı görüşlerinden hareketle olgunun özünü tanımlamaya olanak sağlamaktadır.

3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, Rize ili Çayeli ilçesindeki devlet okullarında görev yapan toplam 24 katılımcı oluşturmaktadır. Bu grubun 14'ü öğretmen, 10'u ise okul yöneticisidir. Katılımcılar, araştırma konusuna ilişkin deneyime sahip bireylerin sürece dâhil edilmesi amacıyla amaçlı örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir. Katılımcıların görev yaptıkları okullardaki hizmet süreleri incelendiğinde, 16'sının (%66,7) 1–5 yıl, 5'inin (%20,8) 6–10 yıl, 3'ünün (%12,5) ise 11 yıl ve üzerinde çalıştığı görülmektedir. Yaş dağılımı bakımından grubun geniş bir çeşitliliğe sahip olduğu anlaşılmaktadır: Katılımcıların 11'i (%45,8) 31–40 yaş, 10'u (%41,7) 41–50 yaş, 2'si (%8,3) 51 yaş ve üzeri, 1'i (%4,2) ise 21–30 yaş aralığındadır. Farklı

yaş, kıdem ve görev türlerinin bir arada bulunması, dalkavukluk davranışının okul ortamındaki farklı ilişki biçimlerinde nasıl deneyimlendiğini bütüncül şekilde inceleme olanağı sunmuştur.

3.3. Veri Toplama Araçları

Veri toplama sürecinde öğretmen ve yöneticilere yönelik iki ayrı yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Formlar, alan yazın taranarak hazırlanmış ve araştırmanın temel boyutlarını kapsayacak şekilde yapılandırılmıştır. Sorular; dalkavukluk davranışının algılanışı, nedenleri, yöneldiği kişiler, okul ortamına etkileri, katılımcıların tepkileri ve çözüm önerilerine ilişkin açık uçlu ifadelerden oluşmuştur. Böylece katılımcıların deneyimlerini ayrıntılı olarak aktarabilmeleri amaçlanmıştır.

3.4. Verilerin Toplanması

Veriler, bireysel görüşmeler yoluyla toplanmıştır. Görüşmeler katılımcıların gönüllülük esasına göre gerçekleştirilmiş, her görüşme izin alınarak ses kaydına alınmıştır. Görüşmelerin tamamı daha sonra yazılı metne dönüştürülmüştür. Süreç boyunca katılımcıların rahatlıkla görüşlerini ifade edebilmesi için yönlendirici olmayan bir görüşme yaklaşımı benimsenmiştir. Katılımcı kimliklerinin gizliliğine titizlikle özen gösterilmiştir.

3.5. Verilerin Analizi

Elde edilen veriler tematik analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. İlk aşamada görüşme dökümleri ayrıntılı biçimde okunarak anlam birimleri belirlenmiş ve kodlama yapılmıştır. Ardından benzer kodlar bir araya getirilerek altı ana tema oluşturulmuştur. Analiz sürecinde öğretmen ve yöneticilerin görüşleri ayrı kategoriler olarak ele alınmamış; okul ortamını birlikte deneyimleyen iki grubun ortak bakışını yansıtan bütüncül temalar geliştirilmiştir. Kodlama sürecinin tutarlılığını sağlamak için veriler birkaç kez gözden geçirilmiştir.

3.6. Etik Hususlar

Araştırmanın tüm aşamalarında etik kurallara uyulmuştur. Katılımcılara araştırmanın amacı açıkça açıklanmış, görüşmelere gönüllü olarak katıldıkları belirtilmiştir. Görüşme sürecinde gizlilik ilkesine bağlı kalınmış, kimlikler gizli tutulmuş ve verilerin yalnızca araştırma amacıyla kullanılacağı ifade edilmiştir. Bu çalışma için gerekli etik izin, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Etik Kurulu'nun 11/12/2024 tarihli ve 2024/461 sayılı toplantısında alınmıştır.

4. BULGULAR

Bu bölümde, araştırma kapsamında öğretmen ve okul yöneticileriyle yapılan görüşmelerden elde edilen veriler analiz edilerek ortaya çıkan temalar sunulmaktadır. Görüşme kayıtları titizlikle incelenmiş, katılımcı ifadeleri hem içerik hem anlam bütünlüğü gözetilerek tematik

olarak sınıflandırılmıştır. Analiz sürecinde öğretmen ve yöneticilerin görüşleri birbirinden ayrı değerlendirilmemiş; aksine, okul ortamında aynı yapıyı ve ilişkileri paylaşan iki grubun ortak deneyimleri bir araya getirilerek bütüncül bir bakış açısı oluşturulmuştur. Bu yaklaşımla, araştırmanın ana temaları “Okul Ortamında Dalkavukluğun Algılanışı”, “Dalkavukluğun Nedenleri”, “Dalkavukluğun Yöneldiği Kişiler”, “Dalkavukluğun Okul Ortamına Etkileri”, “Dalkavukluğa Karşı Tutumlar” ve “Dalkavukluğun Önlenmesine Yönelik Öneriler” olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, dalkavukluğun okul hayatında yalnızca bireysel bir davranış biçimi olmadığını; örgütsel düzeni, ilişkileri ve çalışma ortamının adalet algısını doğrudan etkileyen çok boyutlu bir olgu olduğunu ortaya koymaktadır.

4.1. OKUL ORTAMINDA DALKAVUKLUĞUN ALGILANIŞI

Bu tema, öğretmen ve yöneticilerin okul ortamında gördükleri dalkavukluk davranışını nasıl tanımladıklarını ve bu davranışa ne tür anlamlar yüklediklerini ortaya koymaktadır. Katılımcılar, dalkavukluğu çoğunlukla samimiyetsiz, çıkar odaklı ve aşırı uyumluluk içeren bir tutum olarak değerlendirmiştir. Ayrıca bu davranışın, okul içindeki ilişkileri ve işleyişi etkileyen bir sosyal strateji niteliği taşıdığı düşünülmektedir. Bu doğrultuda, dalkavukluğun özellikleri ve okullarda hangi şekillerde ortaya çıktığı aşağıdaki alt temalarda ayrıntılı biçimde sunulmuştur.

4.1.1. Davranışın İçeriği ve Özellikleri

Katılımcıların ifadeleri, okul ortamında dalkavukluk davranışının temel olarak samimiyetsiz övgü, kişisel çıkar beklentisi, aşırı uyumluluk ve güç sahibine yakın durma isteği üzerinden şekillendiğini göstermektedir. Öğretmenler, dalkavukluğu çoğunlukla çıkar elde etmeye yönelik ikiyüzlü bir davranış biçimi olarak tanımlamış; bir öğretmen bu durumu, “Kendisinden makam veya mevki bakımından üstün olan bir kişiden menfaat elde etmek için yapılan her türlü iltifat veya davranışsal eylemlere dalkavukluk denebilir.” (Ö6) sözleriyle açık biçimde dile getirmiştir. Benzer şekilde, “Halk arasında yalakalık ya da yağcılık olarak bilinen, çıkar için başka birine övgüde bulunma ve düşüncelerini onaylama davranışdır.” (Ö12) ifadesi, davranışın öğretmenler tarafından nasıl algılandığını ortaya koymaktadır. Yöneticiler de bu davranışı benzer bir çerçevede değerlendirmekte; örneğin bir yönetici, “Dalkavukluk, genelde bir kişiye veya gruba yarar sağlamak için yapılan, içtenlikten uzak davranışlar olarak tanımlanabilir.” (Y2) diyerek tutumun özünde samimiyetsizlik ve menfaat ilişkileri bulunduğunu ifade etmiştir. Bir başka yönetici ise dalkavukluğu, “Vasıfsızlık, liyakatsizlik ve işinin ehli olmamak” (Y10) şeklinde yorumlayarak bu davranışın ahlaki ve mesleki zayıflıkla ilişkili olduğunu belirtmiştir. Katılımcıların ortak değerlendirmeleri dikkate alındığında,

dalkavukluğun hem öğretmen hem yöneticiler için güvensizlik yaratan, ahlaki açıdan sorunlu ve çıkar temelli bir tutum olarak görüldüğü anlaşılmaktadır.

4.1.2. Okullarda Görülme Şekilleri

Dalkavukluk davranışının okul ortamında nasıl ortaya çıktığına ilişkin katılımcı ifadeleri, davranışın özellikle yöneticiye yönelik aşırı saygı gösterme, sürekli övgüde bulunma, talimatlara sorgusuz uyma ve çalışma arkadaşları arasında sosyal güç oluşturma biçiminde kendini gösterdiğini ortaya koymaktadır. Öğretmenler, bazı meslektaşlarının yöneticilerin gözüne girmek amacıyla çeşitli stratejilere başvurduğunu belirtmiş; örneğin bir öğretmen, “İdarecilerin her dediğini onaylayan ve onlara küçük hediyeler veren kişilerle karşılaştım.” (Ö12) diyerek davranışın pratikteki yansımalarını somutlaştırmıştır. Bunun yanında, öğrenciler açısından da benzer örnekler verilmiş; bir öğretmen, “Sınav zamanlarında yersiz övgülerle olumlu imaj oluşturmaya çalışan öğrenciler olabiliyor.” (Ö1) ifadesiyle bu tutumun çocuklar arasında bile görülebildiğine dikkat çekmiştir. Yöneticiler de okullarda bu tür davranışlarla karşılaştıklarını belirtmiş; bir yönetici, “Kendine çıkar sağlama amaçlı makam-mevki sahibi kişilere olabildiğince güzel ve nazik davranma şekline rastlayabiliyoruz.” (Y6) diyerek öğretmen ve personelin yönetime yaranma çabalarının belirli dönemlerde arttığını ifade etmiştir. Ayrıca yöneticiler, dalkavukluğun en çok “terfi, ödül veya görev dağılımı gibi durumlar gündeme geldiğinde” (Y2) görünür hâle geldiğini, bu dönemlerde bireylerin daha fazla övgü, itaat ve görünür destek davranışları sergilediğini vurgulamıştır. Tüm bu ifadeler birlikte değerlendirildiğinde, dalkavukluğun okul ortamında hem dikey ilişkilerde (yönetici–öğretmen) hem de yatay ilişkilerde (öğretmen–öğretmen, öğrenci–öğretmen) farklı biçimlerde ortaya çıktığı, çoğunlukla da kişisel çıkar beklentisi ve avantaj sağlama isteği ile ilişkili olduğu görülmektedir.

4.2. DALKAVUKLUĞUN NEDENLERİ

Bu tema, öğretmen ve yöneticilerin okul ortamında gördükleri dalkavukluk davranışının hangi sebeplerle ortaya çıktığına ilişkin değerlendirmelerini kapsamaktadır. Katılımcıların ifadeleri, dalkavukluğun hem bireysel özelliklerden hem de okulun sosyal ve yönetsel yapısından kaynaklanan çeşitli etkenlerle ilişkilendirildiğini göstermektedir. Bireysel beklentiler, özgüven sorunları, kişisel çıkar arayışı ve sosyal kabul isteği bu davranışın temel nedenleri arasında yer almaktadır. Bunun yanında, okul içindeki güç ilişkileri, yönetim anlayışı ve kurumsal kültürün de dalkavukluğun ortaya çıkmasında etkili olduğu belirtilmiştir. Bu nedenler, aşağıdaki alt temalarda katılımcı görüşleriyle birlikte ayrıntılı biçimde sunulmuştur.

4.2.1. Bireysel Psikolojik Nedenler

Katılımcı ifadeleri, okul ortamında görülen dalkavukluk davranışının önemli bir bölümünün bireysel psikolojik nedenlerden kaynaklandığını göstermektedir. Öğretmenler, özellikle özgüven eksikliği ve kendini kanıtlama çabasıyla bu davranışların ortaya çıktığını belirtmiş; örneğin bir öğretmen, “Öz gelişimini tamamlayamamış insanların kendini kabul ettirme ve çıkarıcı olarak fayda sağlama amacıyla yapmış olduğu davranışlara denir.” (Ö7) sözleriyle bu durumu açıklamıştır. Başka bir öğretmen ise, “Bir kişinin başka kişilerin sırtından geçinmeye çalışması.” (Ö2) diyerek bireysel yetersizlikleri gizleme eğiliminin bu davranışlarla ilişkisini vurgulamıştır. Yöneticiler de bu görüşü desteklemiş; bir yönetici, dalkavukluğu “Özgüveni olmayan veya ortaya koyacak bir meziyeti olmayan zayıf karakterli kişilerin başvurduğu çıkar amaçlı bir yol” (Y3) olarak nitelendirerek davranışın arka planında kişilik temelli sorunların bulunduğunu ifade etmiştir. Bu ifadeler birlikte değerlendirildiğinde hem öğretmen hem de yöneticilerin dalkavukluk davranışını çoğunlukla özgüven eksikliği, dışlanma korkusu, güvende hissetme ihtiyacı ve kişisel yetersizlikleri gizleme çabası gibi bireysel psikolojik unsurlarla ilişkilendirdiği görülmektedir.

4.2.2. Kişisel Çıkar ve Fırsat Arayışı

Katılımcılar, okul ortamında ortaya çıkan dalkavukluk davranışının en belirgin nedenlerinden birinin kişisel çıkar elde etme isteği olduğunu vurgulamıştır. Öğretmenler, bazı kişilerin yöneticilerden kolaylık sağlamak için aşırı uyumluluk sergilediğini belirterek, “İdarecilerin her dediğini onaylayan ve onlara küçük hediyeler veren kişilerle karşılaştım.” (Ö12) ifadesiyle bu tutumu somut bir örnek ile açıklamıştır. Aynı doğrultuda bir yönetici, “Kendine çıkar sağlama amaçlı makam-mevki sahibi kişilere olabildiğince güzel ve nazik davranma şekline rastlayabiliyoruz.” (Y6) diyerek öğretmen veya personelin yönetimden avantaj sağlamak amacıyla bu tür davranışlara yöneldiğini ifade etmiştir. Ayrıca yöneticiler, dalkavukluğun en çok “terfi, ödül veya görev dağılımı gibi durumlar gündeme geldiğinde” (Y2) arttığını, bu dönemlerde bireylerin daha fazla övgü, görünür destek ve itaat davranışları sergilediğini vurgulamıştır. Bu ifadeler bir arada değerlendirildiğinde, dalkavukluk davranışının çoğu zaman derse girmede kolaylık, izin alma, nöbet ve program avantajı, yöneticiye yakın durarak statü kazanma ve kurumsal güç elde etme gibi fırsat arayışlarından beslendiği anlaşılmaktadır.

4.2.3. Kurumsal ve Toplumsal Etkenler

Katılımcı görüşlerine göre dalkavukluk davranışının ortaya çıkmasında bireysel nedenlerin yanında kurumsal ve toplumsal faktörler de etkili olmaktadır. Öğretmenler, kayırmacılık eğilimi taşıyan kurum kültürlerinde bu tür davranışların daha sık görüldüğünü ifade etmiş; bir

öğretmen, “Önceki deneyimlerimde, idarecilerin her dediğini onaylayan ve onlara küçük hediyeler veren kişilerle karşılaştım.” (Ö12) diyerek bu kültürün nasıl oluştuğuna dair örnek sunmuştur. Yöneticiler ise adaletsiz ortamların dalkavukluğu beslediğini belirtmiş; bir yönetici, “Dalkavukluk adalet kavramını zedeler ve çalışma huzurunu bozar.” (Y10) sözleriyle bu davranışın kurumsal etkilerine dikkat çekmiştir. Bir başka yönetici, “Özgür ve adil bir okul ortamında dalkavuk davranışların gözükme ihtimali düşüktür.” (Y5) diyerek yönetim tarzının bu davranışların ortaya çıkmasında belirleyici olduğunu vurgulamıştır. Bu ifadeler birlikte değerlendirildiğinde, dalkavukluğun ortaya çıkmasında hiyerarşik yapı, güç ilişkilerinin belirgin olduğu kurum kültürü, kayırmacılığın zemin bulduğu ortamlar ve toplumda yaygın olan ‘güçlünün yanında durma’ anlayışı gibi kurumsal-toplumsal unsurların etkili olduğu anlaşılmaktadır

4.3. DALKAVUKLUĞUN YÖNELDİĞİ KİŞİLER

Bu tema, okul ortamında dalkavukluk davranışının kimlere yöneltildiğini ve bu davranışın okul içindeki ilişki yapısında nasıl şekillendiğini ortaya koymaktadır. Katılımcıların ifadeleri, dalkavukluğun çoğunlukla yöneticilere doğru yöneldiğini; bunun yanı sıra öğretmenler arasında ve bazı durumlarda öğrenciler tarafından da sergilendiğini göstermektedir. Okuldaki hiyerarşik yapı, güç dengeleri ve sosyal gruplar, bu davranışın yöneldiği kişileri belirleyen temel unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Bu doğrultuda, dalkavukluk davranışının özellikle yönetici konumundaki kişilere, güçlü sosyal çevrelere sahip öğretmenlere ve zaman zaman otorite figürü olarak görülen öğretmenlere doğru yöneldiği aşağıdaki alt temalarda ayrıntılı biçimde sunulmuştur.

4.3.1. Üst Yöneticilere Yönelik Dalkavukluk

Katılımcı ifadeleri, okul ortamında dalkavukluğun en yaygın biçiminin yöneticilere yönelik aşırı övgü, yakınlık ve uyum gösterme davranışları olduğunu ortaya koymaktadır. Öğretmenlerden bazıları, idarecilere yönelik bu tarz girişimlerin özellikle kişisel avantaj sağlama amacıyla yapıldığını belirtmiş; örneğin bir öğretmen, “İdarecilerin her dediğini onaylayan ve onlara küçük hediyeler veren kişilerle karşılaştım.” (Ö12) diyerek yöneticilere yönelik bu yaranma çabasını açık biçimde ifade etmiştir. Yöneticilerin görüşleri de bu durumu desteklemekte; bir yönetici, “Kendine çıkar sağlama amaçlı makam-mevki sahibi kişilere olabildiğince güzel ve nazik davranma şekline rastlayabiliyoruz.” (Y6) şeklindeki sözleriyle öğretmen ve personelin üst yönetimden fayda elde etmek için gösterdiği davranışları somutlaştırmıştır. Ayrıca bazı yöneticiler, bu davranışların özellikle “terfi, ödül veya görev

dağılımı gibi durumlarda daha belirgin hâle geldiğini” (Y2) ifade ederek, dalkavukluk eğiliminin yöneticilerin karar verici rolüyle doğrudan ilişkili olduğunu vurgulamıştır. Bu bağlamda, üst yöneticilere yönelik dalkavukluk davranışının temel motivasyonunun avantaj sağlama, görünür olma ve karar vericiye yakın durma isteği olduğu katılımcı ifadeleriyle açıkça görülmektedir.

4.3.2. Aynı Statüdekilere Yönelik Dalkavukluk

Katılımcıların ifadeleri, dalkavukluk davranışının yalnızca yöneticilere değil, aynı statüdeki öğretmenler arasında da görülebildiğini ortaya koymaktadır. Öğretmenler, bazı meslektaşlarının okul içinde güçlü kabul edilen öğretmenlere, sosyal liderlere veya belirli gruplara yakınlaşarak çıkar sağlamaya çalıştığını ifade etmiştir. Nitekim bir öğretmen, “Velilerden veya bazı öğretmenlerden bu tür davranışlara sıkça rastlıyoruz.” (Ö3) diyerek meslektaşlar arası sosyal güç ilişkilerinin dalkavukluk davranışına zemin hazırladığını belirtmiştir. Öğretmenler, bu tür davranışların rekabeti artırdığını, güveni zayıflattığını ve gruplaşmaya yol açtığını dile getirmiştir. Bir başka öğretmenin, “Öğretmen yalakası etiketiyle öğrenciler tarafından bile dışlanabiliyor.” (Ö1) ifadesi, bu davranışın hem sosyal hem profesyonel ilişkilerde nasıl olumsuz sonuçlar doğurabileceğini göstermektedir. Yöneticiler de öğretmenler arasındaki bu dinamikleri gözlemlediklerini belirtmiş; bir yönetici, “Okul ortamında dalkavukluğun farklı rollerde ortaya çıkabileceğini düşünüyorum. Bu tür davranışlar, okul içindeki ilişkileri olumsuz etkileyebilir.” (Y2) diyerek meslektaşlar arası dalkavukluğun okul iklimine zarar veren bir etken olduğuna dikkat çekmiştir. Bu ifadeler birlikte değerlendirildiğinde, aynı statüdeki personele yönelik dalkavukluğun genellikle grup içi güç dengeleri, sosyal statü arayışı, rekabet ve fırsat kollama gibi motivasyonlarla ilişkili olduğu anlaşılmaktadır.

4.4. DALKAVUKLUĞUN OKUL ORTAMINA ETKİLERİ

Bu tema, öğretmen ve yöneticilerin görüşlerine dayanarak dalkavukluk davranışının okulun genel işleyişine, çalışanlar arası ilişkilere ve öğrenme ortamına nasıl yansıdığını ortaya koymaktadır. Katılımcı ifadeleri, bu davranışın hem bireyler arasında güveni zayıflattığını hem de okul kültürünün adalet ve eşitlik algısını olumsuz etkilediğini göstermektedir. Dalkavukluk, öğretmenler arası iletişimden yönetici-çalışan ilişkilerine kadar pek çok alanda huzursuzluk, güvensizlik ve motivasyon kaybına yol açmakta; bu nedenle okulun sosyal atmosferini ve profesyonel işleyişini doğrudan etkilemektedir. Bu etkilerin okul içi ilişkilerde, sınıf ortamında ve kurumsal düzeyde nasıl ortaya çıktığı aşağıdaki alt temalarda ayrıntılı biçimde sunulmuştur.

4.4.1. Güven ve İlişkiler Üzerindeki Etkiler

Katılımcılar, dalkavukluk davranışının okul içi ilişkilerde en belirgin etkisinin güven kaybı olduğunu belirtmiştir. Öğretmenlerden biri, “Dalkavukluk samimiyetsizlik barındırır ve bu yüzden sağlıklı ilişkiler oluşturur.” (Ö7) sözleriyle bu davranışın çalışanlar arasındaki samimiyeti azalttığını ifade ederken; bir diğer öğretmen, “Arkadaşlık bağlarını bozar, güvensizlik yaratır ve motivasyonu düşürür.” (Ö11) diyerek ilişkilerde ortaya çıkan kopukluğa dikkat çekmiştir. Öğrenciler arasında bile benzer sonuçların görülebileceği belirtilmiş, bir öğretmen “Bu davranışlar rahatsızlık verici olduğu için öğrenciler arasında kin tutma, arkadaş gruplarından dışlama gibi sonuçlara yol açabilir.” (Ö4) şeklinde durumu açıklamıştır. Yöneticiler de bu değerlendirmeleri destekleyerek, dalkavukluğun iş birliğini ve ilişkilerin doğallığını zedelediğini ifade etmiş; bir yönetici, “Okul ortamında dalkavukluk ilişkileri olumsuz etkileyebilir ve iş birliği ortamını zedeleyebilir.” (Y2) diyerek çalışan-yönetici ilişkisinde mesafe ve kaygının arttığını belirtmiştir.

4.4.2. Çalışma İklimi ve Mesleki Paylaşım Üzerindeki Etkiler

Katılımcı görüşleri, dalkavukluk davranışının okulun çalışma iklimini doğrudan olumsuz etkilediğini ortaya koymaktadır. Öğretmenler, bu davranışların ekip ruhunu zayıflattığını ve dayanışmayı azalttığını ifade etmiş; bir öğretmen, “Arkadaşlık bağlarını bozar, güvensizlik yaratır ve motivasyonu düşürür.” (Ö11) sözleriyle mesleki dayanışmadaki kırılmayı açıklamıştır. Sınıf ve okul genelinde oluşan gruplaşmaların da bu davranıştan beslendiği belirtilmiş; bir yönetici, “Dalkavukluk adalet kavramını zedeler ve çalışma huzurunu bozar.” (Y10) ifadesiyle çalışma ortamındaki huzursuzluğu vurgulamıştır. Öğretmenler, bu tür davranışların meslektaşlar arası kıskançlığı artırdığını, işbirliğini zayıflattığını ve ekip kültüründe bozulmaya yol açtığını dile getirirken; yöneticiler de aynı şekilde, “Bu tür davranışlar okul içindeki ilişkileri olumsuz etkileyebilir ve iş birliği ortamını zedeleyebilir.” (Y2) diyerek profesyonel paylaşımın zarar gördüğünü ortaya koymuştur.

4.4.3. Akademik ve Sınıf Ortamına Etkileri

Öğretmen görüşleri, dalkavukluğun sınıf ortamında da çeşitli olumsuz sonuçlar doğurduğunu göstermektedir. Öğretmenler, bu davranışın öğrencilerin adalet algısını zayıflattığını ve motivasyon kaybına yol açtığını belirtmiştir. Bir öğretmen, “Arkadaşlık bağlarını bozar, güvensizlik yaratır ve motivasyonu düşürür. Öğrenciler etkinliklerde yalnız kalır ve derslere karşı isteksizlik oluşur.” (Ö11) diyerek sınıf içi dinamiklerin zedelendiğini ifade etmiştir. Bir başka öğretmen ise, “Bu davranışlar kin tutma, dışlama gibi sonuçlara yol açabilir.” (Ö4) diyerek öğrenci grupları arasındaki çatışmayı vurgulamıştır. Yöneticilerin değerlendirmeleri de

bu durumu desteklemekte; bir yönetici, “Okul ortamında dalkavukluk adalet algısını zedeler ve motivasyonu düşürür.” (Y10) şeklindeki ifadesiyle, sınıf ve okul genelinde öğrenme ortamının bozulduğunu belirtmiştir. Bu bulgular, dalkavukluğun öğretmen otoritesini zayıflattığını, öğrencilerin güven duygusunu sarstığını ve öğretim sürecinin verimliliğini düşürdüğünü göstermektedir.

4.4.4. Kurumsal Sonuçlar

Katılımcılar, dalkavukluğun bireysel ve ilişkisel etkilerinin ötesinde, kurumun genel işleyişini ve etik yapısını da olumsuz etkilediğini vurgulamıştır. Yöneticiler, bu tür davranışların örgütsel adaleti zedelediğini ifade etmiş; bir yönetici, “Dalkavukluk adalet kavramını zedeler ve çalışma huzurunu bozar.” (Y10) sözleriyle kurum kültüründeki tahribatı ortaya koymuştur. Bir başka yönetici ise adil yönetim anlayışıyla bu davranışların azalabileceğini belirterek, “Özgür ve adil bir okul ortamında dalkavuk davranışların gözükme ihtimali düşüktür.” (Y5) demiştir. Öğretmenler de aynı doğrultuda, “Kurum liderleri kanunlar çerçevesinde davranırsa dalkavukluk oluşmaz. Tüm işler liyakate dayanmalı.” (Ö6) ifadeleriyle liyakat ilkesinin zayıflamasının en önemli kurumsal sorunlardan biri olduğunu vurgulamıştır. Öğretmenlerin bir kısmı, dalkavukluğa prim verilmesinin çalışan bağlılığını azalttığını ve kurumsal verimliliği düşürdüğünü belirtmiş; “Yönetim, bu davranışlara karşı toplu bir şekilde net bir duruş sergilemelidir.” (Ö12) şeklindeki ifade, kurum politikalarının etkisine dikkat çekmiştir. Bu bulgular, dalkavukluğun liyakat zayıflaması, etik kültürün aşınması, örgütsel verimlilikte düşüş ve çalışan bağlılığında azalma gibi önemli kurumsal sonuçlara yol açtığını ortaya koymaktadır.

4.5. DALKAVUKLUĞA KARŞI TUTUMLAR

Bu tema, öğretmen ve yöneticilerin okul ortamında karşılaştıkları dalkavukluk davranışına yönelik tutumlarını ve bu davranışı nasıl değerlendirdiklerini ortaya koymaktadır. Katılımcıların ifadeleri, genel olarak dalkavukluğa karşı olumsuz bir bakış açısının hâkim olduğunu göstermektedir. Hem öğretmenler hem yöneticiler, bu tür davranışların samimiyezsiz, etik dışı ve güven zedeleyici olduğunu belirtmiş; okul iklimini ve profesyonel ilişkileri olumsuz etkilediğini vurgulamıştır. Bazı katılımcılar ise, dalkavukluğun görmezden gelindiğinde kurumsal kültürde normalleşme riski taşıdığını ifade ederek yöneticilerin tutumunun belirleyici olduğuna dikkat çekmiştir. Bu kapsamda, öğretmen ve yöneticilerin dalkavukluğa ilişkin değerlendirmeleri, tepkileri ve beklentileri aşağıdaki alt temalarda ayrıntılı şekilde sunulmuştur.

4.5.1. Dalkavukluk Davranışının Etik ve Duygusal Değerlendirilmesi

Katılımcı görüşleri, okul ortamında dalkavukluk davranışının hem öğretmenler hem yöneticiler tarafından büyük ölçüde olumsuz, etik dışı ve samimiyezsiz bir tutum olarak algılandığını

göstermektedir. Öğretmenlerden biri, dalkavukluğu “karşısındakinin takdirini kazanmak için yapılan ikiyezölü davranışlar” (Ö13) şeklinde tanımlayarak davranışın sahte yapısına dikkat çekmiştir. Benzer biçimde, başka bir öğretmen, “Bir kişi ya da kişilerden çıkar sağlamak için yapılan, samimiyetsiz ve ikiyezölü davranışlardır.” (Ö11) ifadesiyle tutumun menfaat odaklı yönünü vurgulamıştır. Yöneticiler de davranışa benzer bir bakış açısıyla değerlendirmiş; bir yönetici, “Dalkavukluk, kendisinden makamca üst olan kişilere farklı davranma eğilimidir.” (Y6) sözleriyle davranışın hiyerarşik bir bağlamda ortaya çıktığını belirtmiştir. Bir diğer yönetici ise bu tutumun okul kültürüne zarar verdiğini ifade ederek, “Dalkavukluk adalet kavramını zedeler ve çalışma huzurunu bozar.” (Y10) demiştir. Bununla birlikte, bazı yöneticilerin dalkavukluk yapan kişileri zaman zaman “iş kolaylaştıran” veya “her dediğini yapan uyumlu çalışanlar” olarak değerlendirebildiği görülse de genel tutumun bu davranışa güven zedeleyici ve etik dışı bulduğu açıkça anlaşılmaktadır.

4.5.2. Tepki Biçimleri

Katılımcılar, okul ortamında karşılaştıkları dalkavukluk davranışına verdikleri tepkilerin çoğunlukla mesafeli durma, ciddiye almama ve eşitlik beklentisini vurgulama şeklinde ortaya çıktığını ifade etmiştir. Bir öğretmen, “Dalkavukluk yapılan kişinin buna tepki göstermesi gerekir. Okul yönetimi bu davranışlara karşı samimi olmamalıdır.” (Ö8) diyerek bu tür davranışlara karşı açık bir duruş sergilenmesi gerektiğini vurgulamıştır. Başka bir öğretmen, “Herkes eşit mesafede davranılmalı, böyle bir davranışa anında gerekli tepki verilmelidir.” (Ö14) ifadesiyle yönetsel adalet beklentisinin altını çizmiştir. Benzer şekilde, “Dalkavukluğu önlemek zordur, ancak böyle davrananların karşılığında bir yerlere gelmesi engellenmelidir.” (Ö3) diyen öğretmen, bu davranışların ödüllendirilmemesi gerektiğini belirtmiştir. Yöneticiler de bu yaklaşımı desteklemekte; örneğin bir yönetici, “Özgür ve adil bir okul ortamında dalkavuk davranışların gözükme ihtimali düşüktür.” (Y5) sözleriyle eşitlikçi ve adil bir yönetim anlayışının bu davranışlara karşı en etkili tepki olduğunu vurgulamıştır. Bu ifadeler, öğretmen ve yöneticilerin dalkavukluk davranışıyla karşılaştıklarında genellikle mesafelendirme, yoksayma, adil yönetim beklentisini dile getirme ve eşitliğe dayalı bir kurumsal duruş talep etme yönünde tutum geliştirdiklerini göstermektedir.

4.6. DALKAVUKLUĞUN ÖNLENMESİNE YÖNELİK ÖNERİLER

Bu tema, öğretmen ve yöneticilerin okul ortamında görülen dalkavukluk davranışının azaltılmasına ve kontrol altına alınmasına yönelik önerilerini kapsamaktadır. Katılımcıların ifadeleri, bu davranışın yalnızca bireysel tercihlerden değil, aynı zamanda kurum kültürü ve yönetim anlayışından etkilendiğini göstermektedir. Bu nedenle çözüm önerileri hem bireysel

tutumları hem de kurumsal düzenlemeleri içermektedir. Öğretmen ve yöneticiler, özellikle adil, şeffaf ve liyakate dayalı bir yönetim yaklaşımının dalkavukluk davranışlarını azaltmada en etkili yol olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca yöneticilerin tutarlı bir duruş sergilemesi, eğitsel farkındalıkların artırılması ve çalışanlar arasında eşitlik ilkesinin gözetilmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu doğrultuda katılımcıların çözüm önerileri, aşağıdaki alt temalarda ayrıntılı biçimde sunulmuştur.

4.6.1. Kurumsal Uygulamalar

Katılımcılar, dalkavukluk davranışının önlenmesinde en etkili yolun kurumsal düzeyde şeffaf, adil ve liyakate dayalı uygulamaların hayata geçirilmesi olduğunu vurgulamıştır. Öğretmenler özellikle kurum yönetiminin net ve kararlı bir duruş sergilemesi gerektiğini ifade etmiş; bir öğretmen, “Herkes eşit mesafede davranılmalı, böyle bir davranışa anında gerekli tepki verilmelidir.” (Ö14) sözleriyle eşitlikçi yaklaşımın önemine dikkat çekmiştir. Benzer şekilde başka bir öğretmen, “Dalkavukluğu önlemek zordur, ancak böyle davrananların karşılığında bir yerlere gelmesi engellenmelidir.” (Ö3) diyerek kayırmacılığın engellenmesi gerektiğini belirtmiştir. Şeffaf ve liyakat temelli yönetim anlayışına yapılan vurgu, “Kurum liderleri kanunlar çerçevesinde davranırsa dalkavukluk oluşmaz. Tüm işler liyakate dayanmalı.” (Ö6) ifadesinde açıkça görülmektedir. Yöneticiler de bu değerlendirmeleri destekleyerek adil yönetim uygulamalarının önemini öne çıkarmış; bir yönetici, “Özgür ve adil bir okul ortamında dalkavuk davranışların gözükme ihtimali düşüktür.” (Y5) sözleriyle adalet ve şeffaflık temelli uygulamaların kurumsal koruyucu etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Bu ifadeler, kurumsal politikalarda şeffaflık, objektif performans değerlendirme, kayırmacılığı engelleyen işlemler ve tüm personele eşit mesafede durma gerekliliğinin altını çizmektedir.

4.6.2. Mesleki ve Bireysel Gelişim

Katılımcı görüşleri, dalkavukluk davranışının azaltılmasında bireylerin etik farkındalığının artırılması, özgüven gelişiminin desteklenmesi ve mesleki dayanışmanın güçlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Öğretmenlerden bazıları, bu tür davranışları önlemede eğitimsel desteklerin önemini vurgulamış; bir öğretmen, “Okul idaresinin dalkavukluğa prim vermemesi ve bu durumu fark ettiğini yüz yüze iletmesi gerekir.” (Ö13) diyerek yönetsel farkındalığın yanında çalışanların bilinçlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca, meslektaşlar arasında dayanışma kültürünün güçlendirilmesi gerektiği ifade edilmiş; bir öğretmen, “Yönetim, bu davranışlara karşı toplu bir şekilde net bir duruş sergilemelidir.” (Ö12) diyerek birliktelik ve ortak tavır sergilemenin önemini vurgulamıştır. Katılımcıların görüşleri, dalkavukluk yapan kişiler için dolaylı ödüllerin kaldırılması gerektiğine de işaret etmiş; özellikle öğretmenler, bu

davranışların herhangi bir biçimde teşvik edilmesinin kurumsal kültürü zedelediğini belirtmiştir. Bu bulgular, mesleki gelişim etkinlikleri, etik eğitimler ve dayanışma odaklı okul kültürünün, dalkavukluğu azaltmada önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

4.6.3. İletişim ve Değerler Politikaları

Katılımcıların değerlendirmeleri, okul içinde açık iletişim, geri bildirim kültürü ve ortak değerlerin belirlenmesi gibi uygulamaların dalkavukluğun önlenmesinde kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Bazı öğretmenler, yöneticilerin tutarlı ve açık iletişim kurmasının bu davranışları engellediğini ifade etmiş; bir öğretmen, “Dalkavukluk yapılan kişinin buna tepki göstermesi gerekir. Okul yönetimi bu davranışlara karşı samimi olmamalıdır.” (Ö8) diyerek açık iletişim ve tutarlılığın önemine vurgu yapmıştır. Bir başka öğretmen, “Herkes eşit mesafede davranılmalı...” (Ö14) diyerek değere dayalı bir yönetim anlayışının gerekliliğini belirtmiştir. Yöneticiler de benzer şekilde, davranışın adil bir ortamda daha az görüldüğünü ifade ederek, “Her durumda herkese eşit mesafede olma, sorunlara çözüm odaklı yaklaşım sergileme...” (Y4) sözleriyle etik rehberlik ve ortak değerler doğrultusunda hareket etmenin etkisini vurgulamıştır. Bu ifadeler doğrultusunda, kurum içinde etik davranış kurallarının birlikte belirlenmesi, tüm personelin fikirlerinin değerli olduğu bir atmosferin oluşturulması ve açık iletişim kanallarının işletilmesi, dalkavukluk davranışını büyük ölçüde azaltabilecek stratejiler olarak ortaya çıkmaktadır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmanın bulguları, okul ortamında ortaya çıkan dalkavukluk davranışının öğretmen ve yöneticiler tarafından genel olarak samimiyetsiz, çıkar amaçlı ve güven zedeleyici bir tutum olarak değerlendirildiğini göstermektedir. Katılımcılar, bu davranışın özellikle yöneticilerin gözüne girmek, görev kolaylığı sağlamak, ders programı ve nöbet dağılımında avantaj elde etmek gibi nedenlerle ortaya çıktığını belirtmiştir. Öğretmenlerin yöneticilere aşırı uyumluluk göstermesi, sürekli övgüde bulunması ya da görünürlük çabası içine girmesi, davranışın okul örgüt yapısı içindeki en belirgin biçimidir. Bunun yanı sıra aynı statüdeki öğretmenler arasında da sosyal güç kazanmak, belirli gruplara dâhil olmak veya etkili kişilerin desteğini almak amacıyla benzer davranışların sergilendiği görülmektedir. Bu durum, dalkavukluğun yalnızca yöneticilere değil, okulda güç ve etki sahibi olduğu düşünülen herkese yöneltilebildiğini göstermektedir.

Katılımcı ifadeleri, davranışın bireysel psikolojik temellerine de işaret etmektedir. Özellikle özgüven eksikliği, sosyal olarak kabul görme isteği, dışlanma korkusu ve yetersizlik hissi, bazı bireyleri daha fazla uyma ve övgü gösterme davranışına yönlendirmektedir. Bununla birlikte

okulun yapısal özellikleri ve kültürel atmosferi de bu davranışın ortaya çıkmasını kolaylaştırmaktadır. Yönetimin adaletli olmadığına yönelik algı, kayırmacılığın zaman zaman karşılık bulması, güç ilişkilerinin belirgin olması ve ödül–ceza mekanizmalarının net olmaması, dalkavukluk davranışının yaygınlaşmasına zemin hazırlayan kurumsal faktörler arasında yer almaktadır. Bu bağlamda araştırmanın bulguları, dalkavukluğun yalnızca bireysel özelliklerden kaynaklanan bir davranış değil; okul iklimi, yönetim anlayışı ve kurumsal kültürle yakından ilişkili bir olgu olduğunu ortaya koymaktadır.

Dalkavukluk davranışının okul ortamına etkileri oldukça belirgindir. Öğretmen ve yöneticiler, bu davranışın okul içi güveni azalttığını, çalışanlar arasında samimiyeti zayıflattığını ve çoğu zaman gruplaşma, kıskançlık, huzursuzluk ve motivasyon kaybı yarattığını ifade etmiştir. Arkadaşlık ilişkilerinin zedelenmesi, iş birliğinin azalması ve mesleki dayanışmanın zarar görmesi bu davranışın sıkça dile getirilen sonuçlarıdır. Öğrenciler üzerinde dahi etkiler görülmekte; sınıf içi adalet algısının bozulması, bazı öğrencilerin dışlanması veya öğretmene karşı güvenin azalması gibi sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Kurumsal düzeyde ise liyakat ilkesinin zayıflaması, etik kültürün aşınması, çalışma huzurunun bozulması ve çalışan bağlılığının azalması gibi etkiler gözlenmiştir. Bu durum, dalkavukluğun etkisinin bireylerle sınırlı kalmadığını, okulun bütününe yayılan bir sorun alanı oluşturduğunu göstermektedir.

Katılımcıların dalkavukluk davranışına yönelik tutumları genel olarak olumsuzdur. Hem öğretmenler hem yöneticiler bu davranışı etik dışı, samimiyetsiz ve rahatsız edici olarak tanımlamaktadır. Katılımcılar çoğunlukla bu kişilere mesafeli durduklarını, davranışı ciddiye almadıklarını ve eşitlik beklentilerini dile getirdiklerini ifade etmiştir. Yöneticilerin önemli bir bölümü dalkavukluğun adaleti zedelediğini, çalışma huzurunu bozduğunu ve okul atmosferini olumsuz etkilediğini vurgulamıştır. Bununla birlikte bazı yöneticilerin, davranışı “iş kolaylaştıran uyumlu çalışan” şeklinde yorumlayabildiği görülse de bu yaklaşım genel eğilim değildir. Bu noktada yöneticilerin tutumu belirleyici olmakta; sert, adil ve şeffaf bir duruş sergilenen kurumlarda dalkavukluk davranışının daha az ortaya çıktığı anlaşılmaktadır.

Araştırma sonuçları, dalkavukluk davranışının önlenmesine yönelik çeşitli öneriler sunmaktadır. Bunların başında okullarda şeffaf, adil ve liyakat temelli bir yönetim anlayışının güçlendirilmesi gelmektedir. Görev dağılımlarının, nöbet ve ders programı düzenlemelerinin, ödüllendirme süreçlerinin nesnel ölçütlere dayandırılması; tüm çalışanlara eşit mesafede durulması ve kayırmacılığa fırsat veren uygulamaların kaldırılması gerektiği vurgulanmaktadır. Kurum içi etik ilkelerin belirlenmesi, çalışanların bu konuda bilgilendirilmesi ve yöneticilerin etik liderlik konusunda desteklenmesi de önemli görülmektedir. Bireysel ve mesleki gelişim

açısından özgüven geliştirme, etik farkındalık eğitimleri ve meslektaşlar arası dayanışmayı artıracak çalışmalar önerilmektedir. Ayrıca çalışanlar arası açık iletişim, geri bildirim kültürü ve ortak değerlerin güçlendirilmesi, okul ortamının daha sağlıklı bir yapıya kavuşmasına katkı sağlayacaktır.

Bu bulgular bir arada değerlendirildiğinde, dalkavukluğun okul ortamında kendiliğinden ortaya çıkan basit bir davranış olmadığı; aksine örgüt kültürünü, ilişkileri ve çalışma düzenini etkileyen çok boyutlu bir sorun olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle hem yönetsel hem bireysel düzeyde bütüncül bir yaklaşım benimsenmesi, okullarda daha adil, güvenilir ve sağlıklı bir çalışma ortamı oluşturulması açısından önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Akbulut, M. (2018, 25 Şubat). *Yalakalık nedir, niçin yapılır?* Kocaeli Gazetesi. <https://www.kocaeligazetesi.com.tr/makale/1507414/mesut-akbulut/yalakalik-nedir-nicin-yapilir>
- Akçadağ, T. (2017). Örgütlerde dalkavukluk. 8. *Uluslararası Eğitim Yönetimi Forumu Bildiri Kitabı* içinde (ss. 152–153).
- Anderson, C., Kraus, M. W., & Galinsky, A. D. (2012). The local-ladder effect: Social status and subjective well-being. *Psychological Science*, 23(7), 764–771.
- Aquino, K., & Reed, A. (2002). The self-importance of moral identity. *Journal of Personality and Social Psychology*, 83(6), 1423–1440.
- Aslanargun, E. (2009). *İlköğretim ve lise müdürlerinin okul yönetimde kullandığı güç türleri* (Yayımlanmamış doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Aşık, M. (2011, 18 Nisan). Günümüzde yalaka türleri. *Milliyet*. <https://www.milliyet.com.tr/yazarlar/melih-asik/gunumuzde-yalaka-turleri-1345820>
- Ayal, O. (2022). *Örgütsel dalkavukluk ve kayırmacılık arasındaki ilişkinin ilköğretim ve ortaokulda görev yapan öğretmen algılarına göre incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Ayal, O., & Kahveci, G. (2023). Examining teachers' perceptions of organizational flattery and nepotism. *The Journal of Buca Faculty of Education*, 55, 272–294.
- Bayındır, G., & Kara, B. (2022). Eğitimde toplumsal tabakalaşma: Ayrıcalıklıların eğitimi üzerine çok boyutlu sosyolojik bir analiz. *Uluslararası Türk Dünyası Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 69–128.
- Danziger, S. (2020). Third-party labeling and the ethics of flattery. *Qualitative Health Research*, 26(13), 1802–1811.
- Gül, H. (2006). Yaranma davranışı ve boyutları. *Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(11), 98–115.
- Gülcecal, E. (2020). *Dalkavukluk olgusunun akademik ve toplumsal boyutları* (Yüksek lisans tezi). [Tez künyesi dosyadan alınan biçimiyle kullanılmalıdır.]
- Hyde, J. S. (2005). The gender similarities hypothesis. *American Psychologist*, 60(6), 581–592.
- Kıral, E. (2017). Okullarda dalkavukluk: Yönetici ve iş arkadaşı merkezli dalkavukluk. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 6(3), 1–16.
- Kıral, E., & Dilmaç, Ö. E. D. (2021). Okul yöneticileri ve öğretmenlerin dalkavukluk davranışına ilişkin görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 10(4), 104–119.
- Kızılcıkelik, S., ve diğerleri. (1996). *Eğitim sosyolojisi*. Saray Medikal Yayıncılık.
- Konay, D. (2019). *Ortaöğretim öğretmenlerinin politik beceri ve dalkavukluk hakkındaki görüşleri* (Yüksek lisans tezi). Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Konay, D., & Kıral, E. (2023). Politik beceri ve dalkavukluk arasındaki ilişki. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 295–335.
- Koşar, S., & Çalık, T. (2011). Okul yöneticilerinin yönetimde gücü kullanma stilleri ile örgüt kültürü arasındaki ilişki. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 17(4), 581–603.

- Leary, M. R., & Kowalski, R. M. (1990). Impression management: A literature review and two-component model. *Psychological Bulletin*, 107(1), 34–47.
- Liman, B. (2021). Öğretmen-öğrenci ilişkisinin öğrencilerin duygu düzenleme ve duygu ifade etme becerilerine etkisinin incelenmesi. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 18(39), 702–726.
- Okutan, E. (2005). *Dalkavukluk*. Mephisto Kitabevi.
- Oruç, E., & Acat, M. B. (2016). Öğrenme öğretme sürecinde güç paylaşımı. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33, 81–90.
- Özçelik Sözer, B. (2017, 16 Aralık). Narsist yöneticiler yalakaları sever. *Hürriyet İK*. <https://www.hurriyet.com.tr/ik/narsist-yoneticiler-yalakalari-sever-26926492>
- Özdemir, A. (2006). Okul kültürünün oluşturulması ve çevreye tanıtılmasında okul müdürlerinden beklenen ve onlarda gözlenen davranışlar. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(4), 411–433.
- Pianta, R. C. (1999). *Enhancing relationships between children and teachers*. American Psychological Association.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78.
- Sönmez, E., & Doğan, E. (2022). Türkiye’de okul yöneticilerinin güç kaynakları üzerine gerçekleştirilen çalışmaların incelenmesi: Bir betimsel içerik analizi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 20(2), 679–700.
- TDK. (2024). *Güncel Türkçe Sözlük*. Türk Dil Kurumu. <https://sozluk.gov.tr/?kelime=Dalkavuk>
- Tomul, E. (2009). Türkiye’de bölgelerarası eğitim eşitsizlikleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(2), 1–12.
- Treviño, L. K., Weaver, G. R., & Reynolds, S. J. (2006). Behavioral ethics in organizations: A review. *Journal of Management*, 32(6), 951–990.
- Tütüncü, Ö., & Akgündüz, Y. (2014). Otel işletmelerinde dalkavukluk davranışlarının iş tatmini ve örgütsel bağlılık üzerindeki etkisi. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 25(1), 48–60.
- Umeogu, B., & Ojiakor, I. (2012). Sycophancy and social cognition: A rhetorical-analytic perspective. *International Journal of Humanities and Social Science*, 2(6), 264–270.
- Üstün, A. (2013). Okul müdürlerinin liderlik stilleri ile okul iklimi arasındaki ilişki. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 19(4), 603–627.

GEBELİĞE UYUMDA DOĞUMA HAZIRLIK SINIFLARININ ROLÜ**Evrin Bayraktar**

Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Doğum-Kadın Sağlığı Hemşireliği/ KAYSERİ

TÜRKİYE

ORCID :0000-0002-2914-197X**ÖZET**

Gebelik, kadın yaşamında önemli fiziksel, duygusal ve sosyal değişimlerin yaşandığı özel bir dönemdir. Bu süreçte ortaya çıkan fizyolojik ve psikolojik dönüşümler, anne adayının gebeliğe uyumunu doğrudan etkiler. Gebeliğe uyum; kadının anne rolünü benimsemesi, doğum sürecine hazırlanması ve yaşadığı değişimleri yönetebilmesi açısından hayati öneme sahiptir. Gebeliğin planlı olması, sosyal destek, bilgi düzeyi, önceki deneyimler ve kadının psikososyal özellikleri uyum üzerinde belirleyici rol oynar. Bu bağlamda, gebelere sunulan doğum öncesi bakım hizmetleri ve danışmanlık uygulamaları, hem anne hem de bebek sağlığının korunması açısından kritik bir yere sahiptir.

Doğuma hazırlık sınıfları, gebelik sürecinde anne adaylarının bilgi gereksinimlerini karşılamak, doğuma yönelik korku ve kaygıyı azaltmak ve doğum deneyimini olumlu hale getirmek amacıyla yapılandırılmış eğitim programlarıdır. Türkiye’de Sağlık Bakanlığı tarafından yürütülen programlar kapsamında yaygınlaştırılan bu eğitimler, gebelere fizyolojik değişimler, doğum süreci, nefes ve gevşeme teknikleri, emzirme, yenidoğan bakımı ve ebeveynliğe geçiş gibi konularda kapsamlı içerikler sunmaktadır. Literatürde, doğuma hazırlık eğitimlerinin doğum korkusunu azalttığı, kendine güveni artırdığı, normal doğumu desteklediği, doğum memnuniyetini yükselttiği ve doğum sonrası uyumu kolaylaştırdığı gösterilmektedir. Ayrıca, bu eğitimlerin postpartum depresyonun azalmasına, sezaryen oranlarının düşmesine ve emzirme başarısının artmasına katkı sağladığı bildirilmektedir.

Sonuç olarak, gebelik sürecinde verilen doğuma hazırlık eğitimleri, kadınların gebeliğe uyumunu güçlendiren, doğum ve doğum sonrası dönemde olumlu sonuçlar doğuran etkili bir müdahale alanıdır. Gebe eğitim programlarının yaygınlaştırılması ve içeriklerinin güçlendirilmesi, anne ve bebek sağlığının korunması açısından önemli bir fırsat sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gebelik, Gebeliğe uyum, Doğuma hazırlık sınıfları**THE ROLE OF CHILDBIRTH PREPARATION CLASSES IN ADAPTATION TO PREGNANCY****ABSTRACT**

Pregnancy is a unique period marked by profound physical, emotional, and social changes in a woman’s life. These physiological and psychological transitions significantly influence maternal adaptation to pregnancy. Adaptation to pregnancy is essential for embracing the

maternal role, preparing for childbirth, and managing the changes experienced throughout gestation. Factors such as planned pregnancy, social support, level of knowledge, previous experiences, and psychosocial characteristics play a crucial role in this adaptation process. In this context, antenatal care services and counselling practices provided to pregnant women are vital for protecting both maternal and fetal health.

Childbirth preparation classes are structured educational programs designed to address pregnant women's informational needs, reduce childbirth-related fear and anxiety, and support a positive birth experience. Within the programs implemented by the Turkish Ministry of Health, these classes have been widely promoted to educate pregnant women about physiological changes during pregnancy, the stages of labor, breathing and relaxation techniques, breastfeeding, newborn care, and the transition to parenthood. Evidence in the literature indicates that childbirth preparation classes reduce fear of childbirth, enhance self-confidence, support normal birth, increase birth satisfaction, and facilitate postpartum adjustment. Furthermore, these educational interventions have been associated with reduced postpartum depression, lower cesarean rates, and improved breastfeeding success.

In conclusion, childbirth preparation education plays a significant role in strengthening maternal adaptation to pregnancy and contributes to positive maternal and neonatal outcomes during the birth and postpartum periods. Expanding the availability and quality of childbirth preparation programs offers a valuable opportunity to enhance maternal well-being and support healthy motherhood experiences.

Key words: Pregnancy, Adaptation to pregnancy, Childbirth preparation classes

Gebelik, insan türünün devamlılığını sağlayan temel süreçlerden biri olup döllenme ile başlayarak doğumla sonlanan doğal ve fizyolojik bir dönemdir. Bu süreç yalnızca biyolojik bir olay değil, aynı zamanda aile bütünlüğünü güçlendiren, kültürel değerlerin nesilden nesile aktarılmasını sağlayan önemli bir yaşam evresidir. Gebeliğin sağlıklı ilerlemesi için anne adayının düzenli sağlık kontrollerinden geçirilmesi ve gebeliğin profesyonel bir sağlık ekibi tarafından takip edilmesi kritik öneme sahiptir. Anne bedeninin gebelik süresince fizyolojik, duygusal ve psikolojik açıdan çeşitli değişiklikler yaşaması kaçınılmazdır ve bu değişimlerin etkin şekilde yönetilmesi, hem anne hem de bebek sağlığının korunmasında belirleyici olmaktadır. Doğum ise bu sürecin en son aşamasını oluşturur ve doğuma ilişkin planlamalar yapılırken çok sayıda faktör göz önünde bulundurulmalıdır (Beebe et al., 2007).

Gebelik boyunca meydana gelen anatomik, fizyolojik ve psikolojik değişiklikler üç temel amaca hizmet eder: kadının doğuma hazırlanması, fetüsün ihtiyaçlarına uygun maternal uyumun sağlanması ve fetüsün güvenli bir şekilde doğuma kadar korunması (Taşpınar, 2008). Bu değişikliklerle baş edebilmek ve süreci olumlu bir deneyime dönüştürmek için anne adayının gebeliğe uyumu oldukça önemlidir.

Gebeliğe Uyum

Gebelik, üreme çağındaki kadınlar için doğal bir süreç olsa da anne adayları ve ailesi açısından yeni rollere uyum sağlamayı gerektiren önemli bir yaşam olayıdır (Oskay, 2004). Bu dönem bilişsel, duygusal ve davranışsal dönüşümler içerir. Bazı kadınlar için bu süreç, yoğun değişiklikler nedeniyle bir kriz dönemi olarak algılanabilir. Gebeliğin getirdiği psikolojik etkiler, anne adayının kişisel özellikleri, yaşam deneyimleri, gebeliğin planlanmış olup olmaması, eş ve aile desteği, ekonomik durum, bilgi düzeyi ve beden algısı gibi çok sayıda faktörden etkilenir (Babacan Gümüş ve ark., 2011; Küçükkaya ve ark., 2020).

Kadının gebeliğe ve annelik rolüne uyum göstermesi; inançları, tutumları, beklentileri ve çevresel destek sistemleriyle doğrudan ilişkilidir. Planlı gebelikler, bilgi düzeyi yüksek anneler ve sosyal destek sağlayan aile yapıları uyum sürecini kolaylaştırırken; plansız gebelikler, ekonomik zorluklar ve bilgi eksikliği uyum sürecini güçleştirebilir (Öçal ve Saruhan, 2023). Lederman'ın modeline göre gebeliği kabullenme konusunda güçlük yaşayan kadınlarda doğum korkusu ve anneliğe uyum problemleri daha yoğun görülmektedir (Lederman & Weis, 2009). Ailenin gebelik sürecine uyumu da en az anne adayının uyumu kadar önemlidir. Aile yapısı, sosyal destek düzeyi, evdeki çocuk sayısı, çocukların yaşları ve gebeliğin aile içindeki anlamı uyumu etkileyen önemli değişkenlerdir (Taşkın, 2012).

Doğum Öncesi Bakım ve İzlem

Doğum öncesi bakım, güvenli annelik ve nitelikli doğum hizmetlerinin temelini oluşturur. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), gebelik boyunca sekiz kez izlem yapılmasını önermektedir. Bu izlemler gebeliğin 8–12. haftası ile başlayarak 20., 26., 30., 34., 36., 38. ve 40. haftalarda sürdürülmelidir. Doğumun başlamadığı durumlarda 41. haftada ek bir izlem önerilir. İlk izlemden itibaren gebelik kartının düzenli olarak doldurulması, acil durum planının oluşturulması ve gerekli danışmanlıkların verilmesi büyük önem taşır (Özel ve Davutoğlu, 2017).

Türkiye'de Sağlık Bakanlığı'nın yayımladığı “Doğum Öncesi Bakım Yönetim Rehberi”, sağlıklı gebeliği desteklemek amacıyla bütün gebelerin 14 hafta içinde olmak üzere dört kez

izlenmesini önerir. Gerekli durumlarda riskli gebeliklerde daha sık kontrol yapılması sağlanır (HSGM, 2018).

Gebelik sürecinde verilen danışmanlık hizmetleri, anne adayının fiziksel ve duygusal değişimlere uyum sağlamasına katkıda bulunur. Bu hizmetler, annelik rolünün benimsenmesi, bebek bakımına dair yeterlilik duygusunun artırılması, doğum sonrası dönemde sağlıklı uyumun desteklenmesi ve komplikasyonların azaltılması açısından önemli bir işleve sahiptir (Çatak et al., 2014; Aksu ve Akgün, 2020).

Doğuma Hazırlık Sınıfları ve Eğitimleri

Doğuma hazırlık sınıfları, anne adaylarının gebelik, doğum ve doğum sonrası sürece bilinçli şekilde hazırlanmasını sağlayan yapılandırılmış eğitim programlarıdır. Bu programların temel amacı, anne adaylarının bilgi ve farkındalık düzeyini artırmak, doğuma ilişkin kaygıları azaltmak ve olumlu bir doğum deneyimi yaşamalarını desteklemektir (Alizadeh-Dibazari et al., 2023).

Barselona Anne Hakları Bildirgesi, her kadının gebelik, doğum ve bebek bakımı konularında doğru bilgi ve eğitim alma hakkına sahip olduğunu vurgular. Bu doğrultuda, sağlık kuruluşlarının anne adaylarını eğitme sorumluluğu bulunmaktadır (Atasay ve Arslan, 2001; Özkan et al., 2014).

Türkiye’de Sağlıkta Dönüşüm Programı kapsamında geliştirilen “Gebe Bilgilendirme Sınıfları”, gebelerin doğum sürecine daha hazırlıklı ve bilinçli girmesini amaçlamaktadır. Sağlık personeline verilen eğitimlerle ülke genelinde bu sınıfların yaygınlaştırılması hedeflenmiştir. Programın temel amacı anne-bebek sağlığını iyileştirmek ve anne ölümlerini azaltmaktır (Dinç et al., 2015).

Doğuma Hazırlık Eğitimlerinin İçeriği

Türkiye’de verilen doğuma hazırlık eğitimlerinin içeriği oldukça kapsamlıdır. Bu eğitimlerde:

- Üreme sisteminin anatomisi ve fizyolojisi
- Fetüsün büyüme-gelişim süreçleri
- Gebelikte egzersiz
- Gebelikte cinsel yaşam
- Gebelikte fizyolojik ve psikolojik değişiklikler
- Sağlıklı beslenme
- Teratojenlerden korunma
- Gebelikte kişisel bakım
- Doğumun işaretleri

- Eş veya destekleyici kişinin rolü
- Doğum yöntemleri
- Emzirme eğitimi
- Yenidoğan bakımı
- Aile planlaması
- Ebeveynliğe geçiş ve aile içi roller gibi çok sayıda konu ele alınmaktadır (Kızılkaya Beji & Dişsiz, 2015).

Doğuma Hazırlık Sınıflarının Etkileri

Doğuma hazırlık eğitimlerinin anne adayları üzerindeki etkisini inceleyen araştırmalar, bu eğitimlerin:

- Doğum korkusunu azalttığını
- Vajinal doğum oranlarını artırdığını
- Doğum sırasında annenin daha kontrollü ve güçlü hissetmesini sağladığını
- Anne-bebek bağlanmasını güçlendirdiğini
- Doğum sonrası depresyon riskini azalttığını
- Emzirme başarı oranını artırdığını
- Doğum deneyiminden memnuniyeti yükselttiğini

ortaya koymaktadır (Buran et al., 2020; Athinaidou et al., 2024; Yılmaz, 2019; Dişsiz et al., 2023; Dönmez et al., 2024).

Bu araştırmalar, eğitimin gebelik döneminde özgüveni artırdığını, kadınların fiziksel değişimlere daha kolay uyum sağladığını ve doğumu daha bilinçli bir süreç haline getirdiğini göstermektedir. Aynı zamanda, eğitimlerin hem anne hem de bebek sağlığı açısından olumlu katkılar sunduğu vurgulanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Aksu, S.** (2020). Balıkesir il merkezindeki gebe kadınların prenatal bakım alma durumu ve etkileyen faktörler. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, 9(3), 179–188.
- Alizadeh-Dibazari, Z., Abdolalipour, S., & Mirghafourvand, M.** (2023). The effect of prenatal education on fear of childbirth, pain intensity during labour and childbirth experience: A scoping review using systematic approach and meta-analysis. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 23(1), 541.
- Atasay, B., & Arslan, S.** (2001). Anne ve yenidoğan hakları Barselona Deklarasyonu. *Türk Tabipler Birliği*, 10(12), 457–459.
- Athinaidou, A.-M., Vounatsou, E., Pappa, I., Harizopoulou, V. C., & Sarantaki, A.** (2024). Influence of antenatal education on birth outcomes: A systematic review focusing on primiparous women. *Cureus*, 16(7), e64508.
- Babacan Gümüş, A., Çevik, N., Hataf Hyusni, S., Biçen, Ş., Keskin, G., & Tuna Malak, A.** (2011). Gebelikte benlik saygısı ve beden imajı ile ilişkili özellikler. *Anatol J Clin Investig*, 5(1), 7–14.
- Beebe, K. R., Lee, K. A., Carrieri-Kohlman, V., & Humphreys, J.** (2007). The effects of childbirth self-efficacy and anxiety during pregnancy on prehospitalization labor. *Journal of Obstetric, Gynecologic & Neonatal Nursing*, 36(5), 410–418.

- Buran, G., Olgaç, Z., & Karaçam, Z.** (2020). Doğuma hazırlık sınıflarının kadınların doğum şekli, korkusu ve deneyimine etkisi: Sistematik derleme. *Life Sciences*, 15(4).
- Çatak, B., İkişik, H., Başar Kartal, S., Öner, C., Uluç, H. H., & Seğmen, Ö.** (2012). İstanbul'da doğum öncesi bakım hizmetlerinin değerlendirilmesi: Toplum tabanlı bir araştırma. *Perinatal Journal*, 20(3), 126–134.
- Çatak, B., Öner, C., Gülay, M., Baştürk, S., Oğuz, İ., & Özbek, R.** (2014). Doğum öncesi bakım hizmetlerinin sahada izlemi ve değerlendirilmesi: Bursa örneği. *Türkiye Aile Hekimliği Dergisi*, 18(2), 63–69.
- Dinç, H., Yazıcı, S., Yılmaz, T., & Günaydın, S.** (2015). Gebe eğitimi. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*, 1(1), 68–76.
- Dişsiz, M., Gelebek, N., Meydan, Ş., Mamuk, R., & Bilgiç, D.** (2023). Doğuma hazırlık sınıflarında verilen eğitimin doğum memnuniyeti üzerine etkisi. *Health Care Academician Journal*, 10(1), 103–107.
- Dönmez, A., Er, M., Yeygel, Ç., Haskeçeci, K., & Pala, H. G.** (2024). Gebelerin doğuma hazırlık eğitim programı hakkındaki görüşleri ve memnuniyet durumlarının incelenmesi. *Anatolian Journal of Health Research*, 5(1), 8–14.
- HSGM – Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü.** (2018). *Doğum Öncesi Bakım Yönetim Rehberi*. T.C. Sağlık Bakanlığı Kadın ve Üreme Sağlığı Daire Başkanlığı.
- Kızılkaya Beji, N., & Dişsiz, M.** (2015). Gebelikte ve hemşirelik yaklaşımı. İçinde N. K. Kızılkaya Beji (Ed.), *Hemşirelere ve Ebelere Yönelik Kadın Sağlığı ve Hastalıkları* (ss. 294–300). Nobel Tıp Kitabevleri.
- Küçükkaya, B., Altan Sarıkaya, N., Sut, H., & Öz Kahveci, S.** (2020). The relation between body perception related to the weight gain during pregnancy and acceptance of pregnancy. *JAREN*, 6(3), 426–458.
- Lederman, R., & Weis, K.** (2009). *Psychosocial Adaptation to Pregnancy: Seven Dimensions of Maternal Role Development*. Springer.
- Öçal, S. E., & Saruhan, A.** (2023). Adölesan gebelerin gebelik ve anneliğe uyumları. *İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 8(1), 61–68.
- Özel, A., Alıcı Davutoğlu, E., & Madazlı, R.** (2017). Doğum öncesi bakım kılavuzları. İçinde *Gebelikte Tarama ve Öngörü* (ss. 297–306). İstanbul Tıp Kitabevleri.
- Özkan, A., & Arslan, H.** (2007). Gebeliğe karar verme, fizyolojik yakınmaları algılama ve eğitim gereksinimleri. *Zeynep Kamil Tıp Bülteni*, 38(4), 155–161.
- Özkan, S., Keskinçelik, B., Sanisoğlu, S., & Özkan Altunay, Z.** (2014). *Gebe Bilgilendirme Sınıfı Eğitim Kitabı*. T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu.
- Oskay, Ü.** (2004). Yüksek riskli gebelerde hemşirelik bakımı. *Perinatoloji Dergisi*, 1(12), 11–16.
- Taşkın, L.** (2012). *Doğum ve Kadın Sağlığı Hemşireliği* (11. baskı). Sistem Ofset Matbaacılık.
- Taşpınar, A.** (2008). Normal gebelik. İçinde A. Şirin & O. Kavlak (Eds.), *Kadın Sağlığı* (ss. 454–471). Bedray Yayıncılık.
- Yılmaz, A. N., Yüksekol, Ö. D., Baltacı, N., & Ulucan, M.** (2023). Gebelikte fizyolojik yakınmalarla yaşam kalitesi ve gebeliğe uyum arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, 13(2), 408–418.
- Yılmaz, E.** (2019). *Antenatal gebe eğitiminin doğum ve doğum sonrası dönem üzerine etkileri* (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi.
- Yılmaz, S. D., & Beji, N. K.** (2010). Gebelerin stresle başa çıkma, depresyon ve prenatal bağlanma düzeyleri ve bunları etkileyen faktörler. *Genel Tıp Dergisi*, 20(3), 1–6.

İNFERTİLİTE DAMGALANMA VE YALNIZLIK**Evrin Bayraktar**Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Doğum-Kadın Sağlığı Hemşireliği/ KAYSERİ
TÜRKİYE**ORCID :0000-0002-2914-197X****ÖZET**

İnfertilite, biyolojik, fizyolojik, psikolojik ve sosyo-kültürel birçok etmenin etkisiyle oluşabilen karmaşık bir sağlık sorunudur. Dünya genelinde infertilite oranlarındaki değişiklikler, yalnızca biyolojik nedenlerin değil, çevresel koşulların, yaşam tarzının ve toplumsal değerlerin de infertilite üzerinde belirleyici olduğunu göstermektedir. Dünya Sağlık Örgütü infertiliteyi, bir çiftin 12 ay veya daha uzun süre düzenli ve korunmasız cinsel ilişkiye rağmen gebelik elde edememesi olarak tanımlamakta; primer ve sekonder infertilite ise çiftin geçmiş gebelik öyküsüne göre sınıflandırılmaktadır. Çocuk sahibi olma, birçok toplumda aile yapısının temel unsuru olarak görüldüğü için infertilite yalnızca tıbbi bir durum değil, önemli bir sosyal ve psikolojik sorun olarak algılanmaktadır. Özellikle geleneksel toplumlarda doğurganlık kadının sosyal statüsüyle ilişkilendirildiğinden infertilite kadın üzerinde yoğun bir baskı ve stres yaratabilmektedir. Bununla birlikte bazı kültürlerde infertilitenin nedeninin yalnızca kadına yüklenmesi, yanlış inanışların sürdürülmesi ve tedaviye erişimdeki güçlükler sorunun etkilerini artırmaktadır.

İnfertilitenin tanınması ve tedavisi, her iki partnerden ayrıntılı anamnez alınmasını, fizik muayeneyi ve biyomedikal değerlendirmeleri gerektirmektedir. Ancak infertiliteyi yalnızca tıbbi verilerle açıklamak yeterli değildir; toplumsal cinsiyet rolleri, kültürel beklentiler ve sosyal baskılar sürecin psikolojik boyutlarını derinleştirmektedir. Kadınlar için infertilite, annelik rolünü yerine getirememe, bedensel yetersizlik hissi ve sosyal rollerin tamamlanamaması gibi anlamlar taşıyabilirken; erkeklerde ise eşini gebe bırakamama, soyun devamını sağlayamama ve toplumsal rollerle ilgili yetersizlik hisleri ortaya çıkabilmektedir. Tedavi sürecinin uzunluğu, belirsizlik ve yüksek beklentiler çiftlerde stres, kaygı ve ilişki problemlerine yol açabilir. Bu nedenle infertilite, tıbbi olduğu kadar psikososyal yönü güçlü bir yaşam krizidir ve kapsamlı ele alınması gerekmektedir.

**INFERTILITY-RELATED STIGMA AND FEELINGS OF LONELINESS
ABSTRACT**

Infertility is a complex health condition influenced by biological, physiological, psychological, and socio-cultural factors. Global variations in infertility prevalence indicate that, beyond biological causes, environmental conditions, lifestyle factors, and social dynamics also play a significant role in its development. The World Health Organization defines infertility as the

inability of a couple to achieve pregnancy after 12 months or more of regular, unprotected intercourse. Primary and secondary infertility are categorized based on previous pregnancy history. In many societies, childbearing is considered essential to family structure; therefore, infertility is perceived not only as a medical issue but also as a major social and psychological problem. In traditional communities, fertility is strongly tied to women's social status, leading to substantial emotional and social pressure. Misconceptions about infertility, gender-based blame, and limited access to appropriate treatment further exacerbate the burden of the condition in certain cultural contexts.

Diagnosis and treatment of infertility require detailed medical history-taking from both partners, physical examination, and biomedical assessment. However, focusing solely on medical factors provides an incomplete understanding of infertility; cultural norms, gender roles, and social expectations significantly shape individuals' psychological experiences. For women, infertility may evoke feelings of inadequacy, loss of feminine identity, and the inability to fulfill socially expected roles such as motherhood. For men, it may generate distress related to failure in achieving fatherhood, concerns about lineage continuation, and perceived deficits in masculine social roles. The lengthy, uncertain, and often emotionally taxing nature of infertility treatments may contribute to heightened stress, anxiety, and relational difficulties among couples. Accordingly, infertility should be understood as both a medical condition and a psychosocial life crisis that requires comprehensive and multidimensional intervention strategies.

İnfertilite; biyolojik, fizyolojik, psikolojik ve sosyo-kültürel pek çok faktörün etkileşimiyle ortaya çıkan karmaşık bir sağlık sorunu olarak kabul edilmektedir. Dünya genelinde infertilite prevalansındaki değişiklikler, yalnızca üreme sistemine bağlı organik nedenlerin değil, yaşam koşulları, çevresel etkiler, toplumsal değerler, yaşantı biçimleri ve psikolojik süreçlerin de infertilite üzerinde belirleyici olabileceğini göstermektedir. Gebeliğin oluşmasını etkileyen tıbbi, psikolojik ve çevresel pek çok unsurun varlığı infertilite riskinin artmasına yol açabilmektedir (Rossi, Abusief ve Missmer, 2014).

Her ne kadar infertilite yaşamı tehdit eden bir hastalık olarak görülme de, bireylerin sosyal, duygusal ve kültürel yaşamlarını derinden etkileyen önemli bir toplumsal sorun olarak değerlendirilmektedir (Kırca ve Pasinlioğlu, 2013). Dünya Sağlık Örgütü infertiliteyi; bir çiftin düzenli ve korunmasız cinsel ilişkiye rağmen 12 ay veya daha uzun süre içinde gebelik elde edememesi durumu olarak tanımlamaktadır. Bu bağlamda primer infertilite daha önce hiç

gebelik oluşmaması, sekonder infertilite ise geçmişte yaşanmış bir gebeliğe rağmen yeniden gebelik elde edilememesi durumu ile açıklanmaktadır.

İnfertilite, farklı toplum ve kültürlerde bireyler üzerinde büyük sosyal ve psikolojik baskılar yaratabilmektedir (Oti-Boadi ve Asante, 2017). Çocuk sahibi olmanın kültürler arası değişen anlamı, bu baskının boyutunu belirleyen temel unsurlardan biridir. Birçok kültürde çocuksuzluk istenmeyen ya da eksik bir sosyal rol olarak değerlendirilmekte, infertilite ise beklenmedik ve istenmeyen bir yaşam geçişi olarak görülmektedir (Patel ve ark., 2018). Evlilik kurumunun temel amacının aile kurma ve çocuk sahibi olma olarak görüldüğü toplumlarda, infertilite yalnızca biyolojik bir sorun olarak değil, aynı zamanda sosyal statüyü etkileyen bir durum olarak da algılanmaktadır (Özkan ve ark., 2020). Bu durum özellikle kolektivist toplumlarda daha belirgin olup, kadının doğurganlığı aile bütünlüğü, kadınlık rolü ve sosyal kabulün en önemli göstergelerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Batool ve Visser, 2016; Çağlar ve Satılmış, 2019).

İnfertilitenin değerlendirilmesi ve doğru tanının konulması, hem uygun tedavi yöntemlerinin belirlenmesi hem de çiftlerin yaşayabileceği sosyal ve duygusal yüklerin azaltılması açısından oldukça önemlidir. Bu süreçte her iki partnerden ayrıntılı bir tıbbi ve üreme öyküsü alınması, fizik muayene yapılması ve gerekli laboratuvar değerlendirmelerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir (ACOG, 2019; Jain ve Singh, 2022). Anamnez aşamasında; mevcut sorun, süresi, geçmiş tedaviler, menstrüel düzen, geçirilmiş ameliyatlar, travmalar, kullanılan ilaçlar, alerjiler, radyasyon maruziyeti, koitus sıklığı, ailedeki doğurganlık öyküleri ve çiftin önceki gebelik deneyimleri ayrıntılı olarak sorgulanmalıdır (Bayer ve diğerleri, 2018; ACOG, 2019). Bununla birlikte, hastalıkların yalnızca tıbbi verilerle açıklanmasının yeterli olmadığı; sağlık, hastalık ve tedavi süreçlerinin toplumsal bağlam içinde ele alınması gerektiği uzun süredir kabul görmektedir (Greil, McQuillan ve Slauson-Blevins, 2011). Üreme eylemine atfedilen anlam tarihsel süreçte, kültürden kültüre ve hatta aynı toplumda farklı dönemlerde değişiklik gösterebilmektedir (van Balen ve Bos, 2014). Bazı toplumlarda infertilitenin nedeni yalnızca kadına yüklenmekte, bunun bir cinsel problem olduğu düşünülmekte ya da tedavi edilemeyeceğine yönelik yanlış inanışlar sürdürülmektedir (Apay ve Kızılkaya, 2011). Geleneksel toplumlarda çocuk sahibi olma isteği yalnızca biyolojik bir gereklilik değil, aynı zamanda sosyal ve ekonomik bir zorunluluk olarak görülmektedir (Van Balen ve Bos, 2004). Bu nedenle “ebeveyn olamamak”, bireyin kendisini toplumsal cinsiyet rollerine uygun bir şekilde gerçekleştiremediği yönünde algılanabilir (Yücesoy, Yıldırım ve Şahin, 2021).

Kadın ve erkeğe toplumsal olarak yüklenen roller, infertilitenin anlamlandırılmasını önemli ölçüde etkilemektedir. Toplumun büyük kısmında annelik kadın kimliğinin merkezinde yer almakta, fedakârlık, duygusallık, bakım verme gibi özellikler doğurganlıkla ilişkilendirilmektedir (Bayraktar, 2018; Yanikkerem, Kavlak ve Sevil, 2008). Buna karşılık erkek için baba olamamak, neslin devamını sağlayamama, yetersizlik hissi ve toplumsal rollerini yerine getirememe gibi duygulara neden olabilmektedir. Dolayısıyla infertilite, hem kadınlar hem de erkekler için bireysel benlik algısını tehdit eden bir kriz durumu yaratabilir.

Çocuk sahibi olamamanın ruh sağlığına olan etkileri, yalnızca biyolojik bir işlev kaybı olarak değil; duygusal, sosyal ve kültürel süreçlerin toplamı olarak değerlendirilmelidir. Kadınlar için infertilite çoğu zaman annelik rolünün gerçekleştirilememesi, bedenlerinin işlevsiz olduğu düşüncesi, kontrol kaybı ve toplum tarafından yargılanma endişesi ile ilişkilendirilmektedir. Kadınların anneliğe yüklediği anlam derinleştikçe, tanı ve tedavi sürecinin oluşturduğu psikolojik yük de artmakta; yetersizlik, umutsuzluk ve çaresizlik gibi duygularla birlikte depresyon riskinin yükseldiği belirtilmektedir (Bayer ve diğerleri, 2018). Erkeklerde ise infertilite, eşini gebe bırakamama nedeniyle gelişen işlev kaybı algısı, sosyal olarak soyun devam edememesi ve aile içi rollerin yerine getirilememesi gibi düşüncelerle kaygı ve stres yaratabilmektedir.

İnfertilite tedavi süreçlerinin uzun ve çoğu zaman belirsiz yapısı, çiftlerde kontrol duygusunun kaybına neden olmakta ve süreç ilerledikçe duygusal yük artmaktadır. Tedaviye ilişkin yüksek beklentiler, tekrarlayan başarısızlıklar, mali yükler ve sosyal baskılar; bireylerde tükenmişlik, stres ve ilişki sorunlarına yol açabilmektedir. Kadın ve erkeklerin baş etme mekanizmaları farklılık gösterebildiği için, aynı tanı ve süreç içinde verilen psikolojik tepkiler de çeşitlilik göstermektedir. Bu nedenle infertilite, sadece tıbbi bir durum değil, çok yönlü değerlendirme gerektiren bir yaşam krizi olarak ele alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Rossi, B. V., Abusief, M., & Missmer, S. A. (2014). Modifiable risk factors and infertility: what are the connections?. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 10(4), 220–231. <https://doi.org/10.1177/1559827614558020>
- Bayer, S., Alper, M. M., & Penzias, A. S. (2018). *The Boston IVF handbook of infertility: a practical guide for practitioners who care for infertile couples*. London: CRC Press.
- Jain, M., & Singh, M. (2022). Assisted reproductive technology (ART) techniques. Erişim adresi: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK576409/#_NBK576409_dtls
- Greil, A. L., McQuillan, J., Lowry, M., & Shreffler, K. M. (2011). Infertility treatment and fertility-specific distress: A longitudinal analysis of a population-based sample of U.S. women. *Social Science & Medicine* (1982), 73(1), 87–94. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.04.023>
- Greil, A., McQuillan, J., & Slauson-Blevins, K. (2011). The social construction of infertility. *Sociology Compass*, 5(8), 736–746. <https://doi.org/10.1111/j.1751-9020.2011.00397.x>

- Van Balen, F., & Bos, H. M. W. (2004). Infertility, culture, and psychology in worldwide perspective. *Journal of Reproductive and Infant Psychology*, 22(4), 245-247.
<http://dx.doi.org/10.1080/02646830412331298299>
- Yücesoy, H., Yıldırım, F., & Şahin, E. (2021) İnfertilitenin kültürel, ekonomik, psikososyal ve cinsel yönüne güncel bir bakış: Temel hemşirelik yaklaşımları. *Androloji Bülteni*, 23(4), 256-263.
<https://doi.org/10.24898/tandro.2021.97360>
- Sezgin, H., & Hocaoglu, Ç. (2014). İnfertilitenin psikiyatrik yönü. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 6(2), 165-184.
- Apay, E. S., Kızılkaya B. N., & Kılıç, M.(2011). İnfertilite ve kültür. *Florence Nightingale Journal of Nursing*, 19 (2), 109-115.
- Yanikkerem, E., Kavlak, O., & Sevil, Ü. (2008). İnfertil çiftlerin yaşadıkları sorunlar ve hemşirelik yaklaşımı. *Atatürk Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*, 11(4), 112-121.
- Patel A, Sharma P, Kumar P, Binu VS. (2018). Sociocultural determinants of infertility stress in patients undergoing fertility treatments. *Journal of Human Reproductive Sciences*, 11(2): 172–179.
- Patel, A., Sharma, P. S. V. N., & Kumar, P. (2018). “In cycles of dreams, despair, and desperation:” Research perspectives on infertility specific distress in patients undergoing fertility treatments. *Journal of Human Reproductive Sciences*, 11(4): 320.
- Özkan, H., Üst Taşgın, Z.D., Aydın, A., Kanbur, A. (2020). İnfertil çiftlerin ebeveyn olmaya yönelik görüşlerinin değerlendirilmesi. *Ebelik ve Sağlık Bilimleri Derg*, 3: 158–65. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1146651>
- Özkan, M., Baysal, B. (2006). Emotional distress of infertile women in Turkey. *Clin Exp Obstet Gynecol*, 33(1): 44–46.
- Çağlar, M., Satılmış, İ.G. (2019). İnfertilite ve yaşam kalitesi: Sistematiik derleme. *Androl Bul*, 21:170–6.
- Oti-Boadi, M., Asante, K.O. (2017). Psychological health and religious coping of Ghanaian women with infertility. *Biopsychosoc Med*, 11:20.

ANNELERİN BEBEK BAKIMINDA KULLANDIKLARI TAMAMLAYICI UYGULAMALAR

Doç. Dr. Öznur BAŞDAŞ

Erciyes University, Faculty of Health Science, Department of Nursing, Melikgazi, Kayseri

ORCID ID: 0000-0003-0752-6614

Doç. Dr. Tülay BÜLBÜL

Erciyes University, Faculty of Health Science, Department of Nursing, Melikgazi, Kayseri

ORCID ID: 0000-0001-5166-0074

ÖZET

Annelerin bebek bakımında başvurduğu tamamlayıcı uygulamalar, kültürel normlar, sosyoekonomik durum, eğitim düzeyi, aile büyüklerinin etkisi, bilgi kaynakları ve annelerin kaygı düzeyi gibi faktörlere bağlı olarak değişmekle birlikte dünya genelinde yaygınlık göstermektedir. Genel olarak kullanılan tamamlayıcı uygulamalar; kolik, uyku sorunları, huzursuzluk, cilt bakımı ve bağışıklığı güçlendirme amacıyla tercih edilmektedir. En sık kullanılan tamamlayıcı uygulamalar arasında bitkisel çaylar (özellikle rezene, nane, papatya), gripe water benzeri bitkisel karışımlar, sıcak uygulama, yağlarla (zeytinyağı, bebek yağı vb.) masaj, geleneksel göbek bağı bakım yöntemleri, kulak/göz/cilt için kültürel uygulamalar ve bazı toplumlarda enerji/şifa ritüelleri yer almaktadır.

Bebek bakımında kullanılan tamamlayıcı uygulamaların bazıları anneler tarafından semptomatik rahatlama sağladığı yönünde değerlendirilse de bilimsel kanıtların niteliği ve güvenliği değişkendir. Bazı randomize kontrollü çalışmalar ve sistematik derlemeler, uygulamaların umut verici sonuçlar gösterdiğini bildirmiş olsa da çalışmaların küçük örneklemeleri ve ürünlerin bileşim farklılıkları nedeniyle genel öneri için daha güçlü kanıtlara ihtiyaç duyulmaktadır. Öte yandan bu uygulamalarda kullanılan ürünlerin etkinliği ve güvenliği konusunda çelişkili veriler ve belirsizlikler söz konusudur.

Tamamlayıcı bakım uygulamaları bebek sağlığı üzerinde olumlu veya olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Bu nedenle sağlık profesyonellerinin bu uygulamaları yargılamadan sorgulayıp güvenli olmayan uygulamaları tespit ederek uygun alternatifler önermesi önem taşımaktadır. Hemşirelerin aileleri bilgilendirme ve kanıta dayalı uygulamalara yönlendirme rolleri, gereksiz veya potansiyel olarak zararlı tamamlayıcı uygulamaların azaltılmasında önemli bir etkiye sahiptir.

Sonuç olarak, bebek bakımında tamamlayıcı uygulamalar yaygındır ve bazı uygulamalar bebekte kısa süreli rahatlama sağlayabilir; ancak bu uygulamaların özellikler bebekler üzerindeki etkinlik ve güvenlik kanıtları heterojendir. Sağlık profesyonellerinin kültürel duyarlılıkla aileleri dinleyerek kanıta dayalı ve güvenli alternatifler önermesi, ayrıca olası zararları açık bir şekilde açıklaması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: bebek, bakım, hemşirelik, tamamlayıcı uygulamalar.

COMPLEMENTARY PRACTICES USED BY MOTHERS IN INFANT CARE

Complementary practices used by mothers in infant care vary depending on factors such as cultural norms, socioeconomic status, educational level, the influence of family elders, sources of information, and maternal anxiety levels; however, they are widely used across the world. Generally preferred for colic, sleep problems, irritability, skin care, and strengthening immunity, commonly used complementary practices include herbal teas (especially fennel, mint, and chamomile), herbal mixtures similar to gripe water, warm compresses, massage with oils (such as olive oil or baby oil), traditional umbilical cord care methods, cultural practices for the ears/eyes/skin, and in some communities, energy or healing rituals.

Although some of these complementary practices are perceived by mothers as providing symptomatic relief, the quality and safety of the scientific evidence are variable. While some randomized controlled trials and systematic reviews report promising results, stronger evidence is needed for general recommendations due to small sample sizes and variations in product compositions. Moreover, there are conflicting data and uncertainties regarding the effectiveness and safety of the products used in these practices.

Complementary care practices can have positive or negative effects on infant health. Therefore, it is important for healthcare professionals to inquire about these practices without judgment, identify unsafe applications, and recommend appropriate alternatives. Nurses play a key role in informing families and guiding them toward evidence-based practices, which helps reduce unnecessary or potentially harmful complementary practices.

In conclusion, complementary practices in infant care are common, and some may provide short-term relief for infants; however, evidence regarding their effectiveness and safety is heterogeneous. Healthcare professionals should listen to families with cultural sensitivity, recommend evidence-based and safe alternatives, and clearly explain potential risks.

Keywords: infant, care, nursing, complementary practices.

Giriş

Tamamlayıcı ve geleneksel uygulamalar, bebek bakımında farklı kültürlerde uzun yıllardır yer alan, bitkisel ürünlerden masaja, ritüellerden probiyotiklere kadar geniş bir müdahale yelpazesini kapsamaktadır. Ebeveynlerin tamamlayıcı ve geleneksel uygulamalara yönelme nedenleri arasında “doğal” ve “zararsız” olduğu düşünülen yöntemlere ilgi, farmakolojik tedavilere yönelik çekinceler, aile büyüklerinin etkisi ve sosyal medya aracılığıyla hızla yayılan popüler bilgiler yer almaktadır (Jean & Cyr, 2020). Ancak bu uygulamaların çoğunda bilimsel

kanıtlar sınırlı, heterojen veya yöntemsel olarak zayıftır (Vlieger et al., 2018). Sağlık profesyonelleri açısından önemli olan, bu uygulamaların aileler tarafından yaygın kullanıldığını kabul ederek, güvenli olmayan uygulamaları erken fark etmek, riskleri açıklamak ve kültürel duyarlılıkla kanıta dayalı seçenekler sunmaktır. Sağlık profesyonellerinin yargılayıcı olmayan, kültürel duyarlılığa sahip bir iletişim stratejisi benimsemesi önemlidir (Kirmayer, 2019).

Bebek Bakımında Yaygın Tamamlayıcı Uygulamalar

Bitkisel Çaylar ve Gripe Water

Ebeveynler tarafından kolik, gaz ve huzursuzluk yönetiminde en sık başvurulanan yöntemlerin başında rezene, papatya ve nane çayları ile “gripe water” olarak bilinen bitkisel karışımlar gelmektedir. Bu ürünler, kültürel inançlar ve “doğal olanın daha güvenli olduğu” algısı nedeniyle yaygın biçimde kullanılmaktadır. Rezene içeren preparatların kolik semptomlarını azaltmada belirli bir düzeyde yarar sağlayabileceğini gösteren bazı randomize kontrollü çalışmalar bulunmakla birlikte (Gavish et al., 2023; Harb et al., 2016), bu bulgular tüm ürünlere genellenememektedir. Çünkü farklı markalar ve ülkelerde kullanılan rezene preparatlarının formülasyonu, etken madde konsantrasyonu, ekstraksiyon yöntemi ve taşıyıcı çözücüler önemli ölçüde değişiklik göstermektedir. Bu heterojenlik, preparatlar arasında etkinlik ve güvenlik açısından büyük farklılıklara yol açmakta ve tutarlı klinik öneriler geliştirilmesini güçleştirmektedir. Gripe water kullanımı ise çoğu zaman masum bir destek olarak görülse de literatürde bu karışımların bazı bebeklerde kusma, kabızlık, karın ağrısı, ürtikeryal döküntü veya daha ciddi allerjik reaksiyonlara neden olabileceği bildirilmiştir (Jain et al., 2015). Formüllerde sıklıkla karbonat, çeşitli bitki özleri, tatlandırıcılar ya da koruyucu maddeler bulunmakta; bu içeriklerin bir kısmı yenidoğanın hassas gastrointestinal sistemi ve immünolojik yapısı için uygun olmayabilmektedir. Özellikle karbonat içeren gripe water ürünlerinde metabolik alkaloz riskine dikkat çekilmiştir.

Bitkisel ürünlerin birçok ülkede ilaç değil gıda takviyesi kategorisinde değerlendirilmesi, içerik standardizasyonu, saflık ve doz güvenilirliği açısından ciddi sorunlar yaratmaktadır (Marcus & Grollman, 2021; Vohra et al., 2021). Gıda takviyesi statüsünde olan ürünlerde üreticinin etiket üzerinde belirttiği içeriklerin gerçek konsantrasyonları çoğu zaman bağımsız laboratuvarlar tarafından doğrulanmamakta; bu durum özellikle bebeklerde aşırı veya yetersiz doz alımı riskini artırmaktadır. Ayrıca ağır metal, pestisit, mikrobiyal yük veya başka bitkisel türlerle kontaminasyon gibi güvenlik sorunları hem bebeklerde toksisite riskini artırmakta hem de allerjik reaksiyon olasılığını yükseltmektedir (Smith et al., 2022). Yenidoğan ve küçük bebeklerde detoksifikasyon mekanizmalarının olgunlaşmamış olması, bu tür kontaminantlara

karşı savunmayı daha da zayıflatmakta; bu nedenle bitkisel ürünlerle ilgili olası yararlar, potansiyel risklere kıyasla daha sınırlı görünmektedir.

Masaj ve Topikal Yağ Uygulamaları

Bebek masajı, ebeveyn–bebek etkileşimini güçlendiren, bağlanmayı destekleyen ve uyku ile sakinleşme üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilen geleneksel fakat aynı zamanda klinik ortamlarda da kullanılan bir uygulamadır (Underdown et al., 2023). Masaj, bebeğin dokunsal uyarımını artırarak otonom sinir sistemi üzerinde düzenleyici bir etki yaratabilmekte; bu da kalp hızı, solunum paterni ve stres yanıtı gibi fizyolojik parametrelerde iyileşme sağlayabilmektedir. Bununla birlikte, masaj sırasında kullanılan yağların güvenlik profilleri tümüyle net değildir ve özellikle yenidoğan cildinin yapısal özellikleri nedeniyle dikkatli değerlendirme gerektirmektedir. Yenidoğan cildi, yetişkinlere kıyasla daha ince bir epidermis tabakasına ve daha geçirgen bir stratum corneum yapısına sahiptir; bu nedenle uygulanan topikal ürünlere daha duyarlı olabilir. Örneğin zeytinyağı ve ayçiçeği yağı gibi bitkisel yağların, lipid yapısı nedeniyle cilt bariyerinin bütünlüğünü bozabileceği, transepidermal su kaybını artırarak kuruluk ve bariyer zayıflığına yol açabileceği gösterilmiştir (Cooke et al., 2016). Bu durum özellikle atopik eğilimli bebeklerde ek risk oluşturabilir. Benzer şekilde Hindistan ve Bangladeş'te yapılan kültürel temelli uygulamaları inceleyen çalışmalar, susam ve hardal yağı gibi yaygın kullanılan yağların iritan özellikler taşıyabildiğini, bazı bebeklerde eritem, yanma hissi, kuruluk ve soyulma gibi dermatolojik reaksiyonlara neden olabileceğini bildirmektedir (Kanti et al., 2021). Hardal yağının özellikle yüksek erüsik asit içeriği ve potansiyel toksik etkileri nedeniyle yenidoğan döneminde güvenli olmadığı vurgulanmaktadır. Tüm bu bulgular, bebek masajında kullanılacak ürünlerin rastgele seçilmemesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Klinik rehberler, yenidoğan cildinin fizyolojik pH'ına uyumlu, parfüm ve potansiyel alerjen içermeyen, mineral yağ bazlı ürünlerin daha güvenli bir seçenek olduğunu belirtmektedir (Telofski et al., 2012). Bu tür ürünler, cilt bariyerini destekleyerek transepidermal su kaybını azaltabilir ve irritasyon riskini en aza indirebilir. Dolayısıyla masaj uygulamasının yararlı etkilerinin en güvenli şekilde sağlanabilmesi için kullanılan ürünlerin niteliği kritik önem taşımaktadır.

Umbilikal Kord Bakımı ve Geleneksel Uygulamalar

Umbilikal kord bakımında bitkisel karışımlar, yağlar, kül, un veya ev yapımı topikal maddelerin kullanımı pek çok toplumda geleneksel bir uygulama olarak sürmektedir. Ancak bu maddelerin çoğu steril değildir ve kord çevresinde nemli bir ortam oluşturarak bakteriyel çoğalmaya elverişli koşullar yaratmaktadır. Özellikle kül ve un gibi partikül içeren maddeler, göbek

kordonu çevresinde mikrotravmaya yol açarak cilt bariyerinin bütünlüğünü bozabilmekte; bu durum patojenlerin dokuya penetrasyonunu kolaylaştırmaktadır. Benzer şekilde bitkisel macunlar ve yağların oluşturduğu kapatıcı tabaka, kord dokusunun fizyolojik kuruma sürecini geciktirerek omfalit ve potansiyel olarak neonatal sepsis riskini artırmaktadır. Bu nedenle, geleneksel maddelerin kullanımının enfeksiyon açısından risk oluşturduğu hem epidemiyolojik çalışmalar hem de klinik gözlemlerle desteklenmiştir (Gelano et al., 2019). Öte yandan, umbilikal kord bakımında %4 klorheksidin uygulaması özellikle ev doğumlarının yaygın olduğu, hijyen koşullarının sınırlı bulunduğu ve neonatal enfeksiyonların başlıca mortalite nedenlerinden biri olduğu düşük ve orta gelirli ülkelerde belirgin koruyucu etki göstermektedir. Büyük ölçekli küme randomize kontrollü çalışmalar ve meta-analizler, klorheksidin omfalit insidansını ve neonatal mortaliteyi anlamlı düzeyde azalttığını ortaya koymuştur (Sazawal et al., 2016; Semrau et al., 2016). Bu güçlü kanıtlar doğrultusunda WHO, yüksek enfeksiyon riski taşıyan toplumlarda klorheksidin kullanımını standart uygulama olarak önermektedir. Buna karşın, doğumların çoğunlukla sağlık kuruluşlarında gerçekleştiği, aseptik koşulların sağlandığı ve neonatal sepsis riskinin düşük olduğu yüksek gelirli ülkelerde klorheksidin kullanımının, yalnızca temiz ve kuru bırakma (dry cord care) yöntemine göre belirgin ek fayda sağlamadığı gösterilmiştir. Bu nedenle güncel uluslararası rehberler, hastane ortamlarında umbilikal kordun temiz ve kuru tutulmasının yeterli olduğunu, antiseptik kullanımının ise yalnızca enfeksiyon riski artmış bebeklerde veya kontaminasyon şüphesi bulunan durumlarda değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (WHO, 2022).

Kültürel Ritüeller ve Geleneksel İnanç Temelli Uygulamalar

Kültürel ritüeller ve geleneksel inanç temelli uygulamalar, özellikle nazara karşı kullanılan objeler, enerji ritüelleri veya göz ve kulak bölgesine yönelik pratikler gibi yöntemleri içermekte; ancak bu uygulamaların klinik etkinliğini destekleyen bilimsel kanıt bulunmamaktadır. Mevcut literatür, bu tür uygulamaların çoğunda steril olmayan objelerin veya karışımların bebeklerin cildine, göz çevresine ya da kulak kanalına doğrudan temas ettiğini ve bunun enfeksiyon riskini artırdığını bildirmektedir. Örneğin steril olmayan boncuk, metal aksesuar, kömür/kül, bitkisel macunlar ya da ev yapımı yağlar mikroorganizma içerebilmekte ve uygulandıkları bölgede konjonktivit, blefarit, otitis externa veya dermal enfeksiyon gibi problemlerle ilişkilendirilmektedir (O'Sullivan & Ring, 2019). Bazı ritüellerde yapılan sürme, baskı uygulama, “göz çıkarma” olarak adlandırılan manipülasyonlar veya kulak–göz içine sıvı damlatma gibi işlemler ise mukoza ve cilt bariyerinde mikrotravmaya neden olarak patojen girişini kolaylaştırmaktadır. Bu durumun özellikle yenidoğan ve küçük

çocuklarda bağışıklık sisteminin henüz tam gelişmemiş olması nedeniyle daha ciddi enfeksiyonlara yol açabileceği belirtilmektedir (Leung & Robson, 2019). Ayrıca ortak objelerin kullanılması, el hijyeninin göz ardı edilmesi ve kullanılan materyallerin kaynağının bilinmemesi çapraz bulaşma riskini artırmaktadır. Bu nedenle bu uygulamalar yalnızca etkisiz olmakla kalmayıp, aynı zamanda enfeksiyon ve travma açısından tıbbi risk taşımaktadır.

Hemşireler ve Sağlık Profesyonellerinin Rolü

Hemşireler ve diğer sağlık profesyonelleri, ailelerin bebek bakımında kullandığı geleneksel, tamamlayıcı ve bitkisel uygulamaların güvenliğini değerlendirmede kritik bir role sahiptir. Klinik izlem sırasında ailelerin bebeğe uyguladıkları tüm yöntemlerin ayrıntılı biçimde sorgulanması önerilmektedir. Literatüre göre ailelerin tamamlayıcı yöntemlere yönelimi oldukça yüksek olmakla birlikte, bu bilgilerin sağlık çalışanlarıyla çoğu zaman paylaşılmadığı ve hemşirelerin ancak aktif biçimde soru sorduklarında bu uygulamalardan haberdar olabildiği bildirilmektedir (Frawley et al., 2013). Kullanılan yöntemin materyal özellikleri, uygulama sıklığı, ürün içeriği ve potansiyel yan etkileri dikkatle değerlendirilmelidir. Pediatri hemşirelerinin geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamaları konusunda bilgi düzeylerinin sınırlı olabildiği, bu nedenle ailelere rehberlik edebilmek için sistematik bir değerlendirme yaklaşımına ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir (Kav et al., 2021). Bu değerlendirmeye dayalı olarak ailelere kanıta dayalı, uygulanabilir ve güvenli alternatifler sunmak hemşirelik bakımının önemli bir bileşenidir. Aynı zamanda sağlık profesyonellerinin toplum düzeyinde eğitim ve farkındalık programlarına aktif katılımı, yanlış uygulamaların azaltılması ve ailelerin güvenli bebek bakım yöntemleri konusunda desteklenmesi açısından etkili görülmektedir (Ernst, 2011). Kültürel açıdan duyarlı, aile merkezli bir iletişim yaklaşımıyla sürdürülen bu danışmanlık süreci, hem anne-baba güvenliğini artırmakta hem de bebek sağlığı için risk oluşturan uygulamaların erken dönemde belirlenmesine olanak sağlamaktadır (Hall et al., 2012). Sonuç olarak tamamlayıcı uygulamalar bebek bakımının kültürel olarak yerleşik bir parçasıdır; ancak etkilerine ve güvenliğine ilişkin kanıtlar heterojendir. Sağlık profesyonelleri, aileleri yargılamadan dinleyerek riskli uygulamaları belirlemeli ve bilimsel olarak desteklenen müdahalelere yönlendirmelidir. Daha güçlü, standartlaştırılmış, uzun dönemli çalışmalar alanın gelişimine katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

1. Cooke, A., Cork, M. J., Victor, S., Campbell, M., Danby, S., & Chittock, J. (2016). Olive oil, sunflower oil or no oil for baby dry skin: A pilot randomized controlled trial. *Acta Dermato-Venereologica*, 96(6), 754–760.
2. Ernst, E. (2011). Communication with patients about complementary/alternative medicine. *Perspectives in Public Health*, 131(1), 28–29.

3. Frawley, J., Adams, J., Sibbritt, D., Steel, A., Broom, A., Gallois, C., & Wardle, J. (2013). Prevalence and characteristics of parents using complementary and alternative medicine for their child's health: A national cohort study. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 49(6), 438–443.
4. Gavish, L., et al. (2023). Real-world evaluation of a fennel-based herbal treatment for infantile colic. *Journal of Herbal Medicine*, 39, 100467.
5. Gelano, T. F., et al. (2019). Chlorhexidine cord care for the prevention of neonatal sepsis: Systematic review. *Infection and Drug Resistance*, 12, 1315–1324.
6. Hall, H., McKenna, L., & Griffiths, D. (2012). Midwives' and nurses' knowledge, attitudes and use of complementary and alternative medicine in pregnancy. *Women and Birth*, 25(4), 199–205.
7. Harb, T., et al. (2016). Probiotics and fennel for infantile colic: A systematic review. *European Journal of Pediatrics*, 175, 129–142.
8. Jain, K., et al. (2015). Gripe water administration in infants 1–6 months of age: A cross-sectional study. *Journal of Pharmacology & Pharmacotherapeutics*, 6(3), 162–165.
9. Jean, D., & Cyr, C. (2020). Use of complementary and alternative medicine in children: A Canadian perspective. *Pediatrics & Child Health*, 25(3), 133–139.
10. Kanti, V., et al. (2021). Skin barrier function in infants: Impact of vegetable oils. *Dermatology*, 237(2), 267–276.
11. Kav, S., Yilmaz, A. A., Yilmaz, H., & Güler, G. (2021). Knowledge and attitudes of pediatric nurses towards traditional and complementary medicine and the applications consulted by families. *Turkiye Klinikleri Journal of Nursing Sciences*, 13(3), 682–690.
12. Kirmayer, L. (2019). Cultural competence and evidence-based practice in mental health. *American Psychologist*, 74(8), 1068–1079.
13. Leung, A. K. C., & Robson, W. L. M. (2019). Eye infections in children. *Pediatrics & Child Health*, 24(1), 41–47.
14. Marcus, D. M., & Grollman, A. P. (2021). Botanical medicines — The need for regulatory reform. *New England Journal of Medicine*, 384, 109–111.
15. O'Sullivan, L., & Ring, J. (2019). Risks of traditional healing practices in infants. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 55(9), 1119–1124.
16. Sazawal, S., et al. (2016). Chlorhexidine cord cleansing and neonatal mortality. *The Lancet Global Health*, 4(11), e782–e791.
17. Semrau, K. E. A., et al. (2016). Effectiveness of 4% chlorhexidine umbilical cord care: Evidence synthesis. *Global Health: Science and Practice*, 4(1), 68–81.
18. Telofski LS, Morello AP 3rd, Mack Correa MC, Stamatias GN. The infant skin barrier: can we preserve, protect, and enhance the barrier? *Dermatol Res Pract*. 2012;2012:198789. doi: 10.1155/2012/198789. Epub 2012 Sep 4. PMID: 22988452; PMCID: PMC3439947.
19. Vlieger, A. M., et al. (2018). Complementary medicine use in infants: A review. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 66(5), 687–694.
20. Vohra, S., et al. (2021). Pediatric complementary medicine research: Gaps and priorities. *Pediatrics*, 147(3), e2020045321.

GESTASYONEL DİYABETİN ÇOCUK SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ**Doç. Dr. Tülay BÜLBÜL**

Erciyes University, Faculty of Health Science, Department of Nursing, Melikgazi, Kayseri

ORCID ID: 0000-0001-5166-0074**Doç. Dr. Öznur BAŞDAŞ**

Erciyes University, Faculty of Health Science, Department of Nursing, Melikgazi, Kayseri

ORCID ID: 0000-0003-0752-6614**ÖZET**

Gestasyonel diyabet, gebelik sırasında ortaya çıkan ve anne ile bebek sağlığını çok yönlü etkileyen önemli bir metabolik bozukluktur. Yetersiz insülin yanıtına bağlı gebelik hiperglisemisi ile karakterize gestasyonel diabetes mellitus, hem anne hem de çocuk sağlığı için önemli riskler oluşturur.

Literatür, gestasyonel diyabetin yalnızca gebelik sürecindeki komplikasyonları artırmakla kalmadığını, aynı zamanda çocukluk ve adölesan dönemlerinde uzun vadeli sağlık sonuçlarına yol açtığını göstermektedir. Bu nedenle gestasyonel diyabet, intrauterin dönemde başlayan ve yaşam boyu etkileri olabilen bir halk sağlığı sorunu olarak değerlendirilmektedir.

Fetüsün maternal hiperglisemiye maruz kalması, makrozomi ve neonatal hipoglisemi gibi kısa vadeli komplikasyonlara ve obezite, glukoz intoleransı, metabolik sendrom, kardiyovasküler disfonksiyon ve tip 2 diyabet gibi uzun vadeli risklere yol açmaktadır. Ayrıca, hipertansiyon, nefropati ve alkolsüz yağlı karaciğer hastalığı risklerini artırdığı için kardiyovasküler, renal ve gastrointestinal sistemleri etkiler. Ek olarak, gestasyonel diyabet komplikasyonları osteoporoz, hiperlipidemi ve çocukta infertilite riskini artırabilir.

Gestasyonel diyabet öyküsü olan anne çocuklarının doğumdan itibaren multidisipliner biçimde izlenmesi önemlidir. Düzenli büyüme-gelişme değerlendirmeleri yapılmalı; beslenme, fiziksel aktivite ve yaşam tarzı konularında aileler desteklenmelidir. Böylece uzun dönemde gelişebilecek metabolik ve nörogelişimsel sorunların azaltılması mümkün olabilmektedir.

Anahtar kelimeler: Gestasyonel diyabet, fetus, çocuk sağlığı

EFFECTS OF GESTATIONAL DIABETES ON CHILD HEALTH**ABSTRACT**

Gestational diabetes is a significant metabolic disorder that occurs during pregnancy and affects maternal and fetal health in multiple ways. Characterized by gestational hyperglycemia due to inadequate insulin response, gestational diabetes mellitus poses significant risks to both maternal and fetal health.

Literature demonstrates that gestational diabetes not only increases complications during pregnancy but also leads to long-term health consequences in childhood and adolescence.

Therefore, gestational diabetes is considered a public health problem that begins in utero and can have lifelong effects.

Fetal exposure to maternal hyperglycemia leads to short-term complications such as macrosomia and neonatal hypoglycemia, and long-term risks such as obesity, glucose intolerance, metabolic syndrome, cardiovascular dysfunction, and type 2 diabetes. It also affects the cardiovascular, renal, and gastrointestinal systems, increasing the risk of hypertension, nephropathy, and non-alcoholic fatty liver disease. Additionally, complications of gestational diabetes can increase the risk of osteoporosis, hyperlipidemia, and infertility in children.

Multidisciplinary monitoring of children born to mothers with a history of gestational diabetes is important from birth. Regular growth and development assessments should be conducted, and families should be supported in nutrition, physical activity, and lifestyle. This can help reduce the risk of long-term metabolic and neurodevelopmental problems.

Keywords: Gestational diabetes, fetus, child health

1. Giriş

Gestasyonel diyabet, gebelik sırasında ortaya çıkan ve anne ile bebek sağlığını çok yönlü etkileyen önemli bir metabolik bozukluktur. Gestasyonel diyabet gebeliğin başlangıcıyla birlikte herhangi bir derecede insülin direncine karşılık gelen kronik glikoz intoleransı olarak tanımlanmaktadır (Sharma 2022; Polat 2024). Bu durum anne, gelişmekte olan fetüs ve yenidoğan için önemli riskler oluşturarak ciddi morbiditeye neden olabilir. (Rodolaki 2023).

Gebelikte diyabet, fetal dönemden yenidoğan dönemine ve hatta ergenlik ve yetişkinliğe kadar çocuklarda çok sayıda olumsuz sonuç için bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir. Perinatal dönemde maternal hiperglisemi, fetüsün damar yapısında bozulmalara yol açabilir ve bu da fetal hipoksi, fetal asfiksi ve hatta intrauterin ölüm veya spontan düşükle sonuçlanabilir. Fetal hipoksi ayrıca eritropoietin üretiminin artmasını uyarak polisitemi, hiperviskozite, tromboz riskinin artması ve hiperbilirubinemiye neden olabilir. Ek olarak, maternal diyabet, plasenta dekolmanı ve erken doğumu tetikleyebilen polihidramnios olasılığıyla ilişkilendirilmiştir (Preda 2023; Sharma 2022; Rodolaki 2023; Taşkın 2024).

Diyabetik gebelikler yenidoğanda gelişebilecek komplikasyonlarla da ilişkilendirilmiştir. Fetüsteki hiperglisemik durum daha yüksek insülin salgılanmasına neden olarak ikinci trimesterde hiperinsülinemiye yol açar. Fetüsün intrauterin yaşam sırasında birincil büyüme faktörü olan yüksek insülin seviyelerine maruz kalması sonucu bebekte makrozomi görülür. Gestasyonel diyabeti olan kadınların normal gebelik geçiren kadınlara kıyasla makrozomik bebek doğurma riski 2-3 kat daha fazladır. Makrozomik bebek diyabetli gebeliklerin yaklaşık

%25'inde görülür ve doğum travması riskini artırır (Sharma 2022; Rodolaki 2023; Al Bekai 2025; Dağcı 2024).

Diyabetli kadınlardan doğan bebeklerin genellikle daha düşük Apgar skorlarına ve özellikle önceden diyabeti olanlarda daha yüksek neonatal hipoglisemi insidansına sahip olduğu bildirilmiştir. Yenidoğan hipoglisemisi, gestasyonel diyabeti olan annelerin bebeklerinde en sık görülen metabolik bozukluklardan biridir. Yenidoğanda hipoglisemiye maruz kalma, nörolojik sekeller ve kötü nörogelişimsel sonuçlara neden olmaktadır. Hipoglisemi yaşayan bebekler gelecekte gelişimsel gecikmelere ve geri döndürülemez nörolojik hasara yol açan ciddi serebral eksiklikler gösterebilir (Al Bekai 2025; Rodolaki 2023; Kole 2020). Bu nedenle doğum sonrası erken beslenme, fetal dönemden neonatal döneme geçişte kan glukozunun uygun şekilde sürdürülmesini sağlaması bakımından büyük önem taşır (Kınık 2023; Taşkın 2024).

Fetal hiperinsülinizm, yüzey aktif madde üretimini engelleyebilir ve böylece kolinin lesitin içine dahil edilmesini engelleyerek fetal akciğer olgunlaşmasını geciktirebilir. Buna bağlı olarak da yenidoğanda solunum sıkıntısı sendromunun gelişebilir. Yapılan meta-analiz sonuçları, gestasyonel diyabet ile yenidoğanlarda solunum sıkıntısı sendromu riskinin artması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir (Rodolaki 2023; Yang 2024).

Çocukluk ve hatta yetişkinlikte obezite, gestasyonel diyabetli gebeliklerle ilişkilendirilen bir komplikasyondur. Gestasyonel diyabeti olan kadınların yenidoğanlarının çoğu ortalamadan daha büyük doğmaktadır ve çok sayıda çalışma bu fazla kilonun yaşam boyunca kalarak aşırı kiloya veya obeziteye yol açtığını göstermiştir. Beden kitle indeksindeki bu artışın diabetes mellitus tip 2, kardiyovasküler hastalıklar, metabolik sendrom ve hatta kanserler gibi olumsuz komplikasyonlara neden olduğu kanıtlanmıştır. Maternal obezitenin, çocuklarda 2 kat daha fazla metabolik sendrom ve tip 2 diyabet geliştirme riskine neden olduğu belirtilmektedir (Al Bekai 2025; Preda 2023; Dağcı 2024).

Gestasyonel diyabetes mellitusun doğum sonrası da birçok kısa ve uzun vadeli komplikasyonla ilişkili olduğu bildirilmiştir. İlerleyen çocukluk yıllarında, diyabetli annelerden doğan bireylerin obezite, kardiyovasküler hastalık, metabolik sendrom, bozulmuş glukoz toleransı, tip 2 diabetes mellitus, hipertansiyon gibi bir çok hastalık ile karşılaştığı bildirilmiştir. Ek olarak, gestasyonel diyabetin komplikasyonları çocukta osteoporoz, hiperlipidemi ve kısırlık riskini artırabilir. Dahası, maternal diyabetin gelecekteki çocuklarda nörobilişsel ve psikiyatrik bozukluklarla bağlantısını gösteren giderek artan sayıda veri bulunmaktadır. Epigenetik, inflamasyon ve oksidatif stres ve yapısal beyin değişiklikleri dahil olmak üzere

birden fazla mekanizma, maternal diyabetin gelişmekte olan beyin üzerindeki etkisinin altında yatan potansiyel faktörler olarak dikkat çekmektedir (Rodolaki 2023; Al Bekai 2025).

2. Sonuç

Bu bağlamda olumsuz maternal ve neonatal sonuçları azaltmak için gestasyonel diyabetin erken teşhisi ve etkili yönetimi son derece önemlidir. Gestasyonel diyabet öyküsü olan anne çocuklarının doğumdan itibaren multidisipliner biçimde izlenmesi gerekmektedir. Düzenli büyüme-gelişme değerlendirmeleri yapılmalı; beslenme, fiziksel aktivite ve yaşam tarzı konularında aileler desteklenmelidir.

Kaynaklar

- Al Bekai E, Beaini CE, Kalout K, Safeddine O, Semaan S, Sahyoun F, Ghadieh HE, Azar S, Kanaan A, Harb F. (2025). The hidden impact of gestational diabetes: Unveiling offspring complications and long-term effects. *Life* 15, 440. <https://doi.org/10.3390/life15030440>
- Dağcı S, Ören B. (2024). Gestasyonel diyabet risk faktörleri ve riskin belirlenmesinde ebeinin rolü. *Jaren*.10(3), 221-230.
- Kınık E, Yılmaz T, Kaya HD, Günaydın S. (2023). Gestasyonel diyabetes mellitusun emzirme ve doğum sonu dönem üzerine etkisi. *KTO Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi* 4(2), 139-150
- Kole MB, Ayala NK, Clark MA, Has P, Esposito M, Werner EF. (2020). Factors associated with hypoglycemia among neonates born to mothers with gestational diabetes mellitus. *Diabetes Care* 43, e194–e195 | <https://doi.org/10.2337/dc20-1261>
- Polat M, Demirdağ E. (2024). Gebelik ve diyabet. Karabacak RO, editör. *İnsan Gametlerinden Doğuma Endokrinoloji*. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri p.59-71.
- Preda A, Iliescu DG, Comănescu A, Zorilă GL, Vladu IM, Fortofoiu, M.C, T, et al. (2023). Gestational diabetes and preterm birth: What do we know? Our experience and mini-review of the literature. *J. Clin. Med.* 12, 4572. <https://doi.org/10.3390/jcm12144572>
- Rodolaki K, Pergialiotis V, Iakovidou N, Boutsikou T, Iliodromiti Z and Kanaka-Gantenbein C. (2023). The impact of maternal diabetes on the future health and neurodevelopment of the offspring: a review of the evidence. *Front Endocrinol.* 14, 1125628. doi: 10.3389/fendo.2023.1125628
- Sharma AK, Singh S, Singh H, Mahajan D, Kolli P, Mandadapu G, Kumar B, Kumar D, Kumar S, Jena MK. (2022). Deep insight of the pathophysiology of gestational diabetes mellitus. *Cells* 11, 2672. <https://doi.org/10.3390/cells11172672>
- Taşkın L. (2024). Doğum ve Kadın Sağlığı Hemşireliği. Akademisyen Kitabevi, 19. Baskı, Ankara.
- Yang F, Liu H, Ding C. (2024). Gestational diabetes mellitus and risk of neonatal respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Diabetology & Metabolic Syndrome* 16, 294

HEMŞİRELİKTE DEĞİŞİM YÖNETİMİ: SAĞLIK KURUMLARINDA DÖNÜŞÜMÜ GÜÇLENDİREN STRATEJİK BİR LİDERLİK SÜRECİ

Fatma AZİZOĞLU

Haliç University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing,
Alibeyköy Campus

ORCID: 0000-0002-7102-9797

Banu TERZİ

Akdeniz University, Faculty of Nursing, Konyaaltı Campus

ORCID: 0000-0002-9500-6872

ÖZET

Sağlık sistemlerinde dijitalleşme, artan bakım karmaşıklığı, kronik hastalık yükü ve iş gücü dinamiklerindeki değişim, hemşirelikte etkili değişim yönetimini stratejik bir gereklilik haline getirmiştir. Bu çalışma, hemşirelikte değişim yönetimi uygulamalarını analiz etmeyi ve hemşire liderlerin değişimi yönetirken benimsediği yaklaşımları güncel literatür üzerinden incelemeyi amaçlamaktadır. PubMed, Scopus, Web of Science ve CINAHL veri tabanlarında 2015–2024 yılları arasında yayımlanan açık erişimli çalışmalar “nursing leadership”, “change management”, “organizational change”, “innovation in nursing” anahtar sözcükleriyle taranmış ve değerlendirilmiştir. Literatürde hemşirelikte değişim yönetiminin dört temel boyutta şekillendiğini göstermektedir. İlk olarak, dönüşümcü liderlik ve etkili iletişim, çalışanların değişime uyumunu artırmakta ve kurumsal vizyonun benimsenmesini kolaylaştırmaktadır. İkinci olarak, örgütsel kültür ve direnç yönetimi, değişim sürecinin başarısında belirleyici olup şeffaflık, çalışan katılımı ve psikolojik güven ortamı direnç davranışlarını azaltmaktadır. Üçüncü boyut olan dijital sağlık teknolojilerine adaptasyon, hemşirelik rollerini yeniden tanımlamakta; yapay zekâ destekli uygulamalar, elektronik kayıt sistemleri ve klinik karar destek teknolojileri değişim hızını artırmaktadır. Son olarak, sürekli mesleki gelişim ve eğitim, hemşirelerin yeni uygulamalara uyumunu güçlendirerek değişimin sürdürülebilirliğini sağlamaktadır. Sonuç olarak hemşirelikte etkili değişim yönetimi, bakım kalitesinin yükseltilmesi, yenilikçi uygulamaların yerleşmesi ve çalışan bağlılığının artırılması için kritik bir unsurdur. Sağlık kurumlarına; liderlik kapasitesini güçlendiren eğitim programlarına yatırım yapmaları, dijital dönüşüm süreçlerinde hemşirelerin aktif katılımını desteklemeleri ve değişim kültürünü kurumsal düzeyde yapılandırmaları önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik, Değişim Yönetimi, Liderlik, Örgütsel Değişim.

ABSTRACT

Digitalization in healthcare systems, increasing care complexity, the growing burden of chronic diseases, and shifts in workforce dynamics have made effective change management a strategic necessity in nursing. This study aims to analyze change management practices in nursing and

to examine the approaches adopted by nurse leaders when managing change based on current literature. Open-access studies published between 2015–2024 in PubMed, Scopus, Web of Science, and CINAHL databases were reviewed using the keywords “nursing leadership,” “change management,” “organizational change,” and “innovation in nursing.” The literature reveals that change management in nursing is shaped around four fundamental dimensions. First, transformational leadership and effective communication enhance staff adaptation to change and facilitate the adoption of the organizational vision. Second, organizational culture and resistance management play a decisive role in the success of change processes, while transparency, staff engagement, and psychological safety help minimize resistance behaviors. The third dimension, adaptation to digital health technologies, redefines nursing roles; artificial intelligence–supported applications, electronic health records, and clinical decision support technologies accelerate the pace of change. Lastly, continuous professional development and education strengthen nurses’ adaptation to new practices and ensure the sustainability of change. In conclusion, effective change management in nursing is essential for improving care quality, fostering innovative practices, and enhancing employee engagement. It is recommended that healthcare organizations invest in leadership development programs, support nurses’ active participation in digital transformation processes, and structure a culture of change at the organizational level.

Keywords: Nursing, Change Management, Leadership, Organizational Change.

1. GİRİŞ

Sağlık kurumları, açık sistem niteliği nedeniyle çevresel, teknolojik, ekonomik ve sosyo-politik değişimlere sürekli maruz kalan, yüksek belirsizlik ve risk içeren örgütlerdir. Örgütlerin varlığını sürdürebilmesi, hizmet kalitesini koruyup geliştirebilmesi ve çalışanlarını elde tutabilmesi, bu değişimlere uyum sağlayacak esnek yapılara ve etkili değişim yönetimi süreçlerine sahip olmasına bağlıdır (Türe, 2019; Wagner, 2018). Modern sağlık hizmetlerinde hızlı dijital dönüşüm, yapay zekâ destekli klinik karar sistemleri, sağlıkta dönüşüm programları, artan yaşlı nüfus, kronik hastalık yükü ve hemşire işgücü krizinin derinleşmesi; hemşirelik hizmetlerini değişimin tam merkezine yerleştirmektedir (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2021; Spanos et al., 2024). Hemşireler, sağlık kurumlarında en kalabalık profesyonel grup olarak, hem değişimden en çok etkilenen hem de değişimi sahada hayata geçiren temel aktörlerdir (Baykal & Ercan Türkmen, 2014). Türkçe literatürde, hemşirelikte değişim yönetimi; hem örgütsel değişim dinamiklerinin hem de hemşirelerin iş rolleri, bakım modelleri, eğitim koşulları ve performans değerlendirme sistemleri üzerindeki

etkilerinin tartışıldığı önemli bir araştırma alanı hâline gelmiştir (Türe, 2019). Değişim yönetimi ve hemşirelik konusunu ele alan çalışmalar, hemşirelerin değişim süreçlerini anlaması, fırsat ve tehditleri doğru okuyabilmesi ve değişimi etkin yönetebilmesi için kuramsal bilgi kadar liderlik becerilerine de ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadır (Atam, 2020; Gürsoy & Candaş Altınbaş, 2020). Uluslararası literatürde ise, özellikle dönüşümcü (transformational) liderlik, hemşirelerin iş doyumu, kurumsal bağlılık, hasta güvenliği kültürü, örgütsel esneklik ve değişime hazırlık düzeyi gibi göstergelerle güçlü bir şekilde ilişkilendirilmektedir (Gebreheat et al., 2023; Mekonnen & Bayissa, 2023; Tsapnidou et al., 2024). Dönüşümcü hemşire liderler; vizyon oluşturma, çalışanları güçlendirme, yenilikçiliği teşvik etme ve örgütsel öğrenme kültürü yaratma rolleriyle, değişim yönetiminin stratejik boyutunu ön plana çıkarmaktadır (Tsapnidou et al., 2024). Kanıta dayalı uygulamaların yaygınlaştırılması, klinik bakım protokollerinin güncellenmesi, hasta güvenliği programlarının uygulanması ve dijital sistemlerin entegrasyonu gibi pek çok girişim, hemşireler için iyi tasarlanmış bir “değişim yönetimi süreci” gerektirir. Türkiye’de yapılan derlemeler, kanıta dayalı uygulamaların benimsenmesinin; bireysel, kurumsal, teknolojik ve politik birçok engelle karşılaştığını, bu engellerin aşılmasında özellikle lider hemşirelerin kritik rol oynadığını göstermektedir (Gürsoy & Candaş Altınbaş, 2020; Wagner, 2018). Bu bağlamda değişim yönetimi, yalnızca teknik bir süreç değil; vizyon, strateji, insan davranışı, örgüt kültürü ve güç ilişkilerini aynı anda yönetmeyi gerektiren stratejik bir liderlik süreci olarak ele alınmalıdır. Gebreheat et al., Mekonnen ve Bayissa’nın çalışmalarında; dönüşümcü liderlik stiline, hemşirelerin iş doyumu ve örgütsel değişime hazırlık düzeyini artırdığı, değişim süreçlerinde dirençle baş etmeyi kolaylaştırdığı gösterilmiştir (Gebreheat et al., 2023; Mekonnen & Bayissa, 2023). Bu çalışma, hemşirelikte değişim yönetimi uygulamalarını analiz etmeyi ve hemşire liderlerin değişimi yönetirken benimsediği yaklaşımları güncel literatür üzerinden incelemeyi amaçlamaktadır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Sağlık Kurumlarında Değişim Dinamikleri ve Hemşirelik

Sağlık kurumlarında değişim; politika reformları, finansman modelleri, akreditasyon ve kalite standartları, klinik rehberler, bilişim teknolojileri, hasta beklentileri ve iş gücü profillerindeki değişiklikler gibi çok boyutlu güçler tarafından tetiklenmektedir (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2021; Spanos et al., 2024). Türk literatüründe “değişim yönetimi ve hemşirelik” konulu derlemelerde; hemşirelik rollerinin çeşitlenmesi, bakım modellerinin değişmesi, performans ve ücretlendirme sistemlerinin dönüşmesi, örgütsel hiyerarşilerin yeniden yapılandırılması gibi süreçlerin hemşirelikte değişim ihtiyacını artırdığı

vurgulanmaktadır (Türe, 2019; Baykal & Ercan Türkmen, 2014). Değişim, planlı veya plansız, artımsal (inkremental) veya köklü (radikal) biçimlerde gerçekleşebilir. Sağlık kurumlarında çoğu değişim; hasta güvenliği, maliyet etkinlik, hasta deneyimi, yasal uyum ve teknolojik yenilikler gibi gerekçelerle planlı olarak başlatılsa da, epidemiler, afetler ve krizler gibi öngörülemeyen durumlar değişimin acil ve plansız biçimlerini de gündeme getirir. Bu nedenle hemşirelerin, hem planlı değişim projelerinde rol almaları hem de beklenmeyen dönüşümlere uyum sağlayacak esnekliğe sahip olmaları beklenir (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2021; Udod, 2018). Türkiye’de lisansüstü hemşirelik programlarında “Hemşirelikte Değişim Yönetimi” başlıklı derslerin yer alması, değişim yönetiminin hemşirelik mesleği için stratejik bir yetkinlik olarak ele alındığının önemli bir göstergesidir. Söz konusu derslerde planlı değişim süreci, değişime direnç, liderlik rolü, değişim kültürü ve örgüt geliştirme teknikleri gibi başlıklar sistematik biçimde ele alınmaktadır (Wagner, 2018).

2.2. Değişim Yönetimi Kuramları: Lewin ve Kotter Perspektifinden Hemşirelik

Değişim yönetiminde sıklıkla başvurulanan klasik modellerden biri, Kurt Lewin’in “planlı değişim kuramı”dır. Lewin, değişim sürecini üç aşamada ele alır: çözülme (unfreezing), değiştirme (moving/change) ve yeniden dondurma (refreezing). Shirey (2013), bu kuramı “insan boyutunu harekete geçirmek için stratejik bir kaynak” olarak tanımlayarak, hemşirelik yönetiminde değişim projelerini planlamak için pratik bir çerçeve sunduğunu belirtir. Bu modele göre hemşire lider, öncelikle değişim gereksinimini görünür kılar; ardından yeni davranış ve süreçleri destekleyecek eğitim, iletişim ve katılım faaliyetlerini yürütür; son aşamada ise yeni uygulamaları standart hâle getirerek kurumsal kültüre yerleştirmeye çalışır (Shirey, 2013; Türe, 2019). Bununla birlikte, Lewin’in modelinin çizgisel ve görece statik bir yaklaşım sunduğu, hızlı ve karmaşık sağlık ortamını tam olarak yansıtmakta yetersiz kalabileceği eleştirileri de vardır (Wagner, 2018; Spanos et al., 2024). Bu nedenle, güncel rehberler, hemşire liderlerin değişimi çevrimsel, geri bildirim odaklı ve uyarlanabilir süreçler olarak kurgulamasını önermektedir (Udod, 2018; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2021). Kotter’in sekiz aşamalı değişim modeli de hemşirelikte değişim yönetimi literatüründe sıkça atıf alan bir diğer çerçevedir. Kotter; aciliyet duygusu yaratma, rehber koalisyon kurma, vizyon geliştirme ve iletme, geniş katılımlı eylemi güçlendirme, kısa dönemli kazanımlar yaratma, kazanımları pekiştirme ve değişimi kurumsal kültüre yerleştirme adımlarını tanımlar (Kotter, 1996). Hemşirelik bağlamında bu model; kalite geliştirme projeleri, akreditasyon süreçleri, iş akışlarının yeniden tasarımı ve dijital sistemlerin

entegrasyonu gibi büyük ölçekli dönüşümlerde, özellikle üst düzey hemşire liderlerin kullanabileceği bir yol haritası sunmaktadır (Kotter, 1996; Wagner, 2018). Güncel çalışmalar, sağlık kurumlarındaki karmaşıklık dikkate alan, doğrusal olmayan değişim yaklaşımlarının önemine de işaret etmektedir. Spanos ve arkadaşlarının (2024) karmaşıklık bağlamında sağlık liderliğini inceleyen kapsamlı derlemesi, liderlerin belirsizlik, çok aktörlü yapı ve hızla değişen koşullar altında çevik ve uyarlanabilir davranmaları gerektiğini vurgular. Bu bulgular, hemşirelikte değişim yönetimi sürecinin yalnızca bir model seçimi değil; bağlama duyarlı, kanıta dayalı ve reflektif bir liderlik pratiği gerektirdiğini göstermektedir (Spanos et al., 2024; Udod, 2018).

2.3. Hemşirelikte Liderlik Yaklaşımları ve Değişim Yönetimi

Değişim yönetiminin başarısı, büyük ölçüde hemşire liderlerin benimsediği liderlik stiline bağlıdır. Dönüşümcü liderlik, hemşirelik literatüründe değişime öncülük eden en güçlü yaklaşımlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Tsapnidou et al., (2024) kapsamlı derleme çalışmasında; dönüşümcü hemşire liderliğin insan kaynakları yönetimi (iş doyumu, örgütsel bağlılık, personel devir hızının azalması) ve sağlık hizmet sunumu (bakım kalitesi, hasta güvenliği, örgütsel sürdürülebilirlik) alanlarında önemli kazanımlar sağladığı gösterilmektedir (Gebreheat et al., 2023; Tsapnidou et al., 2024). Literatürde yapılan çalışmalarda, dönüşümcü ve etkileşimci liderlik tarzlarının sağlık profesyonellerinin “örgütsel değişime hazırlık” düzeyi üzerindeki etkisi incelenmiş; dönüşümcü liderlik stiline, çalışanların değişimi bir tehditten çok gelişim fırsatı olarak algılamasına katkı sağladığı saptanmıştır (Gebreheat et al., 2023; Mekonnen & Bayissa, 2023). Benzer şekilde, uluslararası derlemeler, dönüşümcü liderliğin hemşirelerin iş doyumu, tükenmişlik düzeyi, hasta güvenliği kültürü ve kalite göstergeleri üzerinde olumlu etkilerini ortaya koymaktadır (Gebreheat et al., 2023; Tsapnidou et al., 2024). Demokratik ve katılımcı liderlik de hemşirelikte değişim yönetimi açısından kritik öneme sahiptir. Türkiye’de yapılan çalışmalarda, yönetici hemşirelerin demokratik liderlik yaklaşımı benimsediği birimlerde hemşirelerin değişime daha olumlu yaklaştığı, iş birliği ve hoşgörü kültürünün güçlendiği ve değişime direncin azaldığı belirtilmektedir (Atam, 2020; Baykal & Ercan Türkmen, 2014). Bu bulgu, değişim yönetiminin sadece “ne yapacağız?” sorusuna değil, “bunu ekip ile nasıl yapacağız?” sorusuna da yanıt vermesi gerektiğini göstermektedir. Son yıllarda, hizmetkâr, otantik ve etik liderlik yaklaşımlarının da değişim sürecinde çalışanların güvenini, psikolojik güvenliğini ve etik iklimi güçlendirici rolleri ön plana çıkmaktadır. Tsapnidou et al., (2024) çalışmasında; dönüşümcü liderliğin yanı sıra, etik temelli liderlik yaklaşımlarının da hemşirelerin tükenmişliğini azalttığı, hasta güvenliği kültürünü ve

yenilikçiliği desteklediği rapor edilmiştir. Olatoye et al., (2024) sistematik derlemesi de, farklı liderlik stillerinin sağlık hizmetlerinde yönetim etkinliği ve değişim süreçleri üzerindeki etkilerini tartışarak, stratejik liderliğin önemine dikkat çekmektedir.

2.4. Değişime Direnç, Kurumsal Kültür ve Hemşirelerin Deneyimi

Değişime direnç; değişim sürecinde ortaya çıkan en temel örgütsel davranışlardan biridir ve çoğu zaman pasif tutumlar, geciktirme, eleştiri, geri çekilme ya da açık çatışma biçiminde kendini gösterir. Sağlık sektöründe yapılan çalışmalar; çalışanların değişime çoğunlukla “orta düzeyde” direnç gösterdiğini, değişimin getirdiği yeni görev ve sorumlulukları üstlenme isteğinin ise görece düşük olduğunu ortaya koymuştur (Türe, 2019; Atam, 2020). Türkiye’de sağlık çalışanları üzerinde yürütülen araştırmalarda; mesleki deneyim, eğitim düzeyi ve kurum türüne göre değişime yönelik tutumların farklılaştığı; üniversite hastanelerinde çalışan ve daha yüksek eğitim düzeyine sahip hemşirelerin değişime daha olumlu yaklaştığı bildirilmiştir (Türe, 2019). Bununla birlikte, değişim sürecinin çalışanlarda belirsizlik, güvensizlik ve mesleki geleceğe ilişkin kaygı yaratabildiği; özellikle profesyonel saygınlık ve iş güvencesine yönelik algıların bozulmasının direnç davranışlarını artırdığı vurgulanmaktadır (Atam, 2020; Wagner, 2018). Yönetici hemşirelerin değişime dirençle baş etme sürecinde üstlendikleri rol, hemşirelik yönetimi literatüründe ayrıntılı biçimde tartışılmaktadır. Atam’ın (2020) çalışmasında; yönetici hemşirelerin değişime ilişkin bilgi birikimi, deneyimi, kişiler arası ilişkileri, değişime olan inancı, çalışanlarla bire bir ilgilenebilme, değişim ve dirençle ilgili strateji geliştirme, katılımı ve geri bildirimi destekleme gibi özelliklere sahip olmasının süreci kolaylaştırdığı belirtilmektedir. Kurumsal kültür de değişim yönetiminde temel bir belirleyicidir. Kanıta dayalı uygulamaların hayata geçirilmesine ilişkin derlemelerde; öğrenen örgüt kültürünün, mesleki gelişime ve yenilikçiliğe verilen desteğin, çok disiplinli ekip çalışmasının ve hata bildirimine yönelik cezalandırıcı olmayan yaklaşımların değişim için kolaylaştırıcı unsurlar olduğu vurgulanmaktadır (Gürsoy & Candaş Altınbaş, 2020; Wagner, 2018).

2.5. Sağlık Kurumlarında Stratejik Liderlik ve Dönüşüm Sürecinde Hemşireler

Stratejik liderlik; örgütün uzun vadeli vizyonu ile günlük operasyonları arasında köprü kuran, çevresel fırsat ve tehditleri izleyerek kaynakları yeniden yapılandıran ve çalışanları bu vizyon doğrultusunda harekete geçiren bir liderlik biçimi olarak tanımlanabilir (Olatoye et al., 2024; Udod, 2018). Sağlık kurumlarında stratejik değişim lideri; sadece tek bir projeyi yönetmekle kalmayıp, kurumun misyonu, değerleri, insanlar ve süreçler arasında uyumu sağlayan kişidir (Spanos et al., 2024). Dönüşümcü hemşire liderlik üzerine yapılan kapsamlı taramalarda, stratejik liderlik boyutunun; insan kaynakları yönetimi (personel bulma, elde tutma, kapasite

geliştirme), bakım süreçlerinin yeniden yapılandırılması, kalite ve hasta güvenliği göstergelerinin iyileştirilmesi, kurumsal imaj ve sürdürülebilirlik gibi alanlarda belirleyici olduğu gösterilmiştir (Tsapnidou et al., 2024; Gebreheat et al., 2023). Çalışmalarda, dönüşümcü ve etkileşimci liderlik stillerinin sağlık profesyonellerinin değişime hazırlık ve güvenlik uygulamaları üzerindeki etkisi incelenmiş; özellikle dönüşümcü liderlik stiline, değişim projelerinin başarı olasılığını artırarak örgütsel dönüşüm süreçlerini kolaylaştırdığı vurgulanmıştır (Gebreheat et al., 2023; Mekonnen & Bayissa, 2023). Türkiye’de doktora düzeyinde “Hemşirelikte Değişim Yönetimi” dersi içeriğinde; planlı değişim süreci, değişim kültürü yaratma, yenileşim yönetimi, örgüt geliştirme teknikleri ve sağlık hizmetlerinde değişim uygulamalarının incelenmesi gibi başlıkların yer alması, hemşirelikte stratejik liderlik ve değişim yönetimi ilişkisinin eğitim düzeyinde de kurulduğunu göstermektedir (Baykal & Ercan Türkmen, 2014).

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sağlık kurumlarında değişim; hem toplumun sağlık algısındaki dönüşüm, hem teknolojik ve bilimsel gelişmeler, hem de sağlık politikalarındaki reformlar nedeniyle kaçınılmaz ve süreklilik arz eden bir süreçtir. Bu süreçten en fazla etkilenen ve aynı zamanda değişimi sahada uygulayan profesyonel grup ise hemşirelerdir. Değişim yönetiminin başarısı, büyük ölçüde hemşire liderlerin vizyoner, katılımcı ve kanıta dayalı liderlik stilleri geliştirmelerine bağlıdır (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2021; Tsapnidou et al., 2024; Wagner, 2018).

Ulusal ve uluslararası literatür, dönüşümcü liderliğin hemşirelerde iş doyumunu, örgütsel bağlılık, yenilikçi davranışlar ve değişime hazırlık düzeyini artırdığını; hasta güvenliği ve bakım kalitesi üzerinde olumlu etkiler yarattığını; örgütsel esneklik ve sürdürülebilirliği güçlendirdiğini göstermektedir (Gebreheat et al., 2023; Mekonnen & Bayissa, 2023; Tsapnidou et al., 2024). Türkiye’de yapılan çalışmalar ise, yönetici hemşirelerin demokratik ve destekleyici bir liderlik tarzı benimsediği, hemşireleri sürece aktif biçimde kattığı, mesleki kaygıları dikkate aldığı ve geri bildirim mekanizmaları kurduğu durumlarda değişime direncin azaldığını göstermektedir (Atam, 2020; Türe, 2019; Gürsoy & Candaş Altınbaş, 2020). Literatür doğrultusunda, hemşirelikte değişim yönetiminin stratejik bir liderlik süreci olarak güçlendirilmesi için aşağıdaki öneriler geliştirilebilir:

Kurumsal Düzeyde Öneriler

Değişim ve liderlik yeterliklerinin insan kaynakları politikalarına entegre edilmesi, Katılımcı yönetim ve paylaşılan yönetim modellerinin yaygınlaştırılması: Klinik ve idari değişim

kararlarında hemşirelerin temsil edildiği kurul ve komitelerin varlığı, değişime sahiplenmeyi ve dirençle baş etmeyi güçlendirecektir. Kanıta dayalı ve veri odaklı karar verme kültürünün desteklenmesi: Hemşirelik göstergeleri (düşme, basınç yarası, enfeksiyon oranları vb.), iş gücü göstergeleri (devir hızı, devamsızlık) ve hasta deneyimi verileri düzenli izlenerek değişim projeleri için temel veri kaynağı olarak kullanılmalıdır

Hemşire Liderler İçin Öneriler

Bağlama uygun değişim modeli kullanımı: Hemşire liderler; küçük ölçekli birim içi değişimler için Lewin'in planlı değişim modeli gibi daha yalın çerçevelerden yararlanabilir; geniş kapsamlı kurumsal dönüşümler için Kotter'in sekiz aşamalı modelini veya karmaşıklık kuramı temelli yaklaşımları tercih edebilir. Dönüşümcü ve etik liderlik yeterliklerinin güçlendirilmesi, vizyon oluşturma, ilham verme, bireyselleştirilmiş ilgi, entelektüel uyarım, etik duyarlılık ve psikolojik güvenliğe dayalı bir ekip iklimi yaratma; değişim sürecinin başarıyla yürütülmesini kolaylaştıracaktır. Değişime hazırlık ve direnç analizlerinin yapılması, değişim öncesinde hemşirelerin tutumlarının, kaygılarının ve beklentilerinin değerlendirilmesi; değişim tasarımının bu bilgiler doğrultusunda uyarlanması, direnç davranışlarını azaltır ve sahiplenmeyi artırır. İletişim ve geri bildirim mekanizmalarının etkin kullanımı küçük başarıların görünür kılınması ve çalışanların takdir edilmesi, değişim sürecinin kabulünü güçlendirecektir.

Klinik Hemşireler ve Eğitim İçin Öneriler

Lisans ve lisansüstü programlarda değişim yönetimi içeriğinin güçlendirilmesi: Hemşirelik öğrencilerinin, sadece klinik beceriler değil; değişim yönetimi, liderlik, kalite geliştirme ve kanıta dayalı uygulama konularında da yetkinlik kazanmaları sağlanmalıdır. Hemşirelerin değişim projelerine aktif katılımının desteklenmesi: Klinik hemşirelerin kalite geliştirme, hasta güvenliği, kanıta dayalı uygulama ve dijital dönüşüm projelerinde araştırmacı, kolaylaştırıcı veya lider rolü üstlenmesi teşvik edilmelidir. Sürekli mesleki gelişim ve öğrenen örgüt kültürünün güçlendirilmesi: Sertifika programları, hizmet içi eğitimler, klinik yansıtıcı uygulamalar ve meslektaş öğrenmesi (peer learning) mekanizmaları ile değişim odaklı öğrenme kültürü desteklenmelidir.

Sonuç olarak; hemşirelikte değişim yönetimi, sadece teknik bir süreç olarak değil; vizyon, değerler, kanıt, insan davranışı ve örgütsel kültürü bütünleştiren stratejik bir liderlik süreci olarak ele alınmalıdır. Türkiye'de hemşirelik yönetimi alanında, değişim liderliği, dijital dönüşüm ve hemşirelerin değişim deneyimlerini derinlemesine inceleyen nitel ve karma yöntemli araştırmaların artması, uygulamaya dönük politika ve eğitim önerilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Atam, S., Dindar, Z., & Alan, H. (2020). Değişime dirençte yönetici hemşirenin rolü. Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi (SHYD), 7(2), 316–322. <https://doi.org/10.5222/SHYD.2020.69772>.
- Baykal, Ü., & Ercan Türkmen E. (2014). *Hemşirelik hizmetleri yönetimi*. Akademi Yayınları.
- Gebreheat, G., Teame, H., & Costa, E. I. (2023). The impact of transformational leadership style on nurses' job satisfaction: An integrative review. *Sage Open Nursing*, 9. <https://doi.org/10.1177/23779608231197428>.
- Gürsoy A, Candaş Altınbaş B. Bakımda kanıta dayalı uygulamaların neresindeyiz? Hemşireler için değişim yönetimi zamanı. Gürsoy A, editör. *Perioperatif Hemşirelikte Kanıta Dayalı Uygulamalar*. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2020. p.90-4.
- Kotter, J. P. (1996). *Leading change*. Harvard Business School Press.
- Mekonnen, M., & Bayissa, Z. (2023). The effect of transformational and transactional leadership styles on organizational readiness for change among health professionals. *SAGE Open Nursing*, 9. <https://doi.org/10.1177/23779608231185923>.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2021). *The future of nursing 2020–2030: Charting a path to achieve health equity*. The National Academies Press. <https://www.nationalacademies.org/projects/HMD-HCS-18-11>.
- Olatoye, F. O., Elufioye O.A, Okoye,C.C., Nwankwo,E., & Oladapo,J.O. (2024). Leadership styles and their impact on healthcare management effectiveness: A systematic review. *International Journal of Science and Research Archive*, 11(1), 2022–2032. <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2024.11.1.0271>
- Shirey, M. R. (2013). Lewin's theory of planned change as a strategic resource. *Journal of Nursing Administration*, 43(2), 69–72. <https://doi.org/10.1097/NNA.0b013e31827f20a9>
- Spanos, S., Leask, E., Patel, R., Datyner, M., Loh, E., & Braithwaite, J. (2024). Healthcare leaders navigating complexity: a scoping review of key trends in future roles and competencies. *BMC Med Educ* 24, 720. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05689-4>
- Tsapnidou, E., Kelesi, M., Rovithis, M., Katharakis, G., Gerogianni, G., Dafogianni, C., Toyliia, G., Fasoi, G., & Stavropoulou, A. (2024). Transformational Leadership—Quality Achievements and Benefits for the Healthcare Organizations: A Scoping Review. *Hospitals*, 1(1), 87-103. <https://doi.org/10.3390/hospitals1010008>
- Türe, A., Özlü, M., & Efe, N. (2019). Değişim yönetimi ve hemşirelik. Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 7(99), 280–293. <https://doi.org/10.29228/ASOS.39673>
- Wagner, J. (Ed.). (2018). *Leadership and influencing change in nursing*. University of Regina Press. <https://ourspace.uregina.ca/handle/10294/8296>

HEMŞİRELİKTE ÇATIŞMA YÖNETİMİ: İŞ BİRLİĞİNİ GÜÇLENDİREN PROFESYONEL BECERİLER BÜTÜNÜ

Fatma AZİZOĞLU

Haliç University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing,
Alibeyköy Campus

ORCID: 0000-0002-7102-9797

Banu TERZİ

Akdeniz University, Faculty of Nursing, Konyaaltı Campus

ORCID: 0000-0002-9500-6872

ÖZET

Sağlık kurumlarının dinamik, çok disiplinli ve yüksek stres içeren çalışma ortamları, hemşirelerin farklı türde çatışmalarla karşılaşma olasılığını artırmaktadır. Çatışma; iletişim yetersizliği, rol ve görev belirsizliği, güç ve yetki dengesizlikleri, sınırlı kaynaklar, artan iş yükü gibi örgütsel etkenlerin yanı sıra profesyonel değer farklılıklarından da kaynaklanabilmektedir. Bu çalışma, hemşirelikte çatışma yönetimi olgusunu güncel literatür doğrultusunda ele almayı ve klinik uygulamalarda etkili çatışma çözüm stratejilerini analiz etmeyi amaçlamaktadır. PubMed, Scopus, Web of Science ve CINAHL veri tabanlarında 2014- 2024 yılları arasında yayımlanan açık erişimli çalışmalar “conflict management”, “nursing”, “interprofessional communication” ve “workplace conflict” anahtar sözcükleri ile taranmış ve içerik analizi yöntemine uygun olarak incelenmiştir.

Literatür bulguları, hemşirelikte çatışma yönetiminin üç temel boyutta değerlendirildiğini ortaya koymaktadır. Birinci boyut olan kişilerarası çatışmalar, hemşire–hemşire, hemşire–hekim ve hemşire–hasta/ailesi ilişkilerinde iletişim temelli sorunları kapsamaktadır. İkinci boyut olan örgütsel çatışmalar, liderlik tarzı, adalet algısı, görev dağılımı, rol çatışması ve iş yükü gibi yapısal faktörler tarafından şekillenmektedir. Üçüncü boyut olan etik ve değer temelli çatışmalar, profesyonel sorumlulukların, kültürel beklentilerin ve bakım anlayışlarının farklılaşmasından kaynaklanmaktadır. Elde edilen bulgular, etkili çatışma yönetiminde aktif dinleme, empati kurma, açık ve saydam iletişim, müzakere becerisi, problem çözme yaklaşımı, liderlik desteği ve ekip içi güvenin belirleyici unsurlar olduğunu göstermektedir. Literatür, özellikle dönüştürücü ve hizmetkâr liderlik yaklaşımlarının çatışma çözümünde çalışanların katılımını, iş birliğini ve karşılıklı anlayışı güçlendirdiğini vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, çatışma yönetimi hemşirelik uygulamalarının ayrılmaz bir bileşeni olup profesyonel ilişkilerin güçlendirilmesi, hasta güvenliğinin sağlanması, ekip uyumunun artırılması ve olumlu bir çalışma ortamının oluşturulması için kritik öneme sahiptir. Bu nedenle sağlık kurumlarının, hemşirelerin çatışma yönetimi ve iletişim becerilerini geliştirmeye yönelik

düzenli eğitim programları oluşturması, liderlik kapasitesini güçlendirmesi ve kurum genelinde açık iletişim kültürünü yapılandırması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik, Çatışma Yönetimi, İletişim

ABSTRACT

The dynamic, multidisciplinary, and high-stress nature of healthcare environments increases the likelihood that nurses will encounter various forms of conflict. Conflict may arise not only from organizational factors such as communication deficiencies, role and task ambiguity, power and authority imbalances, limited resources, and increasing workload, but also from differences in professional values. This study aims to examine the phenomenon of conflict management in nursing based on current literature and to analyze effective conflict resolution strategies used in clinical practice. Open-access studies published between 2014-2024 in the PubMed, Scopus, Web of Science, and CINAHL databases were reviewed using the keywords “conflict management,” “nursing,” “interprofessional communication,” and “workplace conflict,” and analyzed using a content analysis approach. The literature findings indicate that conflict management in nursing is evaluated within three main dimensions. The first dimension, interpersonal conflicts, includes communication-based issues occurring between nurse–nurse, nurse–physician, and nurse–patient/family interactions. The second dimension, organizational conflicts, is shaped by structural factors such as leadership style, perceptions of organizational justice, task distribution, role conflict, and workload. The third dimension, ethical and value-based conflicts, emerges from differences in professional responsibilities, cultural expectations, and care philosophies. The findings demonstrate that active listening, empathy, open and transparent communication, negotiation skills, problem-solving approaches, leadership support, and intra-team trust are essential components of effective conflict management. The literature particularly highlights that transformational and servant leadership approaches strengthen staff participation, collaboration, and mutual understanding in conflict resolution processes. In conclusion, conflict management is an integral component of nursing practice and is critical for strengthening professional relationships, ensuring patient safety, enhancing team cohesion, and creating a positive work environment. Therefore, healthcare organizations are encouraged to establish regular training programs aimed at improving nurses’ conflict management and communication skills, strengthen leadership capacity, and institutionalize a culture of open communication.

Keywords: Nursing, Conflict Management, Communication.

1. GİRİŞ

Sağlık kurumları; yüksek tempo, çok disiplinli ekip yapısı, yoğun iş yükü, zaman baskısı ve karmaşık bakım gereksinimleri nedeniyle çatışmanın sık yaşandığı örgütsel ortamlardır. Bu bağlamda çatışma, hemşirelik mesleği için istisnai bir durum değil, günlük klinik pratikle iç içe geçmiş yapısal bir olgu olarak kabul edilmektedir (Almost et al., 2016). Çatışmanın yalnızca “olumsuz” bir fenomen olmadığı; doğru yönetildiğinde örgütsel öğrenme, yenilikçilik, ekip uyumu ve hasta bakım kalitesi üzerinde olumlu etkiler yaratabildiği pek çok çalışmada vurgulanmıştır (Brinkert, 2010; De Dreu & Gelfand, 2007; Nikitara et al., 2024). Buna karşın, etkisiz çatışma yönetimi; tükenmişlik, iş doyumsuzluğu, hasta güvenliği ihlalleri ve çalışan devri gibi önemli sonuçlara yol açabilmektedir (Johansen & Cadmus, 2016). Hemşireler; bakım sürecinin merkezinde yer almaları, 24 saat kesintisiz hizmet sunmaları, farklı disiplinlerle (hekim, fizyoterapist, teknisyen vb.) yoğun etkileşim içinde bulunmaları ve çoğu zaman sınırlı kaynaklarla çalışmaları nedeniyle çatışma açısından yüksek risk altındaki profesyonel gruplardan biridir (Almost et al., 2016; Nikitara et al., 2024). Bu nedenle hemşirelikte çatışma yönetimi, yalnızca bireysel bir “iletişim becerisi” değil; aynı zamanda liderlik, örgütsel davranış, etik ve hasta güvenliği boyutlarını içeren stratejik bir profesyonel süreç olarak ele alınmalıdır. Bu çalışma, hemşirelikte çatışma yönetimi olgusunu güncel literatür doğrultusunda ele almayı ve klinik uygulamalarda etkili çatışma çözüm stratejilerini analiz etmeyi amaçlamaktadır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Çatışma Kavramı ve Çok Boyutlu Yapısı

Genel anlamıyla çatışma, karşılıklı bağımlılık içindeki tarafların amaç, değer, algı veya beklentilerindeki uyumsuzluk olarak tanımlanmaktadır (De Dreu & Gelfand, 2007). Hemşirelik pratiğinde çatışma; bireyler arası anlaşmazlıklardan, disiplinler arası güç ve rol mücadelelerine; kaynak yetersizliğinden, örgütsel politika ve prosedürlere yönelik memnuniyetsizliğe kadar geniş bir yelpazede ortaya çıkabilmektedir. Hemşirelik uygulamaları, çok disiplinli ekiplerle yürütülen karmaşık bakım süreçlerini içerdiğinden, çatışma türlerinin çeşitlenmesine oldukça elverişli bir çalışma ortamı sunmaktadır (De Dreu & Gelfand, 2007; Almost et al., 2016). Klinik karar verme süreçleri, görev dağılımı, iletişim biçimleri ve profesyonel roller arasındaki farklılıklar, çatışmaların niteliğini ve ortaya çıkış biçimini belirleyen temel dinamiklerdir (Brinkert, 2010). Bu nedenle hemşirelikte çatışma yalnızca kişilerarası anlaşmazlıklarla sınırlı olmayıp; rol belirsizlikleri, kaynak paylaşımı, disiplinler arası güç dengeleri ve örgütsel yapıdan kaynaklanan yapısal unsurlar da çatışma türleri arasında yer almaktadır (Johansen & Cadmus,

2016). Bu çok boyutlu yapı, hemşire yöneticilerin çatışmayı yalnızca “olay bazlı” değil, sistemik ve yapısal bir süreç olarak ele almasını zorunlu kılmaktadır. Literatürde, hemşirelikte yaşanan çatışma türlerinin doğru tanımlanmasının hem etkili stratejilerin geliştirilmesi hem de ekip uyumu ve hasta bakım kalitesinin korunması açısından kritik öneme sahip olduğu vurgulanmaktadır (Almost et al., 2016; Brinkert, 2010). Hemşirelikte çatışma temelde üç düzeyde incelenebilir:

2.1.1. Bireysel düzey çatışmalar

- Kişi içi (intrapersonal) çatışmalar: Rol, değer veya beklentiler arasındaki içsel uyumsuzluklar.
- Kişiler arası (interpersonal) çatışmalar: Hemşire–hemşire, hemşire–hekim, hemşire–yardımcı personel ilişkilerinde görülen anlaşmazlıklar.

2.1.2. Ekip ve birim düzeyi çatışmalar

- Birim içi hemşireler arasında
- Farklı birimler arasında (örn. cerrahi servis–yoğun bakım)
- Profesyonel gruplar arasında (örn. hemşire–hekim, hemşire–idari personel)

2.1.3. Örgütsel düzeyde çatışmalar

- Kurum politikaları, iş yükü dağılımı, ödüllendirme sistemleri, yönetim tarzı, performans ölçütleri gibi makro düzey uygulamalardan kaynaklanan çatışmalar (Rahim, 2011).

2.2. Hemşirelikte Çatışma Türleri

Literatürde hemşirelik bağlamında sık karşılaşılan çatışma türleri şunlardır (Almost et al., 2016; Brinkert, 2010; Nikitara et al., 2024).

2.2.1. Kişilerarası çatışma: Hemşire–hemşire, hemşire–hekim, hemşire–diğer ekip üyeleri arasında ortaya çıkan, sıklıkla iletişim tarzı, kişilik farklılıkları, güç algısı ve karşılıklı beklenti uyumsuzlukları ile ilişkili çatışmalardır. Acil servis ve yoğun bakım gibi stres düzeyi yüksek birimlerde daha sık rapor edilmektedir (Johansen & Cadmus, 2016).

2.2.2. Rol çatışması ve rol belirsizliği: Görev tanımlarının net olmaması, yetki-sorumluluk dengesizliği ve birbiriyle çelişen talimatlar, hemşirelerde rol çatışmasına yol açmaktadır. Rol belirsizliği hem iş doyumunu hem de hasta güvenliği açısından kritik bir risk faktörüdür (Cummings et al., 2018).

2.2.3. Kaynak temelli çatışma: Yetersiz personel, sınırlı ekipman, yoğun iş yükü ve zaman baskısı, hemşirelerin sıklıkla yaşadığı kaynak temelli çatışmalara neden

olmaktadır. Sınırlı kaynakların hangi hasta ya da birime tahsis edileceğine ilişkin kararlar, ekip içi gerilimi artırabilmektedir (Almost et al., 2016).

2.2.4. İnterdisipliner çatışma: Hemşirelik ve tıp disiplinleri arasındaki güç dengeleri, klinik karar verme süreçlerinde “kimin sözüne öncelik verileceği”ne ilişkin belirsizlikler ve profesyonel otonomi tartışmaları, interdisipliner çatışmaların temelini oluşturur (Chang & Daly, 2016).

2.2.5. Yapısal/örgütsel çatışma: Kurum politikaları, ücret ve performans sistemleri, vardiya planlaması, kariyer olanakları ve yönetim tarzına yönelik memnuniyetsizlikten kaynaklanan çatışmalardır. Otoriter, katılımcı olmayan yönetim kültürlerinde bu tür çatışmalar gizli veya bastırılmış biçimde daha sık görülmektedir (Rahim, 2011).

2.3. Çatışmanın Olumlu ve Olumsuz Sonuçları

Çatışma çoğu zaman “olumsuz” bir durum olarak algılsa da literatür, iyi yönetilen çatışmanın önemli işlevleri olabileceğini göstermektedir (De Dreu & Gelfand, 2007; Brinkert, 2010; Nikitara et al., 2024). Çatışma, uygun şekilde yönetildiğinde ekip içinde yaratıcılığı artırarak yenilikçi çözümlerin ortaya çıkmasına ve iletişim kanallarının güçlenmesine katkı sağlayabilir (Rahim, 2017; Almost et al., 2016). Bununla birlikte, çözülmemeyen ya da kötü yönetilen çatışmalar çalışanlar arasında stres, tükenmişlik ve iş doyumunda azalma gibi olumsuz sonuçlara yol açabilir (Johansen & Cadmus, 2020). Ayrıca yoğun çatışma ortamı ekip işbirliğini zayıflatarak bakım kalitesi ve hasta güvenliği üzerinde de olumsuz etkilere neden olabilir (Rosen et al., 2018).

Olumsuz sonuçları:

- Tükenmişlik, kronik stres ve tükenme duygusu
- İş doyumunda azalma ve örgütsel bağlılığın düşmesi
- Ekip içi güven kaybı, iş birliğinde zayıflama
- Hasta bakımında gecikme, iletişim kopukluğu ve klinik hata riskinde artış
- Çalışan devrinin artması, iş gücü maliyetlerinin yükselmesi (Johansen & Cadmus, 2016).

Olumlu sonuçları:

- Sorunların görünür hale gelmesi ve çözüm fırsatı doğması
- Ekip içinde yenilikçi çözüm arayışlarının artması
- Klinik uygulamalarda kanıta dayalı değişim süreçlerinin tetiklenmesi
- Öğrenen örgüt kültürünün güçlenmesi (Almost et al., 2016; Cummings et al., 2018; Nikitara et al., 2024).

Dolayısıyla amaç, çatışmayı tamamen ortadan kaldırmak değil; işlevsel düzeyde tutmak ve yapıcı biçimde yönetmek olmalıdır (Rahim, 2011).

2.4. Çatışma Yönetimi Modelleri ve Hemşirelik Uygulaması

2.4.1. Rahim'in Çatışma Yönetim Modeli

Nikitara et al. (2024) sistematik derlemesi, hemşirelerin en sık uyma (accommodating), bütünleştirme (collaborating/integrating) ve uzlaşma (compromising) stillerini kullandığını; yaş, kıdem, eğitim düzeyi ve örgüt kültürünün stil tercihinin anlamlı biçimde etkilediğini göstermektedir. Rahim'in (2011) modeli, çatışma yönetimi stratejilerini “ben odaklılık” ve “öteki odaklılık” boyutları üzerinden sınıflandırır. Buna göre beş temel stil tanımlanır:

1. Bütünleştirme
2. Uzlaşma
3. Uyma
4. Rekabet
5. Kaçınma

2.4.2. Johansen & Cadmus'un Çalışması: Stres ve Çatışma Yönetimi

Johansen ve Cadmus (2016), acil serviste çalışan hemşirelerin çatışma yönetim stilleri ile iş stresi ve algılanan örgütsel destek arasındaki ilişkiyi incelemiş; çatışmadan kaçınan hemşirelerin stres düzeyinin daha yüksek, bütünleştirici stil kullanan hemşirelerin ise daha düşük stres ve daha iyi iş doyumunu bildirdiğini saptamıştır. Bu bulgu, hemşirelikte çatışma yönetimi eğitiminin yalnızca “çatışmayı çözme” açısından değil, iyi oluş ve tükenmişliğin önlenmesi açısından da kritik olduğunu ortaya koymaktadır.

2.4.3. Duygusal Zekâ, Liderlik ve Çatışma Yönetimi

Liderlik literatürü, hemşirelikte dönüştürücü, otantik ve etik liderlik stillerinin, çalışanların çatışma algısı, çatışma çözme becerileri ve iş doyumunu üzerinde belirgin etkileri olduğunu göstermektedir (Cummings et al., 2018; Wong et al., 2013). Bu durum, çatışmanın kronik ve yıkıcı hale gelmeden işlevsel düzeyde yönetilmesine katkı sağlar. Duygusal zekâ düzeyi yüksek hemşire yöneticiler, çatışma kaynaklarını daha erken fark edebilmekte, duyguları düzenleme ve empati kurma becerileriyle süreci yumuşatabilmekte, ekip içinde psikolojik güvenlik ve açık iletişim iklimi yaratabilmektedir.

2.4.4. Çatışma Yönetimi ve Hasta Güvenliği

Hemşire iş yükü ve personel yetersizliğinin hasta sonuçları üzerinde doğrudan etkili olduğunu, yetersiz kadrolamanın mortalite, ilaç hataları, düşme ve bası yarası gibi göstergelerde artışla ilişkili olduğunu bildirmektedir. Çatışma yönetimi, bu bağlamda; iş yükü dağılımı, vardiya

planlaması, görev ve rol paylaşımı gibi alanlarda adil, şeffaf ve katılımcı süreçler tasarlamayı gerektirir. Aksi durumda hem ekip içi çatışma hem de hasta güvenliği riskleri artmaktadır (Nikitara et al.,2024).

3.YÖNTEM

Bu çalışma nitel bir literatür sentezi olarak tasarlanmıştır. PubMed, Scopus, Web of Science ve CINAHL veri tabanlarında 2014–2024 yılları arasında yayımlanan açık erişimli araştırmalar taranmıştır. Literatür “conflict management”, “nursing”, “interprofessional communication”, “workplace conflict”, “organizational conflict”, “team conflict” anahtar kelimeleri ile taranmıştır. Araştırmaya dâhil edilme kriterleri; hemşirelik alanında çatışma veya çatışma yönetimini inceleyen, açık erişimli ve tam metin olarak ulaşılabilen, İngilizce veya Türkçe yayınlar, 2014–2024 yılları arasında yayımlanmış olması şeklindedir.

4. SONUÇ

Hemşirelikte çatışma yönetimi, bireysel iletişim becerileri, örgütsel yapı, liderlik tarzı, kültürel özellikler ve hasta güvenliği boyutlarını içeren çok boyutlu ve stratejik bir süreçtir. Güncel literatür, çatışmanın kaçınılmaz olduğunu, ancak nasıl yönetildiğinin hem çalışan iyilik halini hem de hasta sonuçlarını belirlediğini ortaya koymaktadır. Etkisiz çatışma yönetimi; tükenmişlik, yüksek stres, işten ayrılma eğilimi ve hasta güvenliği ihlallerine yol açarken; iyi yapılandırılmış çatışma yönetimi, yenilik, öğrenme, ekip dayanıklılığı ve kalite iyileştirme süreçlerine katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla hemşirelik hizmetleri yönetiminde çatışma, “kaçınılması gereken bir tehdit”ten çok “yönetilmesi gereken bir gelişim fırsatı” olarak ele alınmalı; bireysel ve örgütsel düzeyde bütüncül yaklaşımlar geliştirilmelidir.

Öneriler

Lisans ve lisansüstü eğitim programlarında çatışma yönetimi içeriği güçlendirilmelidir. Hemşirelik eğitim müfredatına, vaka temelli çatışma senaryoları, rol oynama (role-play) ve simülasyon uygulamaları içeren modüller eklenmelidir. Kurum içi sürekli eğitim programları planlanmalıdır. Hem klinik hemşirelere hem de hemşire yöneticilere yönelik, kanıta dayalı çatışma yönetimi, duygusal zekâ, empatik iletişim ve müzakere becerileri eğitimi düzenlenmelidir. Psikolojik güvenlik ve açık iletişim kültürü teşvik edilmelidir. Çalışanların olası riskleri, hataları ve çatışma konularını misilleme korkusu olmadan dile getirebildiği bir çalışma ortamı oluşturulmalıdır. Özellikle yoğun bakım, acil servis gibi dinamik birimlerde hemşirelerin görev, yetki ve sorumlulukları yazılı ve kolay erişilebilir biçimde tanımlanmalı; sık yenilenen protokoller açıkça paylaşılmalıdır. Personel planlaması ve iş yükü dağılımı adil olmalıdır. Kadro yetersizliği, nöbet yoğunluğu ve aşırı iş yükü çatışma

riskini artırdığından, hemşire ve hasta oranları bilimsel kanıtlar doğrultusunda planlanmalıdır. Hemşirelerin çatışma yönetim stilleri, bunları etkileyen bireysel ve örgütsel faktörler, müdahale programlarının etkisi gibi konularda kurum içi araştırmalar teşvik edilmelidir.

KAYNAKÇA

- Almost, J., Wolff, A. C., Stewart-Pyne, A., McCormick, L. G., Strachan, D., & D'Souza, C. (2016). Managing and mitigating conflict in healthcare teams: An integrative review. *Journal of Advanced Nursing*, 72(7), 1490–1505. <https://doi.org/10.1111/jan.12903>
- Brinkert, R. (2010). A literature review of conflict communication causes, costs, benefits and interventions in nursing. *Journal of Nursing Management*, 18(2), 145–156. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2834.2010.01061.x>
- Chang, E., & Daly, J. (Eds.). (2016). *Transitions in nursing: Preparing for professional practice* (4th ed.). Elsevier.
- Cummings, G. G., Tate, K., Lee, S., Wong, C. A., Paananen, T., Micaroni, S. P. M., & Chatterjee, G. E. (2018). Leadership styles and outcome patterns for the nursing workforce and work environment: A systematic review. *International Journal of Nursing Studies*, 85, 19–60. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2018.04.016>
- De Dreu, C. K. W., & Gelfand, M. J. (Eds.). (2007). *The psychology of conflict and conflict management in organizations*. Psychology Press.
- Johansen, M. L., & Cadmus, E. (2016). Conflict management style, supportive work environments and the experience of work stress in emergency nurses. *Journal of Nursing Management*, 24(2), 211–218. <https://doi.org/10.1111/jonm.12302>
- Johansen, M. L., & Cadmus, E. (2020). Conflict management style, supportive work environments and the experience of work stress in emergency nurses. *Journal of Nursing Management*, 28(2), 460–467.
- Nikitara, M., Dimalibot, M. R., Latzourakis, E., & Constantinou, C. S. (2024). Conflict Management in Nursing: Analyzing Styles, Strategies, and Influencing Factors: A Systematic Review. *Nursing Reports*, 14(4), 4173–4192. <https://doi.org/10.3390/nursrep14040304>
- Rahim, M. A. (2011). *Managing conflict in organizations* (4th ed.). Transaction Publishers.
- Rahim, M. A. (2017). *Managing conflict in organizations* (4th ed.). Routledge.
- Rosen, M. A., DiazGranados, D., Dietz, A. S., Benishek, L. E., Thompson, D., Pronovost, P. J., & Weaver, S. J. (2018). Teamwork in healthcare: Key discoveries enabling safer, high-quality care. *American Psychologist*, 73(4), 433–450.
- Wong, C. A., Cummings, G. G., & Ducharme, L. (2013). The relationship between nursing leadership and patient outcomes: A systematic review update. *Journal of Nursing Management*, 21(5), 709–724. <https://doi.org/10.1111/jonm.12116>

A STUDY ON THE CONCEPT OF “HURRIYET(FREEDOM)” IN THE LATE OTTOMAN EMPIRE*

Dr. Res. Asst. İbrahim ÖZHAZAR

Gaziantep University, Faculty of Arts and Sciences, Department of History, 27310 Şehitkamil, Gaziantep

ORCID ID: 0000-0001-6623-4457

ABSTRACT

This study examines the transformation of the concept of “freedom” (hürriyet) in the late Ottoman Empire within its historical, conceptual, and intellectual context. While in classical Islamic literature hürriyet primarily denoted the legal and moral antithesis of slavery, the concept acquired a distinctly political meaning during the nineteenth century as a result of Ottoman modernization. Beginning with the Tanzimat era, hürriyet became associated with notions such as freedom, independence, and individual rights, influenced by the French Revolution, natural law theories, and emerging modern state structures. Leading Ottoman intellectuals such as Sadık Rıfat Pasha, Münif Pasha, Ali Suavi, and Ahmed Cevdet Pasha discussed different dimensions of freedom, whereas the Young Ottomans positioned hürriyet as a central ideal in their opposition to autocracy. Among them, Namık Kemal articulated the most comprehensive and influential understanding of the concept. For Kemal, freedom is a divine endowment inherent to human nature, and any infringement upon it constitutes a violation of divine order. He conceptualized freedom as the foundation of both individual rights and a just political order, linking it to principles such as consultation (meşveret), equality, justice, and the rule of law. Ziya Gökalp expanded the meaning of hürriyet by relating it to psychological consciousness and moral conscience, defining it as a necessary condition for individual responsibility and social development. In his view, freedom enables the continuity of collective progress by empowering individuals to transcend immediate material constraints. Overall, the study demonstrates that the concept of hürriyet played a pivotal role in late Ottoman intellectual life, shaping both the discourse of political reform and the broader project of redefining the relationship between the individual, society, and the state during the empire’s modernizing transformation.

Keywords: Freedom, Ottoman, Concept, Semantics, Historical Semantics

SON DÖNEM OSMANLI DEVLETİ’NDE “HÜRRİYET” KAVRAMI ÜZERİNE BİR İNCELEME

ÖZET

Bu çalışma, son dönem Osmanlı düşüncesinde “hürriyet” kavramının geçirdiği dönüşümü tarihsel, kavramsal ve entelektüel bağlamda incelemektedir. Klasik İslâm literatüründe köleliğin karşıtı olarak hukukî ve ahlâkî boyutlarda ele alınan hürriyet kavramı, XIX. yüzyılda

modernleşme sürecinin etkisiyle siyasî bir içerik kazanmıştır. Tanzimat dönemi ile birlikte hürriyet, serbestiyet, istiklâl ve âzâdelik gibi kavramlarla ilişkili olarak yeniden tanımlanmış; Fransız İhtilali'nin etkisi, doğal haklar teorisi ve modern devlet anlayışı çerçevesinde Osmanlı düşünürlerinin merkezî tartışma konularından biri hâline gelmiştir. Sadık Rifat Paşa, Münif Paşa, Ali Suavi ve Ahmed Cevdet Paşa gibi isimler hürriyetin muhtelif boyutlarını ele almış; Yeni Osmanlılar ise hürriyeti istibdada karşı bir siyasal mücadele kavramı olarak konumlandırmıştır. Namık Kemal, hürriyeti “ilâhî bir hak” ve insanın doğuştan sahip olduğu tabî bir değer olarak yorumlayarak, kavramı Osmanlı düşüncesinde en güçlü şekilde temellendiren isim olmuştur. Ona göre hürriyet, hem ferdî hakların hem de toplumsal düzenin temelini oluşturmakta; meşveret, eşitlik, adalet ve hukukun üstünlüğü gibi ilkelerle birlikte siyasi düzenin meşruiyetini belirlemektedir. Ziya Gökalp ise hürriyeti psikolojik ve ahlâkî vicdan kavramlarıyla ilişkilendirerek bireyin toplumsal gelişmeye katkısını mümkün kılan zorunlu bir unsur olarak ele almıştır. Böylece hürriyet kavramı, Osmanlı modernleşmesinde hem bireysel özerkliğin hem de kolektif kimliğin inşasında belirleyici bir rol oynamıştır.

Anahtar kelimeler: Hürriyet, Osmanlı, Kavram, Semantik, Tarihsel Semantik

1. INTRODUCTION

The concept of liberty (*hürriyet*) is a dynamic phenomenon that has engaged various disciplines such as politics, law, theology, and economics throughout human history, evolving across different eras and societies. While in the history of Islamic thought and classical literature this concept generally denoted a legal status opposite to slavery or moral virtues such as nobility and generosity, it underwent a radical transformation in the Ottoman intellectual world during the 19th century. This study examines how liberty shifted from its classical meaning to become a political and social right under the influence of the Western concept of "liberté". Within the scope of the study, starting from the etymological roots of the concept, the debates on freedom of will in Islamic theology are addressed, followed by a discussion on how Tanzimat era intellectuals, particularly Namık Kemal and Ziya Gökalp, reconstructed this concept and established it as a "right" in political literature.

2. MATERIAL AND METHODS

In this research, the historical and semantic evolution of the concept of liberty is examined through a qualitative approach using conceptual history and literature review methods. The primary materials of the research consist of etymological dictionaries explaining the Arabic (*hürr*) and Latin (*liber*) roots of the concept, Kalam and Sufi texts in classical Islamic thought, and primary sources belonging to the post-Tanzimat period. Specifically, the articles and poems

of Namık Kemal and the sociological analyses of Ziya Gökalp were used as fundamental data reflecting the perception of liberty in that era. The study first analyzed the meanings of "non-slavery" and "license" (*serbestiyet*) in dictionary and fiqh literature, and then evaluated the meanings of "public opinion," "consultation," and "political opposition" gained through the Young Ottomans movement within their historical context.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. The Concept of Liberty in the Tanzimat Era and After

Undoubtedly, one of the most significant concepts of the Tanzimat period and its aftermath is the notion of *hürriyet* (liberty). The fact that one of the most prominent newspapers of the period was given the name “*Hürriyet*” is a striking example of this (Çelik, 1998, p. 505-507). In the Ottoman intellectual realm, the term *hürriyet* was expressed through words such as *serbestiyet* and *istiklâl*. This usage is naturally related to the fact that *hürriyet* continued to denote, in legal terminology, the opposite of slavery. Derived from the Persian word *ser-best*, *serbestiyet*—meaning “unrestrainedness, indifference, acting as one wishes”—had long been used in Turkish and could bear both positive and negative connotations. The concept of liberty, in its Western sense, was addressed comprehensively for the first time by Sadık Rıfat Pasha. However, until the emergence of the Young Ottomans, *hürriyet* was not a subject of deep reflection among Ottoman intellectuals (Akpınar, 2008, p. 5).

As noted earlier, the central concept in classical political thought was *justice*, whereas liberty was not considered in a political sense and was at most understood as the liberty of the state. Thus, it is impossible to ground any notion of liberty as a foundational principle in the political sphere—regardless of the terminology used—within either classical Islamic or Western thought. Contrary to this, Tanzimat thinkers insisted on articulating their political ideas about liberty through classical concepts such as *justice*, *consultation* (*meşveret*), *allegiance* (*biat*), *shura*, *ummah*, and *ahl al-ḥall wa’l-‘aql* (Doğan, 2016, p. 82).

The shift of the concept of liberty from its classical meanings toward a political one was significantly influenced by the imagined ideas that emerged during reform processes beginning in the eighteenth century. Political news from France and translations of the French Constitution also contributed greatly to the familiarization with the concept (Bay, 2008, p. 68).

Liberty, as a political concept, was “discovered” by the Young Ottomans—a political opposition movement that blossomed within the newly formed public sphere made possible by modern state and social relations, and which was itself shaped by the very modernization processes of the Tanzimat, referred to as *istibdâd* (despotism). In the face of *istibdâd*, the

primary political demands represented by liberty were, in the words of Namık Kemal, *hürriyet-i efkâr* (freedom of thought), *hakimiyet-i ahali* (sovereignty of the people), and *usul-i meşveret* (the principle of consultation). When the Young Ottomans wrote about liberty, they were not merely discussing the topic theoretically within the sphere of politics, but were also actively engaging in the struggle for liberty—both through writing and through action—thus experiencing liberty as a lived political practice (Oğur, 2005, p. 8).

Tanzimat thinkers used the concepts *hürriyet*, *serbestlik*, and *âzâdelik* to express the idea of liberty. Interestingly, Şinâsi, despite never using the word *hürriyet*, pioneered the idea through various concepts and poetic expressions—such as “*ezelde etti bizi her umûrda tahyîr*” (He gave us choice in all matters since eternity), and the line expressing the limits of liberty: “*bildirir haddini Sultan’a senin kânunun*” (Your law informs even the Sultan of his limits). In the first issue of *İttihad* newspaper, which outlined the aims of the Young Ottomans, four principles were declared as the doctrine of the newspaper: (1) to proclaim law, liberty, and equality in the Ottoman Empire; (2) to advocate constitutional government; (3) to identify dangers faced by the homeland and seek remedies; and (4) to reconcile different communities under the idea of Ottomanism (Doğan, 2016, p. 60).

Münif Pasha was the thinker who articulated the most systematic and philosophically substantial ideas on the concept of liberty (Doğan, 2016, p. 141). However, even he did not offer a definition that was *efrâdını câmi’*, *ağyârını mâni’* (comprehensive and exclusive), demonstrating that Tanzimat thinkers accepted the concept within a somewhat self-evident and almost enchanted semantic framework. Münif Pasha distinguished humans from animals through the body, soul, and intellect; for him, liberty—necessary for the development of these human dimensions—was the ability to act according to one's wishes within the bounds of reason. Similar definitions appear in most Tanzimat thinkers except Ahmed Cevdet Pasha. Ali Suâvi explained that the term *serbestî*, which he used to mean liberty, should not be understood as the ability to say or do whatever one wants. For Suâvi, *serbestlik*—as opposed to *serbâzlık* (lawless looseness)—meant “being bound to something (the law)” (Doğan, 2016, p. 60, 61).

Mustafa Fâzıl Pasha, a prominent figure of the period, argued—drawing from the French Revolution—that liberty was a prerequisite for two kinds of progress: First, moral progress, by which a nation advances from primitiveness to civilization; and second, material progress, by which it moves from poverty to wealth. Therefore, the reforms that had been ongoing in the Ottoman Empire needed to be completed with *nizâmât-ı serbestâne*—liberal regulations that could ensure equality in public and legal affairs (Doğan, 2016, p. 61, 62).

Ahmed Midhat Efendi (1844–1912), in his series of articles titled “*Hürriyet Mahiyeti*” (The Nature of Liberty), set forth the idea through the following chain of reasoning (Göz, 2003, p. 10, 11):

– “*Liberty is a person’s possession of himself. Liberty is the ability of a person who possesses himself to think as he wishes on any matter.*”

– “*Liberty is the ability of a person who possesses himself and thinks freely on any matter to make decisions as he wishes and to carry them out as he wishes.*”

– “*Liberty is the ability of a person who possesses himself, thinks freely, and acts freely on any matter to judge his actions as he wishes afterward—whether they were good or bad.*”

Ahmed Cevdet Pasha, in *Ma ‘rûzât*, did not use the concept of *hürriyet* or its derivatives, instead employing the term *serbest*, mostly to mean indifference or unrestrictedness. Occasionally, however, he used it in the sense of physical liberty, as in the expression (Doğan, 2016, p. 62): “*mukaddemâ, şehzadeler, kafes-nişîn-i mahcûriyyet iken, cennet-mekân Sultan Abdülmecid Han hazretleri anları serbest bıraktı.*”

The concept of liberty was assessed and defended through an ideological lens by the Young Ottomans, of whom Namık Kemal and Ziyâ Pasha were leading members. These intellectuals, who deemed the concept important enough to name their London-based newspaper “*Hürriyet*,” believed that the Ottoman Empire could be saved from its deteriorating condition only through the transformative power of liberty. The Young Ottomans evaluated liberty not merely from an individual but primarily from a societal perspective; emphasizing that with the proclamation of the Tanzimat Edict, the balance of the Ottoman system had collapsed, that administrators acted arbitrarily, and that justice was not properly functioning. Thus, they argued that these problems could be solved through an administrative system grounded in liberty (Akpınar, 2008, p. 5, 6.).

In response to the Young Ottomans’ concept of liberty—defined around demands such as *hürriyet-i efkâr*, *hakimiyet-i ahali*, and *usul-i meşveret*—the subsequent generation of leading intellectuals and statesmen shifted their attention to non-political spheres, such as culture and identity, seeing them as the “real causes” of Ottoman backwardness. As a result, political debates that had invested liberty with its political meanings gradually lost ground (Oğur, 2005, p. 8).

3.2. The Concept of Liberty in Namık Kemal

Şerif Mardin argues that the concept of *hürriyet* (liberty) was practically “the invention of Namık Kemal” (Mardin, 2015, p. 361). Indeed, Namık Kemal attributed profound

importance to the problem of liberty, regarding it as one of the fundamental notions of his intellectual system and as a theological and moral issue. For him, human beings are born free, and are naturally obliged to benefit from this Divine gift. Any assault on human liberty is therefore an assault on the divinity that granted that liberty.

For Namık Kemal, liberty is a magical word, an enchantment, a kind of passionate devotion (Özer, 2004, p. 91):

Ne gam pür-âteş-i hevi olsa da gavgây-ı Hürriyet

Kaçar mı merd olan bir can için meydân-ı gayretten!

Namık Kemal used *hürriyet* as the equivalent of the French term *liberté* (Nişanyan, 2004 p. 177). In defining liberty, he employed concepts such as *serbestiyet*, *istiklâl*, *istiklâl-i zâtiye*, and *nefret-i esâret*. He defined liberty as the source of humanity, happiness, and civilization; an indispensable human need; “the realization of one’s desires without harming the liberty of others”, “Hürriyet, a person’s ability to carry out whatever he wishes—on the condition that he does not violate the liberty of another individual or the public (Donbay, 1992, p. 289). Since the Divine Giver (*feyyâz-ı kudret*) has provided a person with the means, no one may prevent him from fulfilling his desires so long as they harm no one.” Here, *feyyâz-ı kudret* refers to God. In another article, Kemal described liberty as an “*ihsan-ı İlâhî*”—a divine gift—and thus asserted that no person or institution may rightfully exercise authority over another’s liberty: “The Ottoman community desires liberty; yet if it forgets that this essence is a Divine gift and instead seeks it from the grace of this or that person, it both diminishes its own dignity and harms its own interests.” Accordingly, he insisted that rights and liberties should be demanded from governments not as favors but as inherent rights (Aydoğdu, 2011, p. 459, 460).

Namık Kemal conceived liberty fundamentally as a right and necessity intrinsic to being human. Beyond being a necessity, liberty was for him a sacred value worthy of struggle. Ensuring a society and a state founded on liberty and justice would free individuals from bondage and thereby open the way to progress, development, solidarity, and unity (Akın, 2012, p. 152). In his intellectual worldview, all humans are born free. Depriving a person of liberty stands contrary to Divine justice. In his essay *Ve Şâvirhûm fi'l-Emr*, he underscores the significance of liberty (Namık Kemal, 2014, p. 152):

“İnsan kudretten hürriyetle meftûrdur, bittabi o atâ-yı ilâhiyyeden istifâdeye mecburdur. Hürriyet-i âmme cemiyet içinde muhafaza olunur, çünkü ferdi ferdi taarruzundan emin edecek bir kuvve-i galibeyi cemiyet hâsıl edebilir.” That is: Human beings, created free by Divine power, are naturally obliged to benefit from what God has granted. Public liberty is preserved

within society, for society alone can generate the superior power capable of protecting individuals from one another (Özer, 2004, p. 91).

For Namık Kemal, liberty derives from Divine law; hence no institution or individual may legitimately restrict or abolish it (except under conditions required for the progress and survival of society). Governments are formed to preserve the rights and liberties of individuals, and laws exist to prevent both individuals from violating each other's rights and governments from acting arbitrarily. In this respect, Kemal's ideas closely resemble those of social-contract theorists: all social institutions exist to safeguard human rights and liberties (Aydoğdu, 2021, p. 460).

He also defined liberty as “the independence of the individual” within society. Individuals naturally preserve their rights and liberties in social life. Since personal law constitutes the basis of public law, any legal system that does not recognize personal rights is invalid (Namık Kemal, 2005, p. 124): “There are common rights in a society. Yet a general right that applies solely to the collective and bears no relation to the individual cannot exist rationally. For the subject of law is the human being, and the human being exists in a natural state of individuality and independence. No person has—on behalf of the public—any right to violate that independence. Everyone is the sovereign of his own realm.”

In his article titled *Medeniyet*, he powerfully expressed this idea (Namık Kemal, 2005, p. 360):

“The right and purpose of man is not merely to live, but to live in liberty.”

This aim can only be realized when each person believes in liberty, internalizes it, and adopts it as a “commitment.” (Aydoğdu, 2011, p. 461)

He further writes (Donbay, 1992, p. 289):

“Hürriyet, a person's ability to carry out whatever he wishes—on the condition that he does not violate the liberty of another individual or the public... To fail to recognize human worth in this comprehensiveness of liberty would be to attempt to teach wisdom to the Creative Power.”

In his *Hürriyet Kasidesi*, liberty is portrayed as a beloved figure who abolishes bondage yet enchants the people (Kaplan, Enginün, Emil, 1993, p. 181 – Aydoğdu, 2011, p. 463):

Ne efsunkâr imişsin âh ey didâr-ı Hürriyet

Esir-i aşkın olduk gerçi kurtulduk esaretten,

Senindir şimdi cezb-i kalbe kuvvet setr-i hüsn etme

Cemalin ta ebed dâr olmasın enzâr-ı ümmetten

For Kemal, the aim of human life is not only to live but to live freely. He warns that civilized nations safeguard their liberty, whereas uncivilized ones lack the strength to do so. The Ottoman community, he argues, desires liberty but forgets that it is a Divine gift and thus mistakenly seeks it from others—thereby diminishing its dignity and harming its own welfare. He insists that he, being born free, can never accept the contrary, nor can he accept the legitimacy of those who enslave him, for that would imply acquiescing to regression (Özer, 2004, p. 93). He concludes his *Hürriyet Kasidesi* with the famous lines ((Kaplan, Enginün, Emil, 1993, p. 181)

Ne mümkün zulm ile bîdâd ile imhâ-yı Hürriyet

Çalış idrâki kaldır mukteditersen âdemiyetten.

Mithat Durmuş argues (Durmuş, 2014, p. 247) that the romantic style and emphatic rhetoric of the *Hürriyet Kasidesi* not only address the issue of nationhood but also articulate the human problem of freedom. In the poem, liberty signifies the improvement of human conditions, the establishment of interpersonal equality, the prevention of injustice, and the foundation of liberty within a democratic culture. The Enlightenment’s human-centered inclination—having been directly experienced by Namık Kemal through Western culture—made synthesis inevitable. Yet, contrary to common belief, Kemal, despite his polemical and political radicalism, retained strong ties to traditional thought.

Summarizing Namık Kemal’s personal view of liberty: Human beings are born free; liberty is an essential requirement of human creation and thus an innate right. It is the condition of existence and life. Every force—especially political authority—that violates this right must be opposed, and this opposition is both a right and, according to the “social contract,” a duty. Therefore, individuals must defend their personal rights and liberties just as they defend the rights of society (Emil, 1988, p. 16).

Secondly, liberty means free thought, freedom of opinion, and open criticism. Human beings are created with the faculty of thought, which is inherently free. Therefore, rational human beings will always demand liberty. To think is to ask questions, seek accountability, and take an active stance toward events and people. This constitutes criticism. Free thought necessarily leads to free criticism, and on the social and political plane, to freedom of opinion. Neither liberty without thought nor thought without liberty is possible. Neither despotism nor oppression can destroy liberty, and therefore can never eradicate thought. This is the meaning of Kemal’s oft-quoted couplet (Emil, 1988, p. 16, 17):

Ne mümkün zulm ile bîdâd ile imhâ-yı Hürriyet

Çalış idrâki kaldır muktedirsен âdemîyyeten

Namık Kemal saw liberty as the hope of tomorrow. His desire to shape the future led him to define which political concepts could be used for the betterment of society. Escaping political defeat alone would not suffice; he sought to secure the future of society through the idea of liberty. Liberty was one of the “enlightenment” aims of Ottoman intellectuals. Importantly, Kemal approached the idea of liberty with a sense of social responsibility. Since liberty directly concerned the people and addressed their circumstances, it became—for Kemal and many Tanzimat intellectuals—an idealized vision of a better life in Ottoman society (Durmuş, 2014, p. 248).

Although Kemal was influenced by European liberal political philosophy, his synthetic approach ensured that he took into account the unique conditions and religious sensibilities of his own society. Thus, while the individual is important in his conception of liberty, the individual is not the central focus. Liberty cannot be reduced to freedom of expression alone; rather, it is a condition for harmonious social life. It is the most significant source of coherence between state and society (Akın, 2012, p. 152).

3.3. The Concept of Liberty in Ziya Gökalp

It is noteworthy that Ziya Gökalp named his second daughter *Hürriyet* (Liberty) (Argunşah, 1996).

Gökalp argues that two kinds of evidence inform us that our will is free (Gökalp, 2006, p. 131):

1. *Şu‘ûr* (consciousness)
2. *Vicdân-ı ahlâkî* (moral conscience)

The French refer to *şu‘ûr* and *vicdân-ı ahlâkî* collectively as *conscience*: one as *conscience psychologique* and the other as *conscience morale*.

Şu‘ûr is an awareness that distinguishes qualities. *Moral conscience* (*vicdân*) is an awareness that informs us of the moral value of our actions—whether our character and deeds are good or bad. The judgments of conscience fall into three categories (Gökalp, 2006, p. 133):

1. Ideas of duty
2. Ideas of responsibility
3. Ideas of sanction and punishment

Gökalp maintains that none of these ideas can be intelligible without liberty. Without liberty, the concepts of duty and of good and evil could not meaningfully exist. Similarly, without

liberty, responsibility would be incomprehensible, for responsibility presupposes that the agent acted freely (Gökalp, 2006, p. 133).

Moreover, without liberty, the faculty of sanction (kuvve-i mü'eyyide) and the implementation of punishments could not be just; neither merit nor demerit would be possible (Gökalp, 2006, p. 133).

Amiran Kurtkan offers the following interpretation:

“According to Gökalp, another meaning of liberty is the freedom to turn toward the abstract (*mücerret*)—a capacity necessary for the continuity of social development. Conceiving concepts such as homeland (*vatan*) and nation (*millet*) in strictly temporal and spatial terms, Gökalp argues, restricts our freedom to establish full harmony between matter and meaning. When parts of the homeland are lost, or when some groups of the nation remain trapped within circles of betrayal, the temporal and spatial conceptions of homeland and nation may possess discouraging features. In such circumstances, individuals who possess the intellectual liberty and freedom of comprehension not limited by these constraints constitute the most important factor of social progress—namely, human beings whose freedom of thought and struggle remains intact. When Gökalp writes, ‘The homeland is neither Turkey for the Turks, nor Turkistan,’ (Gökalp, 2018, p. 17) what he means is precisely this. Those who assume that his idea of Turan implies an inclination to violate the rights of other nations fail to understand his refined and meticulous notion of abstract freedom of thought” (Kurtkan, 1976, p. 169).

4. CONCLUSIONS

As a result of the examinations, it has been determined that the concept of liberty in the Ottoman modernization process broke away from its classical individual meaning and became a prerequisite for social salvation and civilization. While initially being merely a legal status or a state of Sufistic purification, liberty was defined by Namık Kemal as a "divine gift possessed by man from birth" and an inalienable right. While Namık Kemal presented liberty as a point of resistance against political tyranny and a value synthesized with the Islamic understanding of justice, Ziya Gökalp handled the concept more on the axis of moral conscience, duty, and responsibility. According to Gökalp, it is impossible to speak of moral responsibility and criminal liability without liberty. Consequently, for 19th-century Ottoman intellectuals, liberty transformed into a necessary, sacred, and political idealist concept not only for individual freedom but for the survival of the state and the progress of society.

REFERENCES

- Akın, M. H. (2012). Fundamental concepts in Namık Kemal's political thought: Progress, liberty, and homeland. In H. Su & A. Karadeniz (Eds.), *Namık Kemal* (pp. 147–155). Namık Kemal University Press.
- Akpınar, İ. (2008). *Ziya Paşa'nın şiirlerinde insan hürriyeti* [Human liberty in the poems of Ziya Paşa] (Unpublished master's thesis). Marmara University, Institute of Turkic Studies.
- Argunşah, H. (1996). The idea of family, women, and child education in Ziya Gökalp's Limnos and Malta letters. *Journal of the Institute of Social Sciences, Erciyes University*, (7).
- Aydoğdu, N. (2011). The concept of liberty in Namık Kemal. In T. Karataş & O. K. Tavukçu (Eds.), *Namık Kemal* (pp. 452–477). Ministry of Culture Publications.
- Bay, A. (2008). Debates on "liberty" during the Second Constitutional Period (1908–1911). *Journal of Republican History Studies*, 4(7), 67–83.
- Çelik, H. (1998). Liberty. In *Encyclopaedia of Islam (TDV)* (Vol. 18, pp. 505–507). Turkish Religious Foundation Publications.
- Doğan, S. (2016). The idea of liberty in Tanzimat thought. *Temaşa: Journal of the Department of Philosophy, Erciyes University*, (5), 137–157.
- Donbay, A. (1992). *Nâmık Kemâl'in Hürriyet newspaper articles* [Namık Kemal's articles in the newspaper Hürriyet] (Unpublished master's thesis). Selçuk University, Institute of Social Sciences.
- Durmuş, M. (2014). Rethinking the human through poetic attitude: Namık Kemal and the "Hürriyet Kasidesi." *International Journal of Turkish Literature, Culture, and Education*, 3(1), 240–250.
- Emil, B. (1988). Three fundamental concepts in Namık Kemal's works and actions: Liberty–civilization–will. In *Namık Kemal on the 100th anniversary of his death* (pp. 11–24). Faculty of Letters Press.
- Gökalp, Z. (2006). *Felsefe dersleri* [Philosophy lessons] (A. Utku & E. Erbay, Eds.). Çizgi Publishing.
- Gökalp, Z. (2018). *Kızılelma – Şiirler* [Red Apple – Poems] (H. İ. Şahin, Ed.; 5th ed.). Ötüken Publishing.
- Göz, K. (2003). *İslâm'da ve milletlerarası belgelerde hürriyetler* [Freedoms in Islam and international documents] (Published doctoral dissertation). Ankara University, Institute of Social Sciences.
- Kaplan, M., Enginün, İ., & Emil, B. (1993). *Yeni Türk edebiyatı antolojisi – II* [Anthology of modern Turkish literature – Vol. II] (2nd ed.). Marmara University Press.
- Kurtkan, A. (1976). The meanings of the concepts of rights and liberties in the 20th century and Ziya Gökalp. *Sociology Conferences*, 0(14), 160–170.
- Mardin, Ş. (2015). *Yeni Osmanlı düşüncesinin doğuşu* [The genesis of Young Ottoman thought] (M. Türköne, F. Unan & İ. Erdoğan, Trans.; 12th ed.). İletişim Publishing.
- Meriç, C. (2017). *Mağaradakiler* [The Cave Dwellers] (28th ed.). İletişim Publishing.
- Namık Kemal. (2014). *Makalât-ı siyasiye ve edebiye* [Political and literary essays] (E. Kul, Ed.). Birleşik Publishing.
- Namık Kemal. (2005). *Osmanlı modernleşmesinin meseleleri: Bütün makaleleri – I* [Problems of Ottoman modernization: Complete articles – Vol. I] (N. Y. Aydoğdu & İ. Kara, Eds.). Dergâh Publishing.
- Nişanyan, S. (2004). *Sözlerin soyağacı: Çağdaş Türkçenin etimolojik sözlüğü* [The genealogy of words: An etymological dictionary of contemporary Turkish]. Adam Publishing.
- Oğur, Y. (2005). *Osmanlı–Cumhuriyet modernleşmesinde iki özgürlük kavramı* [Two concepts of liberty in Ottoman–Republican modernization] (Unpublished master's thesis). Istanbul University, Institute of Social Sciences.
- Özer, K. (2004). *Tanzimat sonrası İslâm düşüncesi ve Namık Kemal* [Post-Tanzimat Islamic thought and Namık Kemal] (Unpublished doctoral dissertation). Dokuz Eylül University, Institute of Social Sciences.

A STUDY ON THE CHANGES IN THE CONCEPT OF "SIYASET (POLITICS)" IN THE LATE OTTOMAN EMPIRE*

Dr. Res. Asst. İbrahim ÖZHAZAR

Gaziantep University, Faculty of Arts and Sciences, Department of History, 27310 Şehitkamil, Gaziantep

ORCID ID: 0000-0001-6623-4457

ABSTRACT

This study examines the historical development, semantic layers, and transformation of the concept of “politics” (siyaset) within Islamic intellectual tradition and late Ottoman thought. Originally used in early Arabic sources to denote “disciplining a horse” and “governing,” the term gradually expanded in Islamic legal and philosophical literature to encompass the administration of public affairs, the preservation of order, and the improvement of society. In classical thought, siyasah includes both divinely guided (shar‘ī) and rational (‘aqlī) forms of governance, reflecting the responsibility of political authority to secure justice and collective welfare. Philosophers such as al-Fārābī and Ibn Khaldūn viewed politics as an essential means for achieving human happiness, emphasizing that a virtuous and orderly society requires sound governance. Within this framework, politics ranges from self-discipline to state administration, encompassing warfare, peace, public order, and economic management. In the Ottoman context, the term siyaset was long associated primarily with punishment—particularly capital punishment—imposed by the sovereign for maintaining order. However, with the Tanzimat reforms, the concept evolved toward its modern meaning, relating more closely to governance, public law, justice, and administrative order. Namık Kemal defined politics as a discipline that outlines the rights and duties of all individuals, grounding it in principles such as popular sovereignty, rule of law, and civil liberties. Mustafa Fâzıl Pasha emphasized the separation between religion and politics, framing politics as the science of “true justice,” universal in nature. Ali Suavi linked political legitimacy to justice, societal needs, and moral order. Overall, the study demonstrates that the concept of siyasah acquired a multifaceted meaning across Islamic and Ottoman intellectual history, centered on justice, governance, public welfare, and the moral foundations of political authority.

Keywords: Politics, Semantics, Historical Semantics, Ottoman, Concept

SON DÖNEM OSMANLI DEVLETİ'NDE “SİYASET” KAVRAMININ DEĞİŞİMİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

ÖZET

Bu çalışma, siyaset kavramının İslâm düşüncesi ve Osmanlı entelektüel geleneği içindeki tarihsel gelişimini, anlam katmanlarını ve modernleşme sürecindeki dönüşümünü ele almaktadır. İlk dönem Arapça kaynaklarda “atı terbiye etmek” ve “yönetmek” anlamlarında

kullanılan siyaset kavramı, İslâm hukuk ve düşüncesinde giderek kamusal işlerin yürütülmesi, düzenin sağlanması ve toplumun ıslahı anlamında geniş bir içerik kazanmıştır. Klasik literatürde siyaset, hem şer'î hem aklî yönetim biçimlerini kapsar; kamu otoritesinin toplumsal faydayı ve adaleti gözeterek düzen kurma sorumluluğunu ifade eder. Fârâbî, İbn Haldûn ve diğer Müslüman düşünürler siyaseti, insanın mutluluğa ulaşmasında zorunlu bir araç olarak değerlendirmiş, bireyin ve toplumun iyi yaşamının ancak düzenli bir yönetimle mümkün olduğunu vurgulamıştır. Bu bağlamda siyaset, nefsin yönetilmesinden devlet idaresine kadar geniş bir yelpazede incelenmiş; savaş, barış, kamu düzeni ve ekonomik yönetim gibi alanlarda kapsamlı bir teori oluşturmuştur. Osmanlı'da siyaset terimi uzun süre "ceza" ve özellikle "idam cezası" bağlamında kullanılmış; ancak Tanzimat'la birlikte kavram modern anlamına yaklaşılarak yönetim, kamu hukuku, adalet ve toplum düzeni gibi temalarla ilişkili bir hale gelmiştir. Namık Kemal, siyaseti "herkesin hak ve ödevlerini gösteren bir disiplin" olarak tanımlarken; Mustafa Fâzıl Paşa siyaset ile din arasındaki sınırları belirleyerek sahih adalet ilkesini temel alan evrensel bir siyaset anlayışını savunmuştur. Ali Suavi ise siyasetin meşruiyetini adalet ve toplumun ihtiyaçlarına uygunlukla ilişkilendirmiştir. Sonuç olarak siyaset kavramı, İslâmî düşünceden modern Osmanlı fikriyatına uzanan geniş bir tarihsel süreçte, toplum düzeni, adalet, yönetim ve kamu yararı ekseninde çok katmanlı bir içerik kazanmıştır.

Anahtar kelimeler: Siyaset, Semantik, Tarihsel Semantik, Osmanlı, Kavram

1. INTRODUCTION

The concept of politics (siyaset) is an area where complete consensus has not been reached due to the changes it has undergone and the meanings it has taken on in different civilizations throughout history. Each definition made to date has highlighted a different aspect of politics or reflected the ideological perspective of the defining person or institution. The aim of this study is to examine the historical and etymological roots of the concept of politics, its uses in Ottoman and Islamic literature, and the new dimensions it acquired in the post-Tanzimat period, thereby outlining the general framework of this multidimensional concept. The semantic transitions and differences between the Arabic, Ottoman, and Western equivalents of "siyaset" are critical for understanding the concept's rich content.

2. MATERIAL AND METHODS

The main material of this study consists of dictionaries in Arabic, Ottoman, and Western languages, as well as the works and views of Islamic scholars and Ottoman and Tanzimat-era thinkers on politics. The historical and comparative method was employed to analyze the

concept. First, the Arabic origin of “siyaset” and its use in the context of criminal law within Ottoman legal literature were analyzed. Subsequently, its close relationship with the concepts of tedbir (precaution/planning) and the art of governance in Islamic literature, along with its various classifications, were examined. Finally, the origins of its Western counterpart “politika” and the modern perspectives on the definition of politics brought forward by thinkers like Namık Kemal, Mustafa Fâzıl Pasha, and Ali Suâvi during the Tanzimat period were evaluated.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. General Framework of the Concept of Politics

The Arabic term *siyāsa(t)* (سياسة) has the meanings of:

1. horse care and training (grooming) (Lewis, 2011, p 25),
2. governing the state, administration. It also denotes judging, state administration, the exercise of government (Nişanyan, 2004, p. 411), politics, punishment according to the law, and killing (Ahmet Vefik Pasha 2000, p. 816). It further conveys ruling public affairs and managing state interests properly, as well as the execution of punishments imposed on criminals (İbrahim Cûdî Efendi, 2006, p. 483) —often implying severe punishment or killing (Yılmaz, 2010, p. 615).

It refers to the methods employed by those in power to address social problems. While some sources claim that the word derives from *seyis* (horse groom), **Galatat Lügati** argues that its root is the Mongolian *se-ya-sa* (“the three laws”). It is said that when Genghis Khan appointed his sons as khans over China, Mongolia, and Iran, he recommended a foundational law for each region; thus, the world could be governed from one end to the other by these three laws. *Seyasa* eventually evolved into *siyâset*. In the Ottoman Empire, the concept of *siyâset* came to mean *administration* in the 19th century. Notably, the Tanzimat administrators viewed *siyâset* as a fundamental component of governance (Sakaoğlu, 2017, p. 615).

The word *siyaset*, originally used in meanings such as “to take care of something and keep it in good condition; to domesticate an animal, to train a horse,” came to be defined as “the act of taking on, conducting, and managing the affairs of society; the art of governing human communities.” (Köse, 2009, p. 294). The term *ri‘ayet*, which originally meant “herding” but expanded to denote state administration at all levels, is closely related to *siyaset*. This semantic proximity is clearly observable in works written under titles such as *er-ri‘âyetü’ş-şer‘iyye* and *siyâsetü’r-ra‘î ve’r-ra‘iyye* (Barca, 2015, p. 37).

Many works on politics explain the concept through the notion of **tedbir** (prudential management). Examples include *siyâsetü'd-düvel*, *tedbîrû'd-düvel* (governing countries), *tedbîrû'l-ceyş* and *siyâsetü'l-ceyş* (managing the army). The terms *siyaset* and *tedbir* were used interchangeably in the senses of governing, managing, administering, and directing. Islamic scholars used these terms not only for “state governance” but also for “management at all types and levels.” (Barca, 2015, p. 37).

In Ottoman legal literature, the word *siyaset* had two meanings. First, since the application of *hadd* punishments belonged directly to the head of state, these punishments were called *siyaset*. The expression “unless (the act) is not punished by *siyaset*,” common in Ottoman *kanunnames*, is explained by scribes in this sense. Second, punishments other than flogging or monetary fines—imposed as *ta'zir* penalties—were also called *siyaset* punishments. Additionally, laws established by the *ulü'l-emr* (legitimate authority) were referred to as *siyaset laws*. The term also carried the meanings of severe punishment, torture, and customary penal practices (Ünal, 2011, p. 621).

In Eastern Turkic–Islamic states, *siyaset* for a long time meant “punishment.” In Nizâmülmülk’s famous work *Siyâsatnâme*, references are made to harsh punishments, flogging, and “reasons of *siyaset*.” In the Ottoman Empire, *siyaset* frequently referred to punishments—especially capital punishment—imposed by the ruler for administrative or political reasons (Duman, 1998, p. 42.). Today, however, the term no longer carries the meaning of punishment or execution; in everyday speech it is often associated with cleverness, tact, or strategic capability. In political science, it is generally defined as “the management of the state, country, or human affairs.” (Duman, 1998, p. 42).

The Western equivalent of *siyaset*, *politics*, derives from Greek words such as *polis*, *politeia*, *politica*, and *politike*. *Polis* means “city, region; the assembly of citizens forming a city.” *Politeia* signifies “state, political regime, republic, citizenship.” *Politica* concerns matters related to political and civic rights. *Politike* denotes the “art of politics,” which aims at the good and the beautiful (Çuhadar, 2007, p. 156). When William of Moerbeke published the first complete Latin translation of Aristotle’s *Politics* in the early 1250s, he referred to the “highest community” discussed at the beginning of Book I as *communicatio politica*, helping to introduce the term “politics” (*politica*) into intellectual circulation (Skinner, 2016, p. 540).

In the West, Brunetto Latini, Dante’s teacher, is considered the first author consciously identifying himself as a political scientist. In the introduction to his *Books of the Treasury* (written in the 1260s), he states that his discussion will conclude with a study on the “tools

rulers should use when governing their subjects,” a branch of “practical philosophy” that he calls “politics.” In the final section, titled *The Governance of Cities*, he refers to politics as “the science concerned with administration” (Skinner, 2016, p. 540, 541).

In summary, numerous definitions have been proposed to explain the concept of politics within the process of humans forming societies in an orderly fashion. A review of these definitions reveals that each highlights different aspects of politics or reflects the ideology of the individual or institution defining it. It is a fact that no universally satisfying and consensual definition has been reached (Çuhadar, 2007, p. 155).

3.2. The Concept of Politics in Islamic Literature

The word *siyaset* does not appear in the Qur’an. In various hadiths, however, it is used both in the sense of “training a horse” and “managing the affairs of the people.” In Islamic jurisprudential literature, *siyaset* generally refers to reforms and administrative actions undertaken by public authority that are not contrary to the fundamental principles of religion (Köse, 2009, p. 294).

Concepts related to rulers, governance, and administration are found throughout the Qur’an, hadiths, and Islamic scholarly literature. Among these concepts, *imām* (plural: *a’imma*) sometimes signifies “social and political leader” in certain Qur’anic verses (For example: Surah Al-Baqarah, verse 124; Surah Al-Isra, verse 71; Surah Al-Anbiya, verse 73) and appears frequently in hadiths in this sense (Köse, 2009, p. 294).

In Islam, the fundamental principle of politics is to prepare and preserve the means through which people may attain happiness in both this world and the hereafter. Politics is commonly defined as ensuring the order of worldly and religious affairs (Köse, 2009, p. 295). It is, in other words, the administration of worldly affairs and the preservation of religion, with the essential requirement that a qualified individual be appointed to this task. Thus, Islamic scholars have approached politics from various perspectives and classified it in different ways. Sometimes they divided it into five categories: *siyāsetü’-n-nefs* (self-governance), *siyāsetü’l-hâssa* (managing one’s close circle), *siyāsetü’l-âmm* (governing the populace), *siyāsetü’l-emvâl* (managing revenues and expenditures), and *siyāsetü’s-silm ve’l-harb* (war and peace policy)². At other times, politics was categorized based on the nature of the ruler into *siyâset-i nebevî* (prophetic governance) and *siyâset-i mülûkî* (monarchical governance) (Barca, 2015, p. 36, 37). From the emergence of Islamic jurisprudence onward, issues such as the formation, exercise, transmission, and termination of political authority—particularly the caliphate—were discussed

² For example, see: Ibn Khaldun, *The Muqaddimah*.

through concepts such as *walā'*, *bay'a*, *yemin*, and *wakāla* (Köse, 2009, p. 296). According to al-Fārābī and later Muslim philosophers, the ultimate aim of human beings is happiness. Fārābī refers to this discipline as *al-'ilm al-madanī* (civic science), *al-falsafa al-madanīyya* (political philosophy), or *al-'ilm al-insānī* (the science studying voluntary actions, laws, and the dispositions from which they arise). When studying politics, he asks how humans may attain their ultimate purpose—happiness. But humans are not self-sufficient and are prone to error; therefore, they require a city (*madīna*) and a governing structure in which they can live with others (Köse, 2009, p. 297).

Ibn Khaldūn notes that some philosophers defined an ideal form of politics—*es-siyâsetü'l-medeniyye*—which, due to its perfection, requires no ruler, and they termed the society governed by this model *al-madīna al-fāḍila*. He briefly explains these concepts and then states that he finds such views unrealistic. Emphasizing the importance of explaining political change through its own internal dynamics, he established a new discipline he called *'ilm al-'umrān*. According to Ibn Khaldūn, humans must live in society, and politics differs depending on whether laws are grounded in revelation or reason. Politics derived from revelation is called *shar'ī*, and that derived from reason is *'aqlī*. *Shar'ī* politics ensures happiness in both worlds, while *'aqlī* politics benefits only worldly life (Köse, 2009, p. 297, 298).

3.2. The Concept of Politics During and After the Tanzimat Era

Among Tanzimat thinkers, Namık Kemal is one of those who attempted to define politics. In his article *Hukuk-ı Umumiye*, he states that politics is “a discipline that identifies the rights and duties of everyone in the world,” and therefore is limited by time and place, leading him into his definition of public law (Doğan, 2014, p. 82).

Some scholars divided law into personal and public categories based on the observation that rights manifest both individually and socially. They further subdivided public law into international law (state–state relations), political law (individual–state relations), and administrative law (individual–administrative mechanism relations). For Namık Kemal, such definitions and distinctions can be valid only if neither the state nor the nation is regarded as an entity separate from the individuals constituting it. Thus, the subject of *hukuk-ı siyâsiye* (political law), which regulates the relationship between the individual and the state, consists of overarching principles such as popular sovereignty, separation of powers, the duties of public officials, personal liberty, equality, freedom of thought, freedom of the press, and freedom of assembly. His classification of political science reflects the idea of an autonomous individual,

an organic society formed by these individuals, and a state based on popular sovereignty—all clearly modern notions (Doğan, 2014, p. 82, 83).

A somewhat vague second definition of politics can be found in the writings of Mustafa Fâzıl Pasha. In one of his letters, he recalls that Prussia's victories in Europe were not due to the needle gun, but to the liberties granted to the people. He states: "In short, the evidence and examples we have presented are sufficient to convince that, in our age, the strength of governments arises from granting liberty to the populace," linking the matter to the relationship between religion and progress (Doğan, 2014, p. 83):

*"My Sultan, Your Majesty knows better than I that religion governs the soul and promises us blessings in the hereafter; yet religion does not define and determine the worldly rights of nations. If religion does not remain in its eternal domain and interferes with worldly affairs, it destroys everything, including itself. My Sultan, a Christian has no different politics from a Muslim, for justice is one in this world; what we call politics is in fact true justice."*³ (Doğan, 2014, p. 83):

Mustafa Fâzıl Pasha is explicit about distinguishing between religion and politics—the prerequisite for which is the autonomy of religious and worldly affairs. The idea requiring particular analysis here is that politics is a universal science of **true justice**, independent of "local" elements such as religion and morality, and that it sets the procedures and rules of worldly affairs (Doğan, 2014, p. 83, 84).

Ali Suâvi, who asks, "What is the essence of political science?" answers that Plato and other classical philosophers considered justice its foundation; naturalists like Hobbes deemed it the welfare of the people; and Islamic scholars identified its principle as justice and its purpose as the collective welfare of the community. He aligns himself with the Islamic scholars but adds that for an administration to be legitimate, it must be compatible with the needs, morals, and capacities of its society. Since humans are inherently social, and civilization requires justice, justice can be upheld only by "universal fundamental laws," which for him is the *sharī'a*, providing full equality among members of the community (Doğan, 2014, p. 84).

4. CONCLUSIONS

The concept of politics is a multilayered term, evolving from etymological roots such as "horse training" and "state administration", to meanings of "punishment" and "execution" in Ottoman law, and to philosophical goals in Islamic literature such as "ordering worldly and religious affairs" and "the individual's attainment of happiness". With the Tanzimat period, the focus of

³ Mustafa Fazıl Pasha, 'A Letter from Paris'

the concept shifted away from “governance and punishment” towards the modern political science perspective originating in the West, centered on “law,” “popular sovereignty,” and “true justice”. This historical transition indicates that politics began to be perceived not only as an art of governance but also as a universal discipline that guarantees the peace of society and the rights of the individual. The ongoing lack of consensus on the definition of the concept is evidence that politics is a living discipline, continually reshaped according to social dynamics and ideological perspectives.

REFERENCES

- Ahmet Vefik Paşa. (2000). *Lehçe-i Osmanî* [Dictionary of Ottoman Turkish] (R. Toparlı, Ed.). Turkish Language Association.
- Barca, İ. (2012). A general overview of the classical Islamic political institution and its literature. *Journal of the Faculty of Theology, Siirt University*, 2(1), 33–65.
- Çuhadar, C. (2007). The philosophical origins of the concept of politics. *Journal of Religious Studies*, 10(30), 153–167.
- Doğan, S. (2014). *Tanzimat dönemi Türk düşüncesinde hürriyet anlayışı* [The concept of liberty in Turkish thought during the Tanzimat period] (Unpublished master’s thesis). Istanbul University, Institute of Social Sciences.
- Duman, B. (1998). *Ziya Gökalp’in bilim ve siyaset anlayışı* [Ziya Gökalp’s understanding of science and politics] (Unpublished master’s thesis). Süleyman Demirel University, Institute of Social Sciences.
- İbrahim Cûdî Efendi. (2006). *Lügat-ı Cûdî* [Cudi’s Dictionary] (İ. Parlatır, T. Aksu & N. Tufar, Eds.). Turkish Language Association.
- Köse, H. M. (2009). Politics. In *Encyclopaedia of Islam (TDV)* (Vol. 37, pp. 294–299). Turkish Religious Foundation Publications.
- Lewis, B. (2011). *İslam’ın siyasal söylemi* [The political language of Islam] (Ü. Oskay, Trans.; 2nd ed.). Phoenix Publishing.
- Nişanyan, S. (2018). *Nişanyan Dictionary – The etymology of contemporary Turkish*, “Siyaset” entry. Retrieved from <https://www.nisanyansozluk.com/?k=siyaset>
- Nişanyan, S. (2004). *Sözlerin soyağacı: Çağdaş Türkçenin etimolojik sözlüğü* [The genealogy of words: An etymological dictionary of contemporary Turkish]. Adam Publishing.
- Sakaoğlu, N. (2017). *Osmanlı tarihi sözlüğü* [Dictionary of Ottoman history]. Alfa Publishing.
- Skinner, Q. (2016). *Modern siyasal düşüncenin temelleri: Cilt II (Reform)* [The foundations of modern political thought: Vol. II (Reformation)] (E. Buğlalılar & B. Yıldırım, Trans.). Phoenix Publishing.
- Ünal, M. A. (2011). *Osmanlı tarih sözlüğü* [Dictionary of Ottoman history]. Paradigma Publishing.
- Yılmaz, F. (2010). *Osmanlı tarih sözlüğü* [Dictionary of Ottoman history]. Gökkuş Publishing.

GOTHE VE VOLTAİRE’NİN HZ. MUHAMMED ALGILARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Abdullah AKGÜÇ

Mardin Artuklu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İslam Tarihi ve Sanatları Ana Bilim Dalı
Artuklu/Mardin. Yüksek Lisans Öğrencisi

ORCID ID: 0009-0000-7618-3868.

ÖZET

Bu çalışma, Aydınlanma Dönemi'nin sembol isimlerinden François-Marie Arouet Voltaire (1694-1778) ve Romantizm akımının öncüsü Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832) gibi iki büyük Batılı düşünürün Hz. Muhammed algılarını karşılaştırmalı olarak analiz etmeyi amaçlamaktadır. Temel problem, bu iki farklı kültürel ve felsefi akımın, peygamber figürüne yüklediği anlamların ne şekilde ayrıştığını ve bu ayrışmanın Batı'nın Doğu'ya ve İslam'a yönelik algı evrimindeki yerini ortaya koymaktır. Araştırma, karşılaştırmalı metin analizi yöntemine dayanmaktadır. Birincil kaynak olarak, Voltaire'in "*Fanatizm veya Peygamber Muhammed'in Bağnazlığı*" (*Le Fanatisme, ou Mahomet le Prophète*) isimli trajedisi ile Goethe'nin "*Batı-Doğu Divanı*" (*West-östlicher Divan*) ve özellikle "*Mahomet'in Şarkısı*" (*Mahomets Gesang*) şiirleri incelenmiştir. Bu eserlerde kullanılan dil, metaforlar ve karakterizasyon teknikleri titizlikle mukayese edilmiştir. Analiz, iki düşünürün algılarında keskin bir zıtlık olduğunu göstermektedir. Voltaire, tiyatral eserinde Hz. Muhammed'i fanatizmin, entrikanın ve iktidar arzusunun temsilcisi olarak resmetmekte ve bu figürü kendi çağındaki bağnazlık eleştirisinin bir aracı olarak kullanmaktadır. Öte yandan, Goethe ise onu, samimi inancın, büyük bir reformcunun ve evrensel bir dehanın sembolü olarak görmekte, Kur'an'ın Tevhid düşüncesine olan hayranlığını dile getirmektedir. Bu farklılık, Aydınlanmanın eleştirel rasyonalizmi (Voltaire) ile Romantizm'in sezgisel maneviyatı ve Doğu'ya yönelik idealizmi (Goethe) arasındaki felsefi ayrımı yansıtmaktadır. Sonuç olarak çalışma, Goethe ve Voltaire'in zıt tasvirlerinin, Batı düşünce tarihinde İslam algısına dair bir kırılma noktasını işaret ettiğini ileri sürmektedir. Voltaire'in seküler eleştirisi ve Goethe'nin hayranlık temelli kabullenme çabası, günümüzdeki İslamofobi ve Oryantalizm gibi ana akımların farklı tarihsel ve entelektüel kökenlerini anlamak adına önemli bir perspektif sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Goethe, Voltaire, Hz. Muhammed, Aydınlanma, Oryantalizm

A COMPARATIVE ANALYSIS OF GOETHE AND VOLTAIRE'S PERCEPTIONS OF THE PROPHET MUHAMMAD

ABSTRACT

This study aims to conduct a comparative analysis of the perceptions of Prophet Muhammad held by two great Western thinkers: François-Marie Arouet Voltaire (1694-1778), one of the symbolic figures of the Enlightenment, and Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832), a

pioneer of the Romantic movement. The fundamental problem is to reveal how the meanings attributed to the figure of the prophet by these two different cultural and philosophical movements diverge and to highlight the place of this divergence in the evolution of the West's perception of the East and Islam. The research is based on comparative text analysis. The primary sources examined are Voltaire's tragedy *"Fanaticism, or The Fanaticism of the Prophet Muhammad"* (*Le Fanatisme, ou Mahomet le Prophète*) and Goethe's *"West-Eastern Divan"* (*West-östlicher Divan*) and, in particular, the poem *"The Song of Mahomet"* (*Mahomets Gesang*). The language, metaphors, and characterization techniques used in these works have been meticulously compared. The analysis reveals a sharp contrast in the perceptions of the two thinkers. In his theatrical work, Voltaire portrays the Prophet Muhammad as a representative of fanaticism, intrigue, and the desire for power, using this figure as a vehicle for his critique of bigotry in his own time. On the other hand, Goethe sees him as a symbol of sincere faith, a great reformer, and a universal genius, expressing his admiration for the concept of Tawhid in the Quran. This difference reflects the philosophical distinction between the critical rationalism of the Enlightenment (Voltaire) and the intuitive spirituality and idealism toward the East of Romanticism (Goethe). Consequently, the study argues that Goethe and Voltaire's contrasting portrayals mark a turning point in the perception of Islam in Western intellectual history. Voltaire's secular criticism and Goethe's admiration-based acceptance offer an important perspective for understanding the different historical and intellectual origins of mainstream trends such as Islamophobia and Orientalism today.

Keywords: Goethe, Voltaire, Prophet Muhammad, Enlightenment, Orientalism

İSLÂM'IN HELAL-HARAM PARADİGMASI ÇERÇEVESİNDE HÜCRE TEMELLİ YAPAY ETİN MEŞRUIYETİ SORUNU

Dr. Öğr. Üyesi Yavuz GÖNAN

Gümüşhane University, Faculty of Theology, Department of Islamic Law, 29100 Merkez,
Gümüşhane

ORCID ID: 0000-0003-4420-4112

ÖZET

Gıda endüstrisi ve biyoteknoloji alanlarındaki son gelişmeler insan tüketimine yönelik hücre temelli yapay et üretim teknolojilerini de beraberinde getirmektedir. Bu yenilikçi teknoloji, özellikle et üretiminde ortaya çıkan etik, çevresel ve sosyal sorunlara çözüm üretmeyi hedeflemektedir. Ancak bu teknoloji ile üretilen etin İslam hukukunun helal-haram ve tayyip kavramları etrafında değerlendirilmesi, modern dönemde fikhî analiz gerektiren karmaşık bir meseledir. Hücre temelli et; klasik anlamda helal şartlarını taşıyan ve meşru yolla kesilmiş hayvandan elde edilen kas dokusundan farklı olarak, hayvanlardan alınan kas kökenli veya kök hücrelerin, besi ortamları ve doku mühendisliği araçları eşliğinde biyoreaktörlerde çoğaltılarak üretildiği için hem *et*'in ontolojik statüsünü hem de fikhî hükmünü tartışmaya açmaktadır. Çalışmanın ana tezi kültür etinin ne toptan “teknolojik kurtarıcı” ne de kategorik olarak mahkum edilecek “haram icat” olarak ele alınabileceğidir. Zira İslam hukukunun karakteristik özelliklerinde biri *islah* mekanizmasıdır. Bu mekanizma sayesinde İslam hukuku, yapısal olarak tartışmalı olan meseleleri kendi ilkeleri çerçevesinde meşru bir hale getirmektedir. Bu üretim teknolojisinin aşamalarında İslam hukukunun helal-haram ve tayyip kategorisi ile uyuşmayan bazı temel unsurlar bulunmakla birlikte bunların telafi edilmesi, İslam'ın temel ilke ve prensiplerinin dikkate alınması durumunda yapay etin meşruiyetinin temin edilebileceği düşünülmektedir. Çalışma *hıfzû'n-nefs* (canın korunması) ve *hıfzû'l-bî'e* (çevrenin korunması) gibi makâsıd hedeflerinin, hayvan refahını gözeten ve çevresel baskıyı azaltma potansiyeli bulunan teknolojilere ilkesel bir açıklık sağladığı kabul edilmekle birlikte kan, domuz ürünü, meyte gibi nassla haram oldukları sabit olan alanlarda maslahat argümanının hükmü değiştirmeyeceği de vurgulanmalıdır. İslam hukuku beslenme ve gıda güvenliği konusunda ciddi mesuliyetler yüklemektedir. “Helâl” sadece dini ritüellerin yerine getirilmesi anlamına gelmemekte, ayrıca gıdanın hijyenik, sağlıklı ve zararsız (*tayyib*) olmasını da gerektirmektedir. Bu açıdan hücre temelli yapay etin tüm güvenlik standartlarını karşılaması İslâmî açıdan “tayyip” (güzel, faydalı) sayılabilmesi için gereklidir.

Anahtar kelimeler: Hücre temelli et, Yapay et, Helâl gıda, İslâm hukuku, Gıda güvenliği

THE LEGITIMACY OF CELL-BASED ARTIFICIAL MEAT FROM THE PERSPECTIVE OF ISLAM'S HALÂL-HARÂM PARADIGM

ABSTRACT

Recent advancement in the food industry and biotechnology have brought forth the technology for producing cell-based artificial meat for human consumption. This innovative technology aims to provide solutions the ethical, environmental, and social problems associated with conventional meat production. However, evaluating the meat produced by this technology within the framework of Islamic Law's concepts of *halâl*, *harâm*, and *tayyib* constitutes a complex issue requiring juristic analysis in the modern period. Cell-based meat challenges both the ontological status of "meat" and its juristic ruling because, unlike meat obtained from a legitimately slaughtered animal that meets the classical conditions for being *halâl*, it is produced by multiplying muscle-derived or stem cells taken from animals in bioreactors using culture media and tissue engineering tools. The main thesis of this study is that cultured meat cannot be approached either as a wholesale "technological savior" or as a categorically condemned "forbidden invention." This is because one of the characteristic features of Islamic law is its mechanism of reform. Through this mechanism, Islamic law structurally renders contentious issues legitimate within the framework of its own principles. Although there are certain fundamental elements in the stages of this production technology that are incompatible with the *halâl-harâm* and *tayyib* categories of Islamic law, it is thought that its legitimacy can be secured if these are remedied and the fundamental principles and objectives of Islam are taken into consideration. The study acknowledges that the objectives of *maqâsid al-shari'ah*, such as *hifz al nafs* and *hifz al bi'ah*, provide a principled openness to technologies that consider animal welfare and have the potential to reduce environmental pressure. However, it must also be emphasized that the argument of *maslaha* cannot override rulings in areas explicitly established as prohibited by scriptural evidence (*nass*), such as blood, pork, and carrion (*maytah*). Islamic law imposes serious responsibilities concerning nutrition and food safety. "Halâl" does not merely signify the fulfillment of religious rituals; it also requires that the food be hygienic, healthy, and harmless (*tayyib*). From this perspective, cell-based artificial meat must meet all safety standards to be considered "*tayyib*" from an Islamic standpoint.

Keywords: Cultivated meat, Culturel meat, Halâl food, Islamic law, Food safety

1. GİRİŞ

21. yüzyılın son çeyreğinden itibaren küresel gıda sistemi; nüfus artışı, kentleşme, iklim değişikliği ve hayvansal üretime yönelik etik/çevresel eleştiriler sebebiyle derin bir dönüşüm

baskısı altına girmiştir. Özellikle iddia edildiği şekliyle sığır, koyun gibi hayvanların neden olduğu metan emisyonları/sera gazı etkisi, yem ve su tüketimi ile arazi kullanımı, kırmızı et üretimini iklim politikaları ve sürdürülebilirlik tartışmalarının merkezine yerleştirmiştir (Post, 2014, s. 1039). Bu bağlamda alternatif proteinler olarak anılan bitki bazlı et benzerleri (plant-based), fermentasyon temelli proteinler (fermentation) ve hücre temelli/kültür eti (cultivated meat) teknolojileri hem politika belgelerinde hem de bilimsel literatürde giderek ağırlığını artırmaya başladı.

Bu üç yöntem arasında “hücre temelli et (*in vitro* meat)” (Izhar Ariff Mohd Kashim vd., 2023, s. 2) doğrudan hayvan hücrelerinden üretilmesi ve nihai ürünün kimyasal bileşimi ile duyuşal özellikleri bakımından gerçek ete en çok benzeyen model olması hasebiyle farklı bir konuma sahiptir (Izhar Ariff Mohd Kashim vd., 2023, s. 3). 2013 yılında Maastricht Üniversitesi’nden Mark Post’un kamuoyuna tanıttığı ilk kültür hamburger hem teknik fizibilitenin sembolü olmuş hem de maliyet, ölçeklenebilirlik ve toplumsal/kültürel kabul tartışmalarını tetiklemiştir (Wurgajt, 2020, s. 156). Günümüzde *Good Food Institute* (GFI)’nin açıkladığı verilere göre çok sayıda girişim ve Ar-Ge laboratuvarının hücre temelli et, deniz ürünü ve hibrit/melez ürünler üzerinde çalıştığını göstermekte; ayrıca maliyet, regülasyon ve tüketici kabulleri alanında ciddi güçlüklerin hâlen devam ettiğini ortaya koymaktadır (*Plant-Based and Cultivated Meat Innovation | GFI*, 2025).⁴

Hücre temelli etin Müslümanlar açısından asıl kritik boyutu teknolojinin İslâm hukukunun helâl-harâm ve tayyib kategoriyle kesiştiği noktada ortaya çıkmaktadır. Hücre kaynağının hangi hayvandan ve hangi yöntemle elde edildiği, besi ortamının (culture medium) kan ürünleri, jelatin veya domuz türevleri içerip içermediği, scaffold sistemlerinin kaynağı ve üretim sürecinde kullanılan kimyasallar doğrudan kurum fetvalarının ve akademik tartışmalarının odağında yer almaktadır. Zira bu yöntem salt bir teknik gıda teknolojisi olmaktan çok insanın Allah’la, tabiatla ve diğer canlılarla kurduğu ilişkinin bütüncül bir meselesini oluşturmaktadır. Helâl öncelikle gıdanın kaynağının meşru olmasını, harâm Kur’an ve Sünnet’te açıkça yasaklanan veya kat’i delillerle sakıncalı (mahzur) görülen alanları ifade etmektedir. Tayyib

⁴ Kendi internet sitelerinde misyon ve faaliyet alanları olarak şunlar yer almaktadır: Good Food Institute (GFI) küresel gıda sistemini gezegen, insanlar ve hayvanlar için daha iyi hale getirmek amacıyla çalışan kâr amacı gütmeyen bir düşünce kuruluşudur. Uluslararası bir kuruluş ağı olarak iklim, küresel sağlık, gıda güvenliği ve biyoçeşitlilik hedeflerine ulaşılmasına yardımcı olmak için alternatif proteinler geliştiriyoruz.” Kültür eti endüstrisi alanında çalışan ilk üç şirketin 2016 yılında ABD, Hollanda ve İsrail’de halka açılmasından bu yana muazzam büyüme kaydeden sektörde GFI’nın şirket veri tabanına göre 155 şirket çalışmaktadır. GFI’nın çalışma yöntemleri arasında farklı bölgelerdeki üniversitelerde bulunan öğrenci grupları eliyle yapay et alanında farkındalık oluşturma teşebbüsleri yer almaktadır. Türkiye’de ODTÜ ve Yeditepe üniversitesi bünyesinde “Alt Protein Project (APP)” iki proje çalışmasının bulunduğu belirtilmektedir. Bk. (*Plant-Based and Cultivated Meat Innovation | GFI*, 2025)

kavramı ise helâl olmanın ötesinde gıdanın temiz, sağlıklı, zararsız ve fitrata uygun olmasını şart koşmaktadır. Bu noktada maslahat ilkesi de dikkate alınmalıdır. Nitekim bu ilke, zarûrât-ı sitteyi (can, mal, din, akıl, namus ve çevre) gözeterek yeni teknolojilerin toplum yararına mı zararına mı olduğunu tespit etme imkânı sunmaktadır. Böylece yapay et değerlendirilirken hem klasik gıda hükümleri hem de çevre etkisi, hayvanın refahı, adalet ve sürdürülebilirlik gibi çağdaş boyutlar birlikte dikkate alınmalıdır.

2. HÜCRE TEMELLİ ETİN KRONOLOJİSİ VE ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ

2.1. Hücre Temelli Et Teknolojisinin Ortaya Çıkışı ve Tarihsel Süreç

Hücre temelli et fikri ilk olarak 1930’larda İngiliz devlet adamı Winston Churchill tarafından dile getirilmiştir. Churchill, 1932’de yazdığı “Fifty Years Hence” adlı makalesinde gelecekte tüm bir tavuk yetiştirmek yerine ayrı ayrı parçalarını yetiştirebilme potansiyelinden bahsetmiştir (Soleymani vd., 2024, s. 1; Xue vd., 2024, s. 1). Bu öngörü o dönemde bilim-kurgu olarak görünse de modern hücre temelli et araştırmalarının temel felsefesini oluşturmaktadır: Hayvanlardan elde edilen hücreler vasıtasıyla et üretimi.

Bilimsel altyapısı ise 2. Dünya Savaşı sonrası hız kazanan doku mühendisliği ve hücre biyolojisi araştırmalarıyla atılmıştır. Tıp alanındaki gelişmeler, organ nakli ve yapay organ üretimi hedefleriyle hücrelerin in vitro (laboratuvar ortamında, yapay) koşullarda nasıl çoğaltılacağı ve farklılaşacağı konusunda önemli bilgiler sağlamıştır. Bu dönemdeki araştırmalar özellikle kas hücrelerinin laboratuvar ortamında nasıl manipüle edilebileceğine dair temel bilimsel bilgileri ortaya koymuştur. 1970’li yıllarda biyoteknoloji alanındaki hızlı gelişmeler rekombinant DNA teknolojisinin⁵ keşfi ve genetik mühendisliğinin gelişimi hücre manipülasyonu yeteneklerini artırmıştır. Bu sayede hücrelerin büyüme ve farklılaşma süreçlerini daha iyi kontrol etme imkânları doğmuştur.

Hücre temelli et üretimi fikrinin temelleri, 20. Yüzyılın ortalarında ortaya çıkan doku kültürü ve biyomedikal araştırmalara kadar götürülebilirse de (Stephens vd., 2019) kavramın gıda teknolojisi bağlamında ciddiyetle ele alınması 1990’ların sonu ve 2000’lerin başına denk gelmektedir. Kamuoyunun dikkatini çekmesi ise 5 Ağustos 2013’te Londra’da Mark J. Post ve ekibinin geliştirdiği ilk kültür hamburgerinin canlı yayında pişirilmesiyle olmuştur. Bu ürün yaklaşık 10.000-20.000 arası kas lifinden oluşmuş, üretimi iki yılı bulmuş ve 250.000/350.000

⁵ Rekombinant DNA teknolojisi, ilgili DNA segmentlerini işlemek ve izole etmek için enzimler ve çeşitli laboratuvar tekniklerinin kullanılması içerir. Bu yöntem, farklı türlerden DNA’ları birleştirmek veya yeni işlevlere sahip genler oluşturmak için kullanılabilir. Elde edilen kopyalara genellikle rekombinant DNA denir. Bu tür çalışmalar genellikle, rekombinant DNA’nın, hücreler mekanizmasının kendi DNA’sıyla birlikte tasarlanmış DNA’yı da kopyaladığı bir bakteri veya maya hücresinde çoğaltılmasını içerir (*Recombinant DNA Technology*, t.y.)

avroya mal olmuştur (Fraeye vd., 2020, s. 2; O’Riordan vd., t.y., s. 149; Woll & Böhm, 2018, ss. 12-13). Bu deney, teknolojinin teknik olarak mümkün olduğunu göstermekle birlikte maliyet, ölçeklenebilirlik ve kamusal kabul yönlerinden önündeki zorlukları da görünür kılmıştır. Bununla birlikte Post’un çalışması tıbbi doku mühendisliği tekniklerinin yenilikçi bir şekilde gıda üretimine nasıl uygulanabileceğini gözler önüne sermiştir (Post, 2012).

Bu teşebbüsün ardından pek çok üniversite, araştırma enstitüleri ve özel şirketler bu teknolojiye artan şekilde yatırım yapmışlardır. Bu dönemde et üretimi için uygun hücre kaynaklarının belirlenmesi, serum içermeyen (serum-free) ve daha ekonomik kültür ortamlarının geliştirilmesi, büyük ölçekli biyoreaktörlerin tasarlanması gibi alanlarda yoğun çalışmalar yürütülmüştür (Kirsch vd., 2023; Martins vd., 2024). Bu dönemde “temiz et” (clean meat) veya “hücrel et” (cellular meat) gibi farklı adlandırmalar da ortaya çıkmış, teknolojinin sunduğu faydalar vurgulanmaya çalışılmıştır (Kirsch vd., 2023, s. 1).

Hücre temelli etin ticarileşmesindeki ilk önemli adım 2020 yılında Singapur’dan gelmiştir. Singapur Gıda Ajansı (Singapore Food Agency), Amerikalı Eat Just tarafından üretilen hücre temelli tavuk nugget ve tavuk göğsünün satışına onay veren ilk ülke olmuştur (Ho vd., 2023, s. 1; Lewisch & Riefler, 2023, s. 2). Bu gelişme teknolojinin laboratuvar ortamından market raflarına geçişin önünü açmıştır. Bu onay aynı zamanda gıda güvenliği otoritelerinin bu yeni ürünleri değerlendirme ve onaylama kapasitesinin bir göstergesi olmuştur (*Food Safety Aspects of Cell-Based Food*, 2023). Buna rağmen Florida ve Alabama gibi bazı ABD eyaletlerinde ve İtalya gibi ülkelerde kültür etine yönelik kısıtlayıcı düzenlemeler, hatta yasak teşebbüsleri gündeme gelmiş; bu durum teknolojinin sadece teknik ve ekonomik değil aynı zamanda politik ve kültürel bir mücadele alanı olduğunu göstermiştir.

2.2. Hücre Temelli Et Üretim Teknolojileri: Hücreden Biyoreaktöre

Hücre temelli et üretim süreci basitçe dört ana bileşen etrafında açıklanabilir: 1) Hücre kaynağı, 2) besi ortamı, 3) iskelet/taşıyıcı sistemler ve 4) biyoreaktör altyapısı ve proses yönetimi.

Hücre temelli et üretimi hayvan dokusundan elde edilen hücrelerin laboratuvar ortamında kontrollü bir şekilde büyütülmesi, çoğaltılması ve farklılaştırılmasıyla gerçek et dokusuna benzer ürünler elde etme süreci olarak tanımlanabilir (Ding vd., 2021, s. 1; Santos vd., 2023, s. 1). Bu teknoloji doku mühendisliği, hücre biyolojisi, biyokimya gibi farklı disiplinlerin entegrasyonunu gerektiren karmaşık bir biyoteknolojik süreçtir (Pajčin vd., 2022, s. 1). Üretim süreci ana hatlarıyla dört temel aşamadan oluşmaktadır: öncelikle hücre seçimi ve izolasyon, hücrelerin büyüme ortamında çoğaltılması, üç boyutlu et dokusu oluşturmak için farklılaşma

ve yapılandırma, son olarak da biyoreaktörler aracılığıyla büyük ölçekli üretim ve hasat (Kirsch vd., 2023, s. 6).

İslam hukukunun helâl ve tayyib ilkeleri bağlamında daha fazla önem arz ettiği için diğer aşamalara nazaran hücre seçimi ve kültür ortamı üzerinde odaklanılacaktır.

Hücre temelli et üretiminin ilk ve en temel adımı uygun hücre kaynağının seçimi ve bu hücrelerin canlı hayvandan veya biyolojik materyalden etkin bir şekilde izole edilmesidir (Lee vd., 2024, s. 2). Nitekim hücre kaynağının seçilmesi nihai ürünün özellikleri, üretim verimliliği, maliyet etkinliği, etik ve düzenleyici kurallar açısından büyük önem taşımaktadır (Reiss vd., 2021, s. 1). Hücre temelli et üretimi için potansiyel olarak kullanılacak hücre türleri hakkında literatürde ciddi araştırmalar yapılmıştır. Buna göre literatürde tespit edildiği kadarıyla hücre temelli et üretiminde şu hücre tipleri daha sık kullanılmaktadır: Miyosatellit hücreleri (Reiss vd., 2021, s. 5), pluripotent kök hücreleri (Martins vd., 2024, s. 346; Riquelme-Guzmán vd., 2024, s. 1), immortalize edilmiş hücre hatları (Reiss vd., 2021, s. 12; Riquelme-Guzmán vd., 2024, s. 1).

Miyosatellit hücreleri yetişkin iskelet kası dokusunda bulunan ve kas lifleri ile bazal lamina arasında yer alan uyku halindeki kök hücrelerdir. Bu hücreler, kas hasarı durumunda aktive olurlar, çoğalırlar ve yeni kas lifleri oluşturmak için farklılaşırlar (Reiss vd., 2021, s. 5). Bu hücreler doğrudan kas dokusu oluşturabildikleri için hücre temelli et için en çok tercih edilen ve doğal kabul edilen kaynaklardan biridir (Lee vd., 2024, s. 1).

Hücre temelli et üretiminde pluripotent kök hücrelerinin tercih edilmesinin en önemli yanı vücuttaki herhangi bir hücre tipine göre farklılaşabilme yeteneğine ve teorik olarak sınırsız çoğalma kapasitesine sahip olmalarıdır (Reiss vd., 2021, s. 6). Bu özellikleri onları büyük ölçekli üretim için cazip kılmaktadır. Ancak embriyo tahribatı nedeniyle ciddi etik tartışmaları beraberinde getiren bu yöntem, bu yöntemle üretilen gıda ürünlerinde tümör oluşma riski gibi gıda güvenliği açısından da ciddi riskler taşımaktadır (Deelkens vd., 2025, s. 2).

Immortalize edilmiş hücre hatları genetik mühendisliği teknikleri kullanılarak hücrelerin sınırsız bölünme yeteneği kazanması sağlanarak *ölümsüzleştirilmesi* yöntemidir (Knežić vd., 2022, s. 15). Her ne kadar bu yöntem hücre yaşlanması sorununu aşarak sürekli ve yüksek hacimli üretim için ideal bir çözüm (Riquelme-Guzmán vd., 2024, s. 6) sunuyorsa da genetik manipülasyonun gıda ürünlerinde kullanımı tüketicilerin onayı ve kamu otoritelerinin onay süreçleri açısından özel dikkat ve güvenlik değerlendirmeleri gerektirmektedir.

Hücre kaynağı seçiminde hayvan türü de önemlidir. Sığır, tavuk ve domuz gibi yaygın olarak tüketilen hayvanların yanı sıra balık (örneğin kahverengi benekli orfoz) gibi deniz ürünlerinden

de hücreler izole edilerek farklı hücre temelli et ürünleri geliştirilmektedir (Xue vd., 2024, s. 1).

Helâl ve tayyib perspektifinden önemli olan bir diğer aşama izole edilmiş hücrelerin uygun bir kültür/büyüme ortamında hızlı ve verimli bir şekilde çoğaltılmasıdır. “Kültür ortamı hücrelerin metabolik ihtiyaçlarını karşılayan ve büyümelerini teşvik eden tüm besin ve sinyal moleküllerini içeren ortamlardır” (Nikkhah vd., 2023, s. 2). Hücre büyüme ortamları genellikle şu temel bileşenleri içermektedir: karbonhidrat kaynakları, amino asitler, vitaminler, mineraller ve tuzlar. Bu bileşenlerin hepsi hücrenin büyümesi için gerekli şartları farklı düzeylerde sağlamaktadır. Hücre büyüme ortamlarından biri olan *Fetal Bovin Serum (FBS)*, helâl ve tayyib perspektifinden çalışılan literatürde en fazla ele alınan konu olduğu için burada bu ortam ile ilgili değerlendirme yapılacaktır.

Hücre temelli kültürlenmiş et hayvan vücudu dışında yani özel kök hücreler kullanılarak hücre üretimi yoluyla elde edilmektedir. Kök hücreler ve dokular daha sonra büyümeleri ve etin temel bileşeni olan kas lifine dönüşebilmeleri için uygun ortama yerleştirilmektedir. Kültür ortamı hücre büyümesi için gerekli amino asitler, vitaminler, inorganik tuzlar, glikoz, hormon gibi büyüme faktörleri ve diğer besinleri ihtiva eder. Nitekim bu sayılanlar hücrenin çoğalması ve korunması için hayati önemdedir (Kashim vd., 2022, s. 2). Bu noktada FBS denilen ortam sektörde sıklıkla kullanılmaktadır.

FBS hamileliğin son üçte ikilik gelişme evresinin herhangi bir aşamasında doğmamış buzağların (fetüslerin) kanından toplanmakta ve bunlar genellikle gebe ineklerin kesimi sırasında kazara tespit edilmektedir (van der Valk vd., 2018, s. 100). Hücreler genellikle biyopsi yoluyla elde edilmekte, iddialara göre bu yöntemde hayvana minimum zarar verilerek sadece birkaç gram doku çıkarılmaktadır. Genellikle hayvan hayattayken biyopsi yoluyla elde edilen miyoplastlar sürecin önemli bir parçasını oluşturmaktadır (Nordin vd., 2025, s. 4859). FBS’nin bu zengin ama değişken yapısı hücre temelli et üretiminde onu vazgeçilmez kılsa da kan kökenli olması nedeniyle özellikle İslam fikhında haram/necis sayılmasına ve helâl alternatifler aranmasına neden olmaktadır (Nordin vd., 2025, s. 4861).

3. HELÂL VE TAYYİB BAĞLAMINDA HÜCRE TEMELLİ ET: MASLAHAT PERSPEKTİFLERİ

3.1. Helâl, Harâm ve Tayyib Kavramlarının Gıda Kapsamındaki Anlamı

Helâl kelimesi Arapça olup “mübah; şer’an caiz görülen, yapılmasından, kullanılmasından dolayı sorgulanmayan şey” (Erdoğan, 2010, s. 174) gibi anlamlara gelmektedir. Gıda

bağlamında helâl, İslami kurallara uygun olarak tüketimine izin verilen yiyecek ve içecekleri ifade eder.

Bir gıdanın helâl oluşunun tespiti noktasında şu kriterler önem taşır:

* **Kaynak:** Gıdanın elde edildiği kaynak helâl olmalıdır. Örneğin et ürünleri için hayvanın sığır, koyun, keçi, tavuk gibi helâl hayvan kategorisinde olması gerekir.

* **Kesim şekli:** Etin helâl olabilmesi için hayvanın İslâmî usullere göre kesilmesi şarttır. Bu, hayvanı Allah'ın adını anarak, keskin bir bıçakla kesmek, nefes borusunu, yemek borusunu ve ana kan damarlarını keserek kanın vücuttan tamamen boşaltılmasını içerir. Bu işlem hayvanın acısını en aza indirmeyi ve hijyenik koşulları sağlamayı amaçlar. Allah'tan başkasının adına kesilen hayvanların eti haramdır (Zuhaylî, 2020, s. 441).

* **İçerik:** Gıdanın kendisi veya bileşenleri haram maddeler içermemelidir. Örneğin jelatin, enzimler, lesitin ve gliserin gibi katkı maddelerinin domuz kaynaklı olmaması gerektiği gibi usulüne uygun kesilmemiş çift tırnaklı hayvanlardan da elde edilmemiş olmalıdır (Elasrag, 2016, s. 3).

* **Kontaminasyon:** Gıdanın üretimi, işlenmesi, depolanması, nakliyesi ve satışı sırasında haram maddelerle temas etmemiş veya onlarla karışmamış olması gerekmektedir. Eğer temas etmişse İslâmî usullere göre temizlenmelidir (Hermawan, 2020, s. 239).

Kısacası helâl prensipleri gıdanın sadece türü ve kesim yönteminin ötesinde tüm tedarik zinciri boyunca etik ve hijyenik uygulamaları kapsayan bir kavram ve ilkedir.

Helâl kelimesinin mukâbili olan harâm “yapılması, kullanılması, yenilip içilmesi bizzat Allah tarafından kesin bir delil ile yasaklanmış olan herhangi bir şey” (Erdoğan, 2010, s. 179) şeklinde tanımlanmaktadır. Buna göre haram gıdalar İslâm tarafından açıkça yasaklanmış olan ve Müslümanların tüketiminin kesinlikle yasak olduğu yiyecek ve içeceklerdir. Kur'an -özellikle Mâide, 5/3 âyeti bağlamında- ve hadislerde açıkça belirtilen haram gıdalar şunlardır:

* **Domuz eti ve ürünleri:** Domuz eti ve domuzdan elde edilen yağ, jelatin, enzimler vb. tüm yan ürünlerin kullanılması kesinlikle yasaktır (Azeez, 2013, s. 29; Susilowati vd., 2018, s. 104).

* **Kan:** Akan, sıvı halinde kan ile kandan üretilen ürünler haramdır (Azeez, 2013, s. 29).

* **Leş:** Kendiliğinden ölmüş veya yırtıcı bir hayvan tarafından öldürülmüş ya da İslâmî usullere göre kesilmemiş hayvanların eti haramdır (Azeez, 2013, s. 29; Susilowati vd., 2018, s. 104).

* **Allah'tan başkası adına kesilen hayvanlar:** Putlar veya başka tanrılar adına kesilen hayvanların etleri haramdır (Susilowati vd., 2018, s. 104).

* **Yırtıcı hayvanlar ve kuşlar:** Et yiyen hayvanlar ve pençeleriyle avlanan yırtıcı kuşların hem kendileri hem de avladıkları haram kategorisine dahildir (Susilowati vd., 2018, s. 104).

* **Necis maddeler:** İdrar, dışkı gibi necis kabul edilen maddelerle kontamine olmuş gıdalar haramdır (Hermawan, 2020, s. 239). Kısacası haram, sadece gıdanın kendisiyle sınırlı olmayıp elde edilme veya işlenme, saklanma vb. yöntemlerdeki haram eylemleri de ihtiva eder.

Arapça bir kelime olan ve “helâlin her türlü şâibeden uzak saf ve temiz hali, kısmı” (Erdoğan, 2010, s. 550) anlamına gelen tayyib, helâl kavramını tamamlayan bir ilkedir. Kur’an’da sıklıkla “helâlen tayyiben” (Bakara, 2/168; el-Mâide, 5/88) şeklinde sıfat tamlaması formunda kullanılmaktadır. Bir gıdanın helâl olması tek başına yeterli değildir. Aynı zaman tayyib özelliğine de sahip olmalıdır (Raheem & Demircib, 2018, s. 171).

Tayyib ilkesi gıda bağlamında değerlendirildiğinde şu özellikleri içermektedir:

* **Hijyen ve temizlik:** Gıdanın üretim aşamasından tüketim aşamasına kadar her aşamasında hijyenik ve temiz olması gerekir (Yuniarti vd., 2021, s. 82).

* **Sağlık ve besleyicilik:** Gıdanın insan sağlığına zararlı olmaması, besleyici değer taşıması ve insan vücudu için faydalı besinler içermesi demektir. Bu, gıdanın genetik olarak stabilize edilmiş ve biyolojik, kimyasal ve fiziksel tehlikelerden arındırılmış olması gerektiği anlamına gelir (Insani vd., 2019, s. 468).

* **Kalite ve temizlik:** Gıdanın kaliteli, taze ve bozulmamış olması. Bu bağlamda son kullanma tarihi geçmiş veya bozuk gıdalar tayyib sayılmazlar (Abdul & Khokhar, 2023, s. 207).

* **Etik ve elde ediliş biçimi:** Gıdanın çalınmış, rüşvetle elde edilmiş veya haksız yollarla temin edilmiş olmaması gerekir (Yuniarti vd., 2021, s. 82).

Kısacası bir gıdanın helâl olması için ayrıca tayyib olması gerekmektedir. Yani gıdanın sadece yasaklanmamış olması yetmez, aynı zamanda iyi, temiz ve sağlıklı olması da önemlidir.

Görüldüğü üzere her üç kavram da birbirini tamamlayan niteliktedir. Bir ürünün helâl olması, onun haram olmaması anlamına gelirken tayyib olması ise helâl olan o ürünün aynı zamanda iyi, temiz, sağlıklı ve kaliteli olması demektir. Kur’an-ı Kerim müslümanların, sadece helal olanla yetinmekle değil aynı zamanda o şeyin tayyib olmasını da dikkate almasını teşvik etmektedir. Bu üç kavram gıda güvenliği, halk sağlığı ve çevresel sürdürülebilirlik gibi modern kaygılarla da örtüşen kapsamlı bir İslâmî beslenme felsefesini oluşturmaktadır. Aynı zamanda bu bütüncül yaklaşım gıdanın sadece dinî kurallara uygunluğunu değil bireyin ve toplumun fiziksel ve ruhsal refah üzerindeki etkilerini de dikkate almaktadır (Alzeer vd., 2018, s. 265).

3.2. Maslahat, Zarûret ve Hücre Temelli Etin Fıkhî Konumu

İslam hukukunun güncel meselelere dair çözüm üretme yöntem ve ilkeleri arasında en başta gelenleri maslahat/ mesâlih-i mürsele ve zaruret/zarûrât-ı sitte ilkeleridir. Maslahat ve zaruret

ilkeleri bağlamında bakıldığında hücre temelli etin fikhî boyutu, klasik usûl-i fıkıh ilkelerinin yanı sıra güncel biyo-teknolojik verilerin birbirine eklemelenmesini gerektirmektedir.

Maslahat ve makâsıdı merkeze alan çağdaş usûl tartışmaları, özellikle Casir Avde'nin *sistem yaklaşımı*⁶ etrafında yeniden yapılandırılmaktadır. Buna göre zarûrî değerlerin korunması kadar çevre, gelecek nesiller ve küresel adalet gibi yeni boyutlar da maslahat ilkesine dâhil edilmekte, klasik çerçeve güncellenmektedir (Zaprul Khan, 2018). Hücre temelli et teknolojisi tam da bu genişletilmiş maslahat tartışmasının kalbinde yer alan güncel örneklerden biridir.

Hücre temelli et, özetle hayvandan alınan kas hücresi veya kök hücre gibi başlangıç hücrelerinin besleyici bir ortamda çoğaltılması, büyüme faktörleri eşliğinde farklılaştırılması ve sonuçta *et benzeri* doku elde edilmesi sürecidir. Bu süreçte iki ana unsur öne çıkmaktadır: 1) hücre kaynağının fikhî statüsü (helâl tür mü? Meyte mi? Kesim şekli vb.), 2) hücrelerin, içinde yetiştiği besi ortamının bileşimi. Hücre temelli etin bugünkü Ar-Ge aşamasında en yaygın kullanılan takviye ve besi ortamı FBS'dir.

FBS, sığır fetüsünün pıhtılaştırılmış kanından elde edilen, pıhtı ve hücrelerinden ayrıştırılmış serum çeşididir. Bu serum 200-400 protein ve binlerce küçük molekül (amino asit, şeker, lipid, hormon vd.) içermektedir. Yapılan bir deneysel çalışmada, ticari amaçla üretilen FBS ve kan plazmasında sığır DNA'sının PCR ile tespit edildiği, dolayısıyla istihâle-i tâtme (tam dönüşüm) seviyesinde bir dönüşüm gerçekleşmediği ve bu sebeple FBS'nin İslâm hukuku açısından kan hükmünden çıkmadığı sonucuna varılmıştır (Kashim vd., 2022, ss. 2-6). İslâm hukukunda ise akıcı kanın haram ve necis olduğu Kur'an nassı ve icmâ ile sabittir. Bu nedenle hücre temelli et tartışması, sadece yeni bir gıda meselesi olmayıp kan kökenli bir ürünün maslahata ve zarurete dayanarak ne ölçüde tolere edilebileceği konusudur. Güncel literatürde hücre temelli etin helâl statüsünü ele alan çalışmalar istisnasız bu iki ekseni -hücre kaynağı ve besi ortamı- fikhî değerlendirmenin merkezine yerleştirmektedir.

Post ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmalarda (Post vd., 2020) hücre temelli et üretiminin sera gazı emisyonunda %78-96, arazi kullanımında %99, su kullanımında %82-96 oranlarında azalma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Tuomisto & Teixeira de Mattos, 2011, ss. 6117-6118). Bu verilerin doğruluğu dikkate alındığında makâsıd kapsamında değerlendirilen hıfzû'n-nefs, hıfzû'l-bî'e ve hıfzû'l-mal bağlamlarında anlamlı bir maslahat zemini üretmektedir. Bununla birlikte maslahat ilkesinin muteber olabilmesinin şartlarının dikkate alınması gerekmektedir. Buna göre maslahat, 1) şer'î bir nas ile çelişmemeli, 2) vehme dayalı değil tahakkuk etme ihtimali kuvvetli olmalı ve 3) meşru bir maksadı gerçekleştirmeye

⁶ Casir Avde'nin usûl-i fıkıh alanında sistem yaklaşımı hakkında detaylı bilgi için bk. (Avde, 2016)

yönelik olmalıdır (Şâban, 2024, ss. 225-226). Günümüz itibarıyla bakıldığında hücre temelli et, küresel protein arzının ancak çok küçük, deneysel bir bölümünü oluşturmakta; ticari ölçek, maliyet ve besi ortamı sorunları devam etmektedir. Bu yüzden *fiilen gerçekleşmiş açık ve belirgin bir açlık tehlikesini bertaraf edecek zarûrî bir maslahattan* bahsedilmesi mümkün görünmemektedir. Aksine orta-uzun vadeli bir potansiyelden söz edilebilir ki bu da maslahatı, kanın haramlığı gibi nasları askıya alacak düzeye yükseltmemektedir.

Hücre temelli et literatüründe FBS'yi İslâmî açıdan ele alan çalışmaların ortak noktası FBS'de sığır DNA'sının tespit edilebilmesi nedeniyle tam istihâlenin gerçekleşmediği, dolayısıyla kan hükmünün ortadan kalkmadığı yönündedir. Bu çerçevede FBS ister esasa dahil bileşen ister işlem yardımcısı olarak kavramsallaştırılsın, kan kökenli ve necis bir unsur olması hasebiyle helâl gıda zinciriyle bağdaşmaz. Dolayısıyla çevresel ve etik maslahata dair argümanlar bu açık yasağı ortadan kaldıracak düzeyde değildir. Ancak hücre temelli etin helâl olabilmesi için üretim teknolojilerinin yönünün serum-free ve hayvansal bileşenlerden arınık formülasyonlara doğru bir eğilim içine girmesi noktasında tavsiyelerde de bulunmaktadır.

Zaruret kaidesi bağlamında mesele değerlendirildiği takdirde iki temel ilke karşımıza çıkmaktadır: “zaruretler memnû” şeyleri mübâh kılar” (Ali Haydar Efendi Hocaeminefendizâde, 2020, s. 80) ve “zaruretler kendi miktarlarınca takdir olunur” (Ali Haydar Efendi Hocaeminefendizâde, 2020, s. 81). Bu kaideler temel haklardan birinin ağır bir tehdit altında olduğunda ve helâl bir alternatif fiilen bulunmadığında normalde haram olan bazı fiillerin geçici ve ölçülü olarak mübâh kılınabileceğini vurgulamaktadır. Gıda bağlamında ise tipik örnekler açlıktan ölme, ciddi anlamda yetersiz beslenme ve tıbben tek çare olan bir gıdaya mecbur kalınması gibi durumlardır. Her ne kadar konuyla ilgili yapılan çalışmalarda küresel gıda krizleri, iklim değişikliği ve nüfus artışı gibi nedenlere atıfla gelecekte böyle bir zaruretin gerçekleşme ihtimali vurgulanıyorsa da mevcut durumda helâl sertifikalı geleneksel et, balık ve bitkisel protein kaynaklarının ortadan kalktığı küresel veya bölgesel bir tablo henüz söz konusu değildir. Bu durum günümüz şartlarında ümmet ölçeğinde zorunlu tek çare anlamında genel bir zarurettten söz etmeyi güçleştirmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Hücre temelli et teknolojisi klasik gıda üretiminden önemli ölçüde -özellikle ontolojik açıdan- ayrışan yapısı nedeniyle helâl, haram, tayyib vb. ilkeler çerçevesinde ciddi oranda tartışılmaktadır. Bu ilkeler çerçevesinde yapılan değerlendirmeler, özellikle FBS'ye dayalı mevcut üretim modelleri ile serum-free/helâl bileşenli formülasyonları -hücre üretim ortamlarını- birbirinden ayırmayı zorunlu kılmaktadır.

Çevre açısından bakıldığında elde edilen veriler bu teknoloji vasıtasıyla et üretiminin geleneksel et üretimine nazaran daha sağlıklı ve faydalı sonuçlar çıkardığı iddia edilmektedir. Her ne kadar bu veriler hıfzü'n-nefs, hıfzü'l-mâl ve hıfzü'l-bî'e bakımından kayda değer bir maslahat zeminine işaret ediyorsa da bu maslahatlar fikhî hükmün belirlenmesi noktasında tek başına yeterli değildir.

Hükmü belirleyici düğüm noktası büyüme ortamı olarak kullanılan FBS'dir. Bazı araştırmaların gösterdiği gibi bu tür ortamlarda sığır DNA'sının PCR ile tespit edilebilmektedir. Bu bulgu, tam istihâle şartının sağlanamadığını, FBS'nin kan kökenli, dolayısıyla necis ve haram bir bileşen olduğu sonucunu güçlendirmektedir. Ayrıca İslâm hukuku açısından bir işlemin sahih statüsünde olabilmesi için belirsizlik şartı bulunmamalıdır. Bu bağlamda FBS'nin hangi yöntemlerle, hangi hayvanlardan elde edildiği; kesim yapanların kesim usulüne, özellikle hayvanın Allah adına kesilmesine riayet edip etmedikleri gibi belirsizlikler de söz konusudur. Dolayısıyla FBS ortamında üretilen etin helâl ve tayyib vasıflarını taşıyor olması tartışmalı hale gelmektedir. Bu durumda şüpheli şeylerden sakınılması İslam hukukunun temel bir ilkesi olduğu da nazara alınmalıdır.

Hücre temelli et teknolojisinin ileri seviyede gelişmeler kaydedeceği izahtan varestedir. Bu gerçeği görmezden gelmek yerine bu teknolojinin İslâmî usullere angaje olmasını sağlayacak önerilere ihtiyaç vardır. Buna göre:

1. Helâl Ar-ge önceliği: Müslüman ülkelerde ve helâl pazara dönük şirketlerde FBS içermeyen, serum-free ve bitkisel bileşenli ortamların geliştirilmesine yönelik çalışmalar artırılmalıdır. Böylece maslahat, haramı meşrulaştıran değil helâl formülasyonları teşvik eden itici güç haline gelecektir.
2. Bileşen bazlı fetva ve sertifikasyon: Fetva kurulları, hücre temelli et üretimi için tek bir genel hüküm yerine hücre kaynağı, ortam bileşeni ve diğer aşamalar üzerinden her üretim hattını ayrı ayrı değerlendiren bileşen bazlı bir model benimsemelidir.
3. Zaruret senaryolarına hazırlık: İklim krizi ve gıda güvenliği bakımından helâl hücre temelli et üretim modelleri, gelecekteki olası zaruret halleri için bir şer'î seçenek olarak geliştirilmelidir. Ancak bugünden FBS ortamında üretilen ürünler için zaruret gerekçesiyle ruhsat verilmemelidir.
4. Ulusal ve uluslararası mevzuat düzenlemesi: Yasa yapıcılar İslâmî perspektifi dikkate alan bir yaklaşımla hücre temelli et üretimine dair yasal düzenlemeler yapmakla mükelleftir. İster ulusal düzeyde ister uluslararası düzeyde olsun bu tür düzenlemeler gıda güvenliğinin temini açısından önem arz etmektedir. Ayrıca yeni bir teknoloji olması hasebiyle bu teknolojiye vakıf

hukukçuların yetiştirilmesi için gerekli müfredat düzenlemelerine de ihtiyaç vardır. Aksi halde bu teknolojiyi iyi bilenlerin yönlendirmesi neticesinde gıda güvenliğinin tehlikeye girmesi söz konusu olacaktır.

Sonuç olarak günümüz itibariyle FBS'ye dayalı hücre temelli et üretimi maslahat ve zaruret ilkeleri dikkate alınsa dahi helâl olmaktan uzaktır. Ancak serum-free ve necis olmayan modeller için araştırma ve inceleme yapılmasına engel bir durum da bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

- Abdul, A. R., & Khokhar, A. J. (2023). Role of Indonesian Council of Ulama in Halâl Certification and Product Guarantee. *Journal of Islamic Thought and Civilization*, 13(1), 203-214. <https://doi.org/10.32350/jitc.131.14>
- Ali Haydar Efendi Hocaeminefendizâde. (2020). *Dürrü'l-hükkâm Şerhu Mecelleti'l-ahkâm* (1. bs, C. 1). Diyanet İşleri Başkanlığı.
- Alzeer, J., Rieder, U., & Hadeed, K. A. (2018). Rational and practical aspects of Halal and Tayyib in the context of food safety. *Trends in Food Science & Technology*, 71, 264-267. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.10.020>
- Avde, C. (2016). *İslam Hukuk Felsefesi "Makasıdü's-Şeria"* (M. Çiftkaya, Çev.; 1. bs). Mahya.
- Azeez, W. (2013). The Halal Dietary System as a Recipe for Good Health. *IOSR Journal Of Humanities And Social Science (IOSR-JHSS)*, 7(4).
- Deelkens, C., De Vlieghere, E., Van Poucke, M., Kinoshita, M., Aalders, J., Thorrez, L., Devriendt, B., Van Soom, A., Peelman, L., Menten, B., De Schauwer, C., & van Hengel, J. (2025). Exploring aneuploidies in two-center isolated bovine embryonic stem cell lines: Implications for cultured meat production. *Future Foods*, 11(100555), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100555>
- Ding, S., Post, M. J., Zhou, G., Ding, S., Post, M. J., & Zhou, G. (2021). Perspectives on cultured meat. *Food Materials Research*, 1(1), 1-5. <https://doi.org/10.48130/FMR-2021-0003>
- Elasrag, H. (2016). Halal Industry: Key Challenges and Opportunities. *SSRN Electronic Journal*, 1-34. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2735417>
- Erdoğan, M. (2010). *Fıkıh ve Hukuk Terimleri Sözlüğü* (3. bs). Ensar.
- Food safety aspects of cell-based food*. (2023). FAO; WHO; <https://doi.org/10.4060/cc4855en>
- Fraeye, I., Kratka, M., Vandenburgh, H., & Thorrez, L. (2020). Sensorial and Nutritional Aspects of Cultured Meat in Comparison to Traditional Meat: Much to Be Inferred. *Frontiers in Nutrition*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00035>
- Hermawan, A. (2020). Consumer Protection Perception of Halal Food Products in Indonesia. *KnE Social Sciences*, 235-246. <https://doi.org/10.18502/kss.v4i9.7329>
- Ho, S. S., Ou, M., & Vijayan, A. V. (2023). Halal or not? Exploring Muslim perceptions of cultured meat in Singapore. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1-11. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1127164>
- Insani, T. D., Al-Faizin, A. W., & Ryandono, M. N. H. (2019). The Impact Of Halal At Thayyib And Consumption Ethics On Economic Growth: An Economic Tafsir Of Al-Baqarah 168. *Journal of Islamic Monetary Economics and Finance*, 5(2), 459-474.
- Izhar Ariff Mohd Kashim, M., Abdul Haris, A. A., Abd. Mutalib, S., Anuar, N., & Shahimi, S. (2023). Scientific and Islamic perspectives in relation to the Halal status of cultured meat. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 30(1), 103501. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.103501>
- Kashim, M. I. A. M., Haris, A. A. A., Hasim, N. A., Mutalib, S. A., Anuar, N., Kashim, M. I. A. M., Haris, A. A. A., Hasim, N. A., Mutalib, S. A., & Anuar, N. (2022). Species-Specific Deoxyribonucleic Acid (DNA) Identification of Bovine in Cultured Meat Serum for halal Status. *Foods*, 11(20), 1-8. <https://doi.org/10.3390/foods11203235>

- Kirsch, M., Morales-Dalmau, J., & Lavrentieva, A. (2023). Cultivated meat manufacturing: Technology, trends, and challenges. *Engineering in Life Sciences*, 23(12), 1-14. <https://doi.org/10.1002/elsc.202300227>
- Knežić, T., Janjušević, L., Djisalov, M., Yodmuang, S., Gadjanski, I., Knežić, T., Janjušević, L., Djisalov, M., Yodmuang, S., & Gadjanski, I. (2022). Using Vertebrate Stem and Progenitor Cells for Cellular Agriculture, State-of-the-Art, Challenges, and Future Perspectives. *Biomolecules*, 12(5), 1-39. <https://doi.org/10.3390/biom12050699>
- Lee, J.-H., Kim, T.-K., Kang, M.-C., Park, M., Choi, Y.-S., Lee, J.-H., Kim, T.-K., Kang, M.-C., Park, M., & Choi, Y.-S. (2024). Methods to Isolate Muscle Stem Cells for Cell-Based Cultured Meat Production: A Review. *Animals*, 14(5), 1-17. <https://doi.org/10.3390/ani14050819>
- Lewis, L., & Riefler, P. (2023). Cultured meat acceptance for global food security: A systematic literature review and future research directions. *Agricultural and Food Economics*, 11(1-21), 48. <https://doi.org/10.1186/s40100-023-00287-2>
- Martins, B., Bister, A., Dohmen, R. G. J., Gouveia, M. A., Hueber, R., Melzener, L., Messmer, T., Papadopoulos, J., Pimenta, J., Raina, D., Schaeken, L., Shirley, S., Bouchet, B. P., & Flack, J. E. (2024). Advances and Challenges in Cell Biology for Cultured Meat. *Annual Review of Animal Biosciences*, 12(12), 345-368. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-021022-055132>
- Nikkhah, A., Rohani, A., Zarei, M., Kulkarni, A., Batarseh, F. A., Blackstone, N. T., & Ovissipour, R. (2023). Toward sustainable culture media: Using artificial intelligence to optimize reduced-serum formulations for cultivated meat. *Science of The Total Environment*, 894, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164988>
- Nordin, N. F. H., Irman, N. A. A. A., Shuhaidi, I. A. Z. M., Kafli, B. N. M., & Rosidi, M. H. (2025). From Lab to Table: Islamic Jurisprudential Analysis of Cultured Meat Production. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 9(7), 4857-4868.
- O'Riordan, K., Fotopoulou, A., & Stephens, N. (t.y.). The First Bite: Imaginaries, promotional Publics and the Laboratory Grown Burger. *Public Understanding of Science*, 26(2), 148-163.
- Pajčin, I., Knežić, T., Azoulay, I. S., Vlajkov, V., Djisalov, M., Janjušević, L., Grahovac, J., Gadjanski, I., Pajčin, I., Knežić, T., Azoulay, I. S., Vlajkov, V., Djisalov, M., Janjušević, L., Grahovac, J., & Gadjanski, I. (2022). Bioengineering Outlook on Cultivated Meat Production. *Micromachines*, 13(3), 1-44. <https://doi.org/10.3390/mi13030402>
- Plant-based and cultivated meat innovation | GFI*. (2025, Mayıs 16). <https://gfi.org/>
- Post, M. J. (2012). Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects. *Meat Science*, 92(3), 297-301. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.008>
- Post, M. J. (2014). Cultured beef: Medical technology to produce food. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(6), 1039-1041. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6474>
- Post, M. J., Levenberg, S., Kaplan, D. L., Genovese, N., Fu, J., Bryant, C. J., Negowetti, N., Verzijden, K., & Moutsatsou, P. (2020). Scientific, sustainability and regulatory challenges of cultured meat. *Nature Food*, 1(7), 403-415. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0112-z>
- Raheem, S. F. U., & Demircib, M. N. (2018). Assuring Tayyib from a food safety perspective in Halal food sector: A conceptual framework. *MOJ Food Processing & Technology*, 6(2), 170-179. <https://doi.org/10.15406/mojfpt.2018.06.00161>
- Recombinant DNA Technology*. (t.y.). Geliş tarihi 30 Kasım 2025, gönderen <https://www.genome.gov/genetics-glossary/Recombinant-DNA-Technology>
- Reiss, J., Robertson, S., Suzuki, M., Reiss, J., Robertson, S., & Suzuki, M. (2021). Cell Sources for Cultivated Meat: Applications and Considerations throughout the Production Workflow. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(14), 1-17. <https://doi.org/10.3390/ijms22147513>
- Riquelme-Guzmán, C., Stout, A. J., Kaplan, D. L., & Flack, J. E. (2024). Unlocking the potential of cultivated meat through cell line engineering. *iScience*, 27(10), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.110877>
- Santos, A. C. A., Camarena, D. E. M., Reigado, G. R., Chambergo, F. S., Nunes, V. A., Trindade, M. A., Maria-Engler, S. S., Santos, A. C. A., Camarena, D. E. M., Reigado, G. R., Chambergo, F. S., Nunes, V. A., Trindade, M. A., & Maria-Engler, S. S. (2023). Tissue Engineering

- Challenges for Cultivated Meat to Meet the Real Demand of a Global Market. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(7). <https://doi.org/10.3390/ijms24076033>
- Soleymani, S., Naghib, S. M., & Mozafari, M. R. (2024). An overview of cultured meat and stem cell bioprinting: How to make it, challenges and prospects, environmental effects, society's culture and the influence of religions. *Journal of Agriculture and Food Research*, 18, 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101307>
- Stephens, N., Sexton, A. E., & Driessen, C. (2019). Making Sense of Making Meat: Key Moments in the First 20 Years of Tissue Engineering Muscle to Make Food. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3, 1-16. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00045>
- Susilowati, I., Riyanto, E. E., Kirana, M., Mafruhah, I., & Radam, A. (2018). The Economic and Sharia Value of Moslem's Awareness for Halal Food in Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pembangunan: Kajian Masalah Ekonomi Dan Pembangunan*, 19(1), 102-113. <https://doi.org/10.23917/jep.v19i1.5859>
- Şaban, Z. (2024). *İslâm Hukuk İlminin Esasları (Usûlü'l-Fıkıh)* (İ. K. Dönmez, Çev.; 41. bs). Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları.
- Tuomisto, H. L., & Teixeira de Mattos, M. J. (2011). Environmental Impacts of Cultured Meat Production. *Environmental Science & Technology*, 45(14), 6117-6123. <https://doi.org/10.1021/es200130u>
- van der Valk, J., Bieback, K., Buta, C., Cochrane, B., Dirks, W., Fu, J., Hickman, J., Hohensee, C., Kolar, R., Liebsch, M., Pistollato, F., Schulz, M., Thieme, D., Weber, T., Wiest, J., Winkler, S., & Gstraunthaler, G. (2018). Fetal Bovine Serum (FBS): Past – Present – Future. *Altex*, 35(1), 99-118. <https://doi.org/10.14573/altex.1705101>
- Woll, S., & Böhm, I. (2018). In-vitro meat: A solution for problems of meat production and meat consumption? *Ernährungs Umschau*, 65(1), 12-21. <https://doi.org/10.4455/eu.2018.003>
- Wurgaft, B. A. (2020). *Meat Planet: Artificial Flesh and the Future of Food*. Univ of California Press.
- Xue, T., Zheng, H., Zhao, Y., Zhao, Z., Wang, J., Zhang, Y., Li, Y., Wang, S., Liu, Y., Xue, C., & Guo, H. (2024). A spontaneously immortalized muscle stem cell line (EfMS) from brown-marbled grouper for cell-cultured fish meat production. *Communications Biology*, 7(1), 1-15. <https://doi.org/10.1038/s42003-024-07400-1>
- Yuniarti, L., Kharisma, Y., Respati, T., & Tejasari, M. (2021). Halal Critical Point Analysis of Bajakah Wood (*Spatholobus littoralis* Hassk.) Nano Particle as Anticancer Agent. *Global Medical & Health Communication (GMHC)*, 9(2), 81-87. <https://doi.org/10.29313/gmhc.v9i2.6997>
- Zaprulkhan, Z. (2018). Maqāṣid Al-Shariah in the Contemporary Islamic Legal Discourse: Perspective of Jasser Auda. *Walisongo: Jurnal Penelitian Sosial Keagamaan*, 26(2), 445-472. <https://doi.org/10.21580/ws.26.2.3231>
- Zuhaylî, V. (2020). *İslâm Fıkıh Ansiklopedisi* (A. Efe, B. Eryaysoy, H. F. Ulus, A. Ural, Y. V. Yavuz, & N. Yıldız, Çev.; C. 4). Risale.

MESÂLİH-İ MÜRSELE ÇERÇEVESİNDE ZORUNLU GÖÇ: İSLÂM HUKUKUNDA YENİ BİR STATÜ ÖNERİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Yavuz GÖNAN

Gümüşhane University, Faculty of Theology, Department of Islamic Law, 29100 Merkez,
Gümüşhane

ORCID ID: 0000-0003-4420-4112

ÖZET

İklim değişikliği; sel, kuraklık, deniz seviyesinin yükselmesi ve çölleşme gibi süreçler üzerinden milyonlarca insanı yerinden eden çevresel bir kriz haline gelmiştir. İklim krizi zorunlu olarak iç ve dış göçlerin yaşanmasına neden olmaktadır. BM Mülteciler Yüksek Komiserliği'nin 2024'de yayınladığı raporda sunulan veriler çevresel zorunlu göçün tali bir toplumsal olgu değil, küresel düzeyde kaçınılmaz bir gerçeklik olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir. İslâm hukukundaki *ed-dâr* teorisi çerçevesinde düşünüldüğünde çevresel zorunlu göçmenlerin statüsü şahıs hukuku açısından sorun teşkil etmektedir. Bu yeni statünün tespiti noktasında usûl-i fıkıh kapsamındaki zarûrât-ı hamse, makâsıdü's-şerî'a ve mesâlih-i mürsele kavramlarının dikkate alınması önem arz etmektedir. Zira bu statüdeki göçmenler hakkında klasik fıkıhta belli bir kategori bulunmamaktadır. Bu belirsizliğin giderilebilmesi için mezkûr ilkeler kullanılabilir. Son dönem bazı çalışmalarda zarûrât-ı hamseye bir altıncı ilkenin eklenmesinin önerildiği görülmektedir. Bu da *hıfzü'l-bî'e* hakkıdır, ilkesidir. Zira çevre korunmadığı takdirde din, can, nesil, mal ve aklın sürdürülebilirliğinin imkânsızlaşacağı savunulmaktadır. Mevcut çalışmamız iki ana bölüm halinde tasarlanmıştır. Birinci bölümde mesâlih-i mürsele ve zarûriyyât teorisi, iklim krizi ve *hıfzü'l-bî'e* tartışmaları ışığında yeniden okunmakta; çevresel zorunlu göçün niçin zarûriyyât seviyesinde bir maslahat olarak değerlendirilmesi gerektiği temellendirilmektedir. İkinci bölümde ise “çevresel zorunlu göçmen” başlığı altında yeni bir statü taslağı geliştirilmekte; bu statünün tanımı, kapsamı, hak ve yükümlülükleri ile devletlerarası yük ve sorumluluk paylaşımı ilkeleri mesâlih-i mürsele ve zarûriyyât mantığıyla yeniden kurgulanmaktadır. Eldeki mevcut uluslararası mevzuat içinde çevresel zorunlu göçmenler için tanımlı bir statü bulunmayıp aksine bu insanlar mevzuattaki “insanî” ve “geçici koruma” statülerinden yararlandırılmaktadır. Bu durum, mevzuat açısından bir boşluğun bulunduğunu göstermektedir. İslam hukuku perspektifinden önerilecek yeni statü uluslararası mülteci hukuku kategorileriyle uyum sağlamak zorunda olmayıp kendine özgü bir mahiyet arz edebilir.

Anahtar kelimeler: Maslahat, Zarûriyyât, Hıfzü'l-bî'e, Zorunlu göç, Hukuki statü

ENVIRONMENTAL FORCED MIGRATION WITHIN THE FRAMEWORK OF AL MASLAHA AL MURSALA: A NEW STATUS DRAFT IN ISLAMIC LAW

ABSTRACT

Climate change has evolved into an environmental crisis that displaces millions of people through processes such as floods, droughts, sea-level rise, and desertification. The climate crisis is inevitably causing both internal and external migration. Data presented in a 2024 report by the UN High Commissioner for Refugees indicates that environmentally forced migration should not be considered a secondary social phenomenon, but rather an unavoidable reality at the global level. When considered within the framework of the *dâr* theory in Islamic law, the status of environmentally forced migrants poses a problem from the perspective of personal status law. In determining this new status, it is crucial to consider the concepts of *al-darûriyyât al-khamsa*, *maqâsid al-sharî'ah*, and *al-masâlih al-mursala* within the scope of *usûl al-fîkh*. This is because classical jurisprudence does not contain a specific category for migrants of this status. These principles can be utilized to resolve this ambiguity. Some recent studies suggest adding a sixth principle to the *al-darûriyyât al-khamsa*, which is the right to the protection of the environment. The argument is that without environmental protection, the sustainability of religion, life, lineage, property, and intellect would become impossible. Our current study is structured in two main parts. The first part reinterprets the theories of *al-masâlih al-mursala* and *al-darûriyyât* in light of the debates on the climate crisis and environmental protection, establishing why environmentally forced migration should be considered a necessity-level public interest. The second part develops a draft for a new status under the title of “environmentally forced migrants”; the definition, scope, rights and obligations of this status, along with the principles for burden and responsibility sharing among states, are reconceptualized using the logic of *al-masâlih al-mursala* and *ad-darûriyyât*. Within the existing body of international law, there is no defined status for environmentally forced migrants; on the contrary, these individuals are accommodated under “humanitarian” and “temporary protection” statuses in the legislation. This situation indicates a lacuna in the law. The new status proposed from an Islamic law perspective does not necessarily have to align with the categories of international refugee law and may possess a distinctive character of its own.

Keywords: al-Maslaha, al Zarûriyyât, Preservation of the environment, Forced migration, Legal status

1. GİRİŞ

Çölleşme, deniz seviyesinin yükselmesi ve aşırı yağışlar gibi iklim değişikliği kaynaklı çevresel felaketler ve bunların neden olduğu zorunlu göç, açlık, yoksulluk ve çatışma türünden faktörler 21. Yüzyılın en belirgin evrensel problemleri arasında yer almaktadır. Bu çevresel olgular, sadece ekolojik sistemler üzerinde bir tehdit oluşturmakla kalmamakta, aynı zamanda kitlesel nüfus hareketlerini tetikleyerek uluslararası toplumu yeni ve karmaşık insanî, etik ve hukuki sorunlarla karşı karşıya bırakmaktadır. Çevresel zorunlu göç olgusu, geleneksel uluslararası göç ve mülteci rejimlerinin sınırlarını zorlayan, tanım, kapsam ve koruma mekanizmaları açısından belirsizliklerle dolu bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu bağlamda mevcut uluslararası koruma rejiminin mihenk taşı olan 1951 tarihli Mültecilerin Hukuki Statüsüne İlişkin Cenevre Sözleşmesi ve 1967 Protokolü, bu yeni göç dalgasını kavramak ve koruma sağlamakta yapısal bir yetersizlik göstermektedir. Sözleşmenin 1. maddesi uyarınca mülteci statüsü, “ırkı, dini, tabiiyeti, belli bir toplumsal gruba mensubiyeti veya siyasi düşünceleri” (*Convention Relating to the Status of Refugees*, t.y.) nedeniyle zulüm korkusu taşıyan ve bu sebeple ülkesinden ayrılan kişilere özgülenmiştir. Bu durum belli sınırlılıkları beraberinde getirmektedir. Madde tanımı dikkate alındığında korumanın temel koşulu olarak faili belli bir zulüm eyleminin varlığı dikkate alınmaktadır. Buna göre çevresel felaketler faili meçhul kalmakta, yapısal ve tedricen gelişen tehditler olarak varsayılmaktadır. Dolayısıyla iklim kaynaklı mülteci sorunu madde kapsamına dahil olmamaktadır. Ayrıca maddede zikredilen beş spesifik sebep dışında kalan hiçbir neden Sözleşme kapsamında koruma sağlamamaktadır. Bir başka yönden Sözleşme insan kaynaklı bir tehdidi merkeze almaktadır. Buna göre kolektif mahiyet taşıyan ve ekolojik sistemlerden kaynaklanan tehditler tanım kapsamı dışına çıkmaktadır (Dolla, 2016, s. 9). Bir başka yönüyle Sözleşme, 2. Dünya Savaşı’nın hemen ardından gündeme gelmiştir. Bu savaşın neden olduğu toplumsal, ahlaki, insani felaketler taze olduğu için Sözleşme’deki *mülteci* tanımı buna göre şekillenmiştir (Dolla, 2016, s. 10).

Bu dar çerçeve ne yazık ki uluslararası hukukta “iklim mülteciliği/çevresel mülteci” diye bir statü tanınmaması sonucu doğurmuştur. İnsan Hakları Hukuku veya “sığınmacı” gibi diğer statüler ise bu insanlara kapsamlı, öngörülebilir ve güvenceli bir koruma sağlamaktan uzaktır. Dolayısıyla uluslararası hukuk, çevresel nedenlerle yerinden olan milyonlarca insan için devasa bir “koruma boşluğu” (protection gap) yaratmış durumdadır.

Bu boşluk İslam hukukunun mesâlih-i mürsele ilkesi ve *ed-dâr* teorisi bağlamındaki statü hukuku kapsamında doldurulabilir ve alternatif bir çözüm önerisi sunulabilir. Bu çalışma 1951

Sözleşmesi'nin zulüm odaklı, dar ve antropolojik yaklaşımına karşılık zaruret odaklı, kapsayıcı ve eko-merkezli bir yaklaşım önermektedir. Önerilecek statüler aracılığıyla sadece hukuki bir boşluk doldurulmakla kalmayıp aynı zamanda farklı hukuk geleneklerinin evrensel sorunlara nasıl insanî ve adil çözümler üretebileceğine dair mukayeseli hukuka önemli bir katkı sunulması amaçlanmaktadır.

2. ULUSLARARASI MÜLTECİ MEVZUATI AÇISINDAN İKLİM MÜLTECİLİĞİ SORUNU

İklim krizinin hızla artan etkileri dünya genelinde milyonlarca insanı yerinden etme potansiyeli taşıırken, bu yeni tür zorunlu göç olgusunun uluslararası hukuktaki konumu belirsizliğini korumaktadır. Mevcut uluslararası mülteci düzenlemeleri 2. Dünya Savaşı'nın yıkıcı sonuçlarına bir yanıt olarak geliştirilmiş ve temelini siyasi veya zulüm temelli korkuya dayandırmıştır. Ancak 21. yüzyılın getirdiği çevresel krizler bu geleneksel paradigmanın sınırlarını zorlamakta ve kapsamlı bir revizyon gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu başlıkta mevcut mülteci mevzuatının çevresel zorunlu göçmenleri kapsamadaki yetersizlikleri ve bu durumun yol açtığı koruma boşlukları eleştirel bir bakış açısıyla incelenecektir.

2.1. 1951 Sözleşmesi Kapsamında Tamamlayıcı Koruma ve İklim Mültecisinin Hukuki Belirsizliği

1951 Cenevre Sözleşmesi ve 1967 Protokolü, 2. Dünya Savaşı sonrası dönemin politik ve ideolojik gerçeklikleri çerçevesinde şekillenmiş; zulüm, siyasi baskı ve insan eliyle gerçekleştirilen insan hakları ihlalleri odaklı bir koruma paradigması inşa etmiştir. “Sözleşme'nin 1A maddesinde yer alan mülteci tanımı, ırkı, dini, tabiiyeti, belirli bir sosyal gruba mensubiyeti veya siyasi düşünceleri yüzünden zulme uğrayacağına dair haklı nedenlerle korktuğu için vatandaşı olduğu ülkenin dışından bulunan ve bu ülkenin korumasından yararlanamayan veya yararlanmak istemeyen ya da uyuşu yoksa ikamet ettiği ülkenin dışında bulunan, oraya dönmeyen veya dönmek istemeyen kişiyi mülteci olarak tanımlar. Görüldüğü üzere bu tanım, mülteci statüsünün kazanılması için belirgin bir ‘zulüm’ unsurunu ve bu zulmün belirli motivasyonlara dayanmasını şart koşmaktadır” (Osóbka, 2021, s. 108). Aynı zamanda bu tanımlamanın stratejik bir kavramlaştırma ve Avrupa-merkezli bir okumanın neticesi olduğu da vurgulanmalıdır (Irawati Handayani & Anisa Fauziah, 2020, s. 173).

Ancak çevresel zorunlu göçmenlerin durumu bu dar tanıma uymamaktadır. Zira iklim mültecileri, siyasi veya ideolojik baskı nedeniyle değil yaşamlarını doğrudan tehdit eden doğal felaketler ve iklim değişikliğinin yol açtığı çevresel bozulmalar nedeniyle yerinden olmaktadır (Boyacı, 2020, s. 47; Emre Külüşlü, 2020, s. 1180; Sri Wartini, 2017, s. 17). Bu

durum, Sözleşme'nin “zulüm” ve “haklı nedenlere dayanan korku” kriterlerinin, çevresel faktörlerin neden olduğu yerinden edilmelere uygulanamaz olduğunu göstermektedir (Osóbka, 2021, s. 108). İklim değişikliği nedeniyle yerinden edilen kişilerin mevcut sözleşme çerçevesinde doğrudan mülteci olarak nitelendirilemeyeceğini belirten Uluslararası Mülteciler Yüksek Komiserliği bununla birlikte bu kişilerin mülteci statüsü için gerekli olan zulüm korkusunu farklı yollarla kanıtlayabilecekleri durumların varlığına da işaret etmektedir. Örneğin bir devletin iklim değişikliğine uyum sağlamada başarısız olması veya felaket sonrası yardımları ayrımcı bir tarzda dağıtması, belirli gruplar için zulüm korkusunu tetikleyebilir. Ancak bu tür durumlar genel çevresel göçmen kitlesi için standart bir çözüm sunmaktan uzaktır (Melissa Stewart, 2023, s. 160). Hazırlanış amacı ve tarihsel bağlamı dikkate alındığında Sözleşme'nin 21. yüzyılın küresel iklim krizini öngörememesi ve bu tür bir göç hareketine doğrudan bir yanıt sunamaması anlaşılabilir bir durumdur (Elijah S. Sritharan, 2023, s. 30). Zira Sözleşme 1951 öncesindeki olaylara ve Avrupa'daki mülteci sorununa odaklanmış, sonradan 1967 Protokolü ile zaman ve coğrafya sınırlamaları kaldırılrsa da *zulüm* temelli tanımın özü değişmemiştir (Susan F. Martin, 2017, s. 197). Netice olarak iklim mültecileri, uluslararası hukukun sağladığı en temel koruma mekanizmasından mahrum kalmakta, bu da onları *yasal bir hiçbir yerde/boşlukta* (legal no-man's land) bırakmaktadır (Maxine Burkett, 2011, s. 350). Bu durum, uluslararası sistemin etik ve hukuki sorumluluklarını ciddi bir şekilde sorgulatmakta ve küresel adaletsizliğin yeni bir boyutunu gözler önüne sermektedir.

Bazı akademisyenler ve hukukçular, Sözleşme'nin yorumunu genişletme veya mevcut insan hakları hukuku çerçevesinde iklim mültecilerine koruma sağlama çabaları gösterse de (Boyacı, 2020, s. 51) bu yaklaşımlar genellikle parçalı olup kapsamlı olmaktan uzaktır. Zira Sözleşme'nin temel kriterleri, iklim değişikliğinin “insan eylemi”nden bağımsız, geniş ölçekli ve yavaş seyreden doğasına doğrudan uygulanamaz. Bu, uluslararası hukukun temel prensiplerinden olan “non-refoulement” (geri göndermeme) ilkesinin dahi iklim mültecileri için her zaman geçerli olamayacağı anlamına gelmektedir. Çünkü bu ilke de genellikle zulüm veya işkence riski temelinde uygulanmaktadır. Dolayısıyla Sözleşme, iklim mülteciliğinin karmaşık ve çok yönlü doğasına yanıt verebilecek bir mekanizma sunmamaktadır ve bu durum, yeni bir hukuki paradigmanın gerekliliğini acil kılmaktadır (McDonnell, 2024, ss. 14-15).

2.2. Mevcut Uluslararası Hukuki Çerçevenin Yetersizlikleri ve Koruma Boşlukları

İklim değişikliğinin gerçekliğine rağmen, beklenen dramatik göç artışını planlamak veya ele almak için herhangi bir uluslararası anlaşma veya koruma çerçevesi mevcut değildir. Mevcut uluslararası mülteci, çevre ve insan hakları hukuku, iklim değişikliği kaynaklı yerinden edilme

ve göçü hesaba katmamakta ve bu da korumada yasal boşluklar yaratmaktadır (L. Nishimura, 2015, s. 107). Öncelikle uluslararası hukukta *iklim mültecisi* veya *çevresel göçmen* kavramlarının henüz net bir tanımı bulunmamaktadır (Emre Külüşlü, 2020, s. 1185). Bu kavramsal belirsizlik bu kişilerin uluslararası düzeyde tanınmasını ve onlara özgü yasal statülerin geliştirilmesini engellemektedir (McDonnell, 2024, s. 2). BM çatısı altında yapılan çeşitli girişimler (örneğin, Nansen Girişimi/The Nansen Initiative, Küresel Göç Sözleşmesi/Global Compact for Migration) bu konuya dikkat çekmekle birlikte bağlayıcı hukuki bir enstrüman oluşturulmasında başarılı olamamıştır (Ghosh & Orchiston, 2022, s. 4). Küresel Göç Sözleşmesi, çevresel faktörlerin göçe etkisini kabul etse de bu kişilere hukuki bir statü sağlamaktan ziyade devletlere iş birliği ve iyi uygulama önerileri sunmaktadır. Bu durum, iklim değişikliği nedeniyle yerinden edilen kişilerin, çatışma veya zulümden kaçan mülteciler ile ekonomik nedenlerle harekete geçen göçmenler arasında bir *boşlukta* kalmasına neden olmaktadır (Muhammad Bilwal Khaskheli vd., 2020, s. 57)

Bu koruma boşluğunun temel nedenlerinden biri devletlerin egemenlik ve sorumluluk algılarıdır. Birçok devlet, iklim göçmenlerine yönelik yeni bir yasal statü oluşturma, uluslararası yükümlülüklerini artıracak ve ulusal egemenliklerini kısıtlayacak endişesiyle bu tür düzenlemelere sıcak bakmamaktadır. Özellikle gelişmiş ülkeler iklim değişikliğinin yol açtığı kitlesel göçün yükünü paylaşmaktan ve bu büyük ölçekli fenomenin tüm boyutlarıyla yüzleşmekten çekinmektedir. Bu siyasi isteksizlik uluslararası düzeyde bağlayıcı bir anlaşmanın önündeki en büyük engellerden biridir (Ekşi, 2023, ss. 79-81).

Ayrıca çevresel zorunlu göçün karmaşık yapısı hukuki tanımlamaları da zorlaştırmaktadır. Çoğunlukla göç sadece bir tek çevresel faktörden değil aynı zamanda sosyo-ekonomik koşullar, yoksulluk ve çatışma gibi faktörlerin etkileşimiyle meydana gelmektedir (Osóbka, 2021, s. 108). Bu faktörler sorunun tek bir hukuki tanım veya çözümle ele alınmasını güçleştirmektedir. Kimin iklim mültecisi olarak nitelendirileceği, hangi çevresel faktörün zorunlu göçe neden olduğu ve bu durumun irade dışı bir hareket olup olmadığı gibi sorular mevcut uluslararası hukukun cevaplamakta zorlandığı kritik noktalar.

Uluslararası toplumun iklim değişikliğine yönelik eylem eksikliği ve mevcut hukuki boşluklar, iklim göçmenlerinin temel haklarının korunmasını ve insanî ihtiyaçlarının karşılanmasını güvence altına alacak uluslararası nitelikte bir anlaşmanın zaruri olduğunu göstermektedir (Emre Külüşlü, 2020, s. 1187). Ne var ki çevresel zorunlu göçün barındırdığı ekonomik, sosyolojik, siyasi, dini ve ahlaki etkenler ve endişeler ülkeleri, kendilerini uluslararası arenada yükümlülük altına sokacak iklimle ilgili anlaşmalara imza atmaktan geri bırakmaktadır.

3. MESÂLİH-İ MÜRSELE İLKESİ VE ed-DÂR TEORİSİ BAĞLAMINDA YENİ BİR STATÜ ÖNERİSİ

İklim değişikliğinin tetiklediği çevresel zorunlu göçmenlik sorununun mevcut uluslararası hukuk sistemindeki derin boşlukları göz önüne alındığında İslam hukuku, bu küresel insanî krize yönelik yenilikçi ve kapsayıcı çözümler sunma potansiyeline sahiptir. İslam hukukunun dinamik yapısı, tarih boyunca ortaya çıkan yeni toplumsal ihtiyaçlara ve değişen koşullara yanıt verme kabiliyetini göstermiştir. Bu kısım, İslam hukukunun temel prensipleri olan mesâlih-i mürsele, zaruret ve ed-dâr kavramları etrafında çevresel zorunlu göçmenler için yeni bir hukuki statü önerisini ele alacaktır. Özellikle *hıfzû'l-bî'e* (çevrenin korunması) ilkesinin makâsıd-ı şerî'a içindeki konumu bu önerinin teorik temelini oluşturacaktır.

3.1. Zarûrât-ı Hamse, Hıfzû'l-Bî'e ve Çevresel Zorunlu Göçün Yeniden Kavramsallaştırılması

İklim mülteciliği için yeni bir statü önermek, önce İslam hukukunun temel koruma şemasını ve bu şemaya bağlı mekân (ed-dâr) teorisini netleştirmeyi gerektirmektedir. Bu açıdan bakıldığında üç kavram öne çıkar: *zarûrât-ı hamse*, bu çerçevenin güncellenmiş yüzü olan *hıfzû'l-bî'e* ve siyaset/uluslararası ilişkiler alanına bakan *ed-dâr* teorisi. Bu üçlü birlikte okunduğunda çevresel zorunlu göç sadece sosyo-ekonomik bir olgu değil; mekânın/yurdun hukûkî niteliğinin değişmesi ve buna bağlı olarak zaruret temelli bir hicret/göç meselesi olarak kavramsallaştırılabilir.

Bilindiği kadarıyla temelleri Cüveynî (ö. 478/1085) tarafından atılıp Gazzâlî (ö. 505/1111) tarafından geliştirilen (Dönmez, t.y.) klasik makâsıd teorisi *din, nefis, nesil, mal ve aklın* korunmasını ve sürdürülebilirliğini İslam'ın temel ve vazgeçilmez amaçları (zarûrat-ı hamse) olarak belirlemiştir. Bu teori daha sonraları Şâtıbî (ö. 790/1388) tarafından *el-Muvâfakât* adlı eserinde geliştirilmiştir. Modern çalışmalarda bu beşli taksime bir altıncı ilke olarak *hıfzû'l-bî'e* kısmının eklenmesi yönünde artan bir talep söz konusudur. Bu talebi dile getirenler *hıfzû'l-bî'e* ilkesini, diğer beş zarûrî maksadın gerçekleşmesinin ön koşulu olarak görmektedirler (Baidhawı, 2015, s. 365; Khuluq & Asmuni, 2024, s. 162). Buna göre çevresel güvenlik ve sürdürülebilirlik sağlandığı ölçüde diğer beş zarûrî ilkenin, varlığını devam ettirmesi söz konusu olacaktır. Çevrenin korunması ilkesi bağlamında İslam hukuku literatürüne yeni terimlerin kazandırılma teşebbüsleri de söz konusudur. Bunlardan biri *eko-fıkıh* (Hazar, 2022) terimidir.

Modern makâsıd literatürü iklim krizi ile ekolojik yıkımın zarûrât-ı hamse alanının tamamını eşzamanlı tehdit ettiğini tespitiyle çalışarak bu listeye *hıfzû'l-bî'e* ilkesini eklemeye başlamıştır.

Bu ilke kabaca çevrenin/ekolojik dengenin korunması anlamına gelmektedir. Ancak sadece ağaç, hayvan ve suyun korunması olarak anlaşılmamalı; insanın üzerinde yaşadığı hayat alanının ve bu hayat alanıyla bağlantılı zaruretlerin korunması olarak da değerlendirilmelidir. Örneğin; tarım arazilerinin çoraklaşması, içme suyu kaynaklarının kuruması ve sürekli sel/taşkın riski, *hıfzû'n-nefs* ve *hıfzû'l-mal* üzerinde doğrudan yıkıcı etkiye sahiptir. Deniz seviyesinin yükselmesiyle köylerin, kıyıların ve yaşam alanlarının yaşanamaz hale gelmesi, *hıfzû'n-nesl* ve *hıfzû'd-dîn* açısından ağır sonuçlar doğurur. Sürekli afet tehdidi ve barınma krizleri, bireysel ve toplumsal psikolojiyi aşındırarak *hıfzû'l-akl* açısından kalıcı travmalar ve toplumsal çözümler üretir.

Hıfzû'l-bî'e ve eko-fıkıh literatürü, çevreyi koruma yükümlülüğünü sadece israf yasağı veya fesadın yasaklanması gibi bireysel ahlaki ilkelerle sınırlı tutmaz. Aynı zamanda devlet, toplum ve uluslararası İslam örgütleri için kuramsal/ahlâkî ve kurumsal/hukûkî yükümlülükler öngörür (Khuluq & Asmuni, 2024, s. 163). Bu bağlamda iklim değişikliği; can, nesil ve malın korunmasını doğrudan tehdit eden küresel bir *fesâd* olarak kabul edildiğinde iklim baskısı altında yerinden edilen kişilerin korunması da makâsıd teorisinin kapsamına dâhil olur. Yani çevresel zorunlu göçmenlerin korunması hem *hıfzû'l-bî'e*'nin hem *hıfzû'n-nefs* ve *hıfzû'n-nesl*'in ayrılmaz bir parçası hâline gelmiş olur.

Mesâlih-i mürsele ve zaruret ilkesi bu noktada kritik rol oynar. Mesâlih-i mürsele naslarla doğrudan düzenlenmemiş fakat şer'î maksatlarla uyumlu olan kamu yararlarının hukûkî hüküm üretmede dikkate alınmasını sağlayan esnek bir ilkedir; zaruret ilkesi ise *zaruretler yasakları mübah kılar* (Ali Haydar Efendi Hocaeminefendizâde, 2020, s. 80) temel kâidesiyle hayatı, nesli veya temel insanî değerleri korumak için olağanüstü tedbirlerin alınmasını meşrulaştırır. Zaruret ilkesi fıkıhta genellikle haram gıdanın zor durumda iken tüketilmesi, bazı yasak alanlara girme ve olağanüstü ekonomik işlemlere başvurma (mesela aç olanın, başkasının evine girip orada karnını doyurması) gibi bireysel örneklerle anlatılsa da aynı düşünce kitlesel zaruret hallerine de uygulanabilir. Bir bölgenin iklim felaketi sebebiyle yaşanamaz hale gelmesi orada kalmaya zorlanan kişiler için canı, nesli ve temel geçim kaynaklarını tehlikeye atma anlamına geliyorsa bu durumda yer değiştirme/göç artık zaruret gereği onlar için hukuken meşru, hatta gerekli bir davranış olacaktır. Zira ruhsat türlerinden biri olan haram işleme ruhsatı gereği canını veya bir uzvunu kaybetme tehlikesi gibi zaruret veya zaruret derecesine varan ihtiyaç hallerinde kişi haramı işlemekle yükümlüdür. Aksi halde gereğini yerine getirmez ve ölürse günahkâr olur. Çünkü bu yolla kendi ölümüne sebebiyet vermiş olmaktadır. Can kaybına sebep olmak ise haram kabul edilmektedir.

3.2. İklim Mültecileri İçin Yeni Bir Statü Önerisi: İklim Muhaciri ve İklim Müste'meni

Klasik fıkıhta toprak, dolayısıyla egemenlik statüsü dâr teorisi etrafında şekillenmiştir. Buna göre *dârü'l-islâm* ve *dârül-harb* şeklinde iki ana kategori söz konusudur. Bu ayrım “idare ve hâkimiyet faktörü” (Özel, 1998, s. 74) dikkate alınarak yapılmıştır. Bu bağlamda Hanefî fakihlerden Kuhistânî'nin (ö. 962/1554) yaptığı tanıma göre “Dârüliislâm müslümanların İmamı'nın (devlet başkanı) sulta ve hükmünün yürürlükte olduğu ülke; dârülharb de kafirlerin reisinin emir ve idaresinin yürürlükte olduğu ülke” demektir (Özel, 1998, s. 81). Dönemin şartlarına göre şekillenen bu hakimiyet taksimi kaçınılmaz olarak kendi dönemindeki uluslararası ilişkilerin yönünü ve şeklini de belirlemiştir.

İnsanlık tarihinde hangi sebeple olursa olsun göç olgusu hiçbir zaman eksik olmamıştır. İslam hukukunda bunun özel adı *hicrettir*. Hz. Muhammed döneminde iki türlü hicret söz konusudur: “a) Korku ülkesinden (dârülhavf) emniyet ülkesine (dârülemn) hicret. Habeşistan hicretiyle Mekke'den Medine'ye hicretin ilk dönemi gibi. b) Dârülharpten dârüliislâma hicret. Resûl-i Ekrem'in Medine'ye (dârülhicre) iyice yerleşmesi ve gücü yeten müslümanların hicret etmelerinden sonraki devreyi kapsar. O dönemde hicret Medine'ye göç etmeye münhasırdı. Mekke fethinden sonra bu sınırlama kaldırılmış ve hicret genelde gücü yeten müslümanların dârülharpten göçmeleri şeklinde anlaşılmıştır.” (Özel, t.y.). Hicretle ilgili klasik fıkıh doktrinindeki bu tanım ve taksimat ile 1951 Sözleşmesi'ndeki mülteci tanımının odak noktasının “zulüm kaynaklı” olduğu anlaşılmaktadır.

Dârüliislâm'da vatandaşlık statüsü ve hukuku iki temel unsura dayanmaktadır: İslam ve zimmet. Buna göre İslam ülkesinin asli vatandaşları müslümanlar ve zimmîler olmaktadır. Bununla birlikte dârülharp vatandaşı olup ticaret, eğitim vb. nedenlerle özel izinle dârüliislâma gelen ve vatandaşlık hukukundan istifade eden bir üçüncü kategori vardır. Bu kategoride olanlara da müste'men denir. Bir bakıma müste'men, geçici süreliğine dârüliislâma göç edenler için kullanılan hukûkî bir statüdür. Bununla birlikte klasik fıkıh doktrininde iklim felaketlerine bağlı olarak yerinden edilen kişileri hukuken tanımlayacak bir kavram ve kategori bulunmamaktadır. Çünkü bahsedilen neden (iklim felaketi) özellikle 21. yüzyıla özgüdür.

İslam'ın klasik makâsıd ve dâr teorileri ile zarûrât-ı hamse ilkeleri dikkate alındığında iklim göçmenlerine hukûkî bir statü tanıyacak kategori bulunmamaktadır. Son zamanlarda gündeme getirilen ve zarûrât kategorisinde kendisine yer verilmesi gerektiği düşünülen *hıfzü'l-bî'e* ilkesi çerçevesinde yeni bir statü önerilebilir. Bu statü önerilirken klasik fıkıhın vatandaş ayrımının, statü hukukunun dikkate alınması medenî ve cezâî hakların icrâsı noktasında idareye kolaylık sağlayacaktır. Buna göre bizim önerimiz üst kimlik/şemsiye kavram olarak *iklim mültecisi*

şeklindedir. Buna bağlı olarak şayet mülteci müslüman ise *iklim muhâciri*, değil ise *iklim müste'meni* şeklinde tanımlanması ve hukûkî statü verilmesi mümkündür. Bu tanımda yer alan *iklim* terimi göçün nedenini, kaynağını netleştirmektedir. *Muhâcir* ve *müste'men* terimleri ise İslam hukukunun köklü kavramlarının özüyle de uyumludur. Bize göre bu ayrım farklı dinî kimliklere benzer muameleyi dayatmak yerine her birine kendi hukûkî geleneği (özellikle medeni hukuk alanında) içinde hakkaniyetli bir çözüm sunacağı için adil ve ayrıştırıcıdır. Ayrıca iltica edilen devletin yükümlülükleri bakımından devletlere farklı statülere farklı yükümlülükler ve süreler öngören pratik bir yol haritası sunmaktadır. Buna göre devlet, klasik müste'mene sunduğu hak ve yükümlülüklerin benzerini iklim müste'menine de sunacaktır.

Önerilen bu kategorizasyon mevcut uluslararası hukukun aksine göçün altında yatan çevresel nedenleri doğrudan tanımakta ve buna göre hukûkî ve insanî bir yanıt sunmaktadır. Böylece çevresel zorunlu göçmenler uluslararası koruma hukuku kapsamında daha etkin ve adil bir şekilde ele alınabilecektir. İslam hukukunun, esnek ve maslahata dayalı yaklaşımı bu tür yenilikçi çözümlerin geliştirilmesine olanak tanıdığı için sadece geçmişe ait bir disiplin olmadığını, aksine güncel insanî krizlere uygulanabilir ve derinlemesine çözümler üretebilecek dinamik bir alan olduğunu göstermektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

İklim değişikliği ve çevresel bozulma çağımızda zorunlu göçün en belirleyici faktörlerinden biri hâline gelmiş; yavaş ilerleyen süreçler (kuraklık, çölleşme, deniz seviyesinin yükselmesi vb.) ile ani afetler (sel, fırtına, sıcak hava dalgaları vb.) milyonlarca insanı yerinden eden yapısal ve bir o kadar hukukî krizler üretmektedir. Bu kriz klasik mültecilik kategorilerini bulanıklaştırmakta; *iklim mültecisi* veya *çevresel zorunlu göçmen* gibi melez kategorilere duyulan ihtiyacı artırmaktadır. Mevcut uluslararası mülteci hukuku, hâlen zulüm failine, belirli ayrımcılık temellerine ve insan eliyle gerçekleştirilen şiddet türlerine odaklı bir tanım çerçevesini koruyabilmekte; iklim ve çevre kaynaklı göç olgusunu dolaylı ve istisnaî biçimde normatifleştirmeye çalışmaktadır.

Halbuki kuramsal ve kurumsal derinliği vasıtasıyla İslam hukuku bu belirsizliğe cevap verecek dinamik bir yapıya sahiptir. Bu noktada İslam hukuku zarûrât-ı hamse, hıfzü'l-bî'e ilkeleri ve ed-dâr teorisi kapsamında iklim mülteciliği için iç referanslı ancak evrensel müzakereye açık bir statü taslağı sunabilecektir. Buna göre din, dil, ırk vb. ayrımı olmadan iklim kaynaklı göçmen statüsünde bulunan herkesi kapsayacak bir terim olarak *iklim mültecisi* kavramı önerilebilir. İslam hukukundaki ed-dâr teorisi bağlamındaki din ayrımı dikkate alındığında müslüman olan göçmenler için *iklim muhaciri*, gayrimüslim unsurlar için *iklim müste'meni*

statüleri önerilebilir. Klasik fıkıhtaki perspektif doğrultusunda bu ayırım hem mültecilerin hem de sığınılan ülkenin ulusal ve uluslararası hak ve yükümlülüklerinin tespiti açısından önem arz etmektedir.

Çevresel zorunlu göç, tabiatı gereği dinî, hukukî, ahlâkî, ekonomik, sosyolojik pek çok faktörü beraberinde getirecektir. İltica edilen ülkenin tek başına bunların üstesinden gelmesi beklenemez. Dolayısıyla ulusal ve uluslararası kurumlar ihdas edilmelidir.

Hukûkî ve kurumsal düzeyde yapılacak arasında şunlar sayılabilir:

1) Ulusal mevzuatta iklim temelli zaruret sığınmacılığı kategorisinin ihdası: Müslüman nüfusun yoğun olduğu ülkeler başta olmak üzere, ulusal yabancı koruma mevzuatlarında iklim ve çevresel fesad sebebiyle yerinden edilen kişiler için özel bir statü öngörülebilir. Bu statü iklim mülteciliği veya bir başka uygun adla iklim baskısı altındaki bireylere ve topluluklara ikamet, çalışma, sağlık ve eğitim alanında asgarî haklar tanınmalıdır. Böyle bir düzenleme zaruret ilkesi ve hıfzû'l-bî'e çerçevesinde meşrulaştırılabilir.

2) Mevcut mülteci rejiminin makâsıd perspektifiyle yorumlanması:

Halihazırda yürürlükte olan 1951 Cenevre Sözleşmesi'ne dayalı mülteci rejimi ve tamamlayıcı koruma mekanizmaları İslam hukukunun makâsıd ve hıfzû'l-bî'e ilkeleri çerçevesinde okunarak iklim mültecileri lehine genişletici yorumlara konu edilebilir. Bu bağlamda Müslüman ülkelerin yargı organları, idareleri ve ilmî kurulları, insan hakları hukukunun esnek alanlarını (non-refoulement, insanî vize, geçici koruma vb.) iklim mağdurlarını kapsayacak şekilde kullanmaya teşvik edilmelidir.

3) Veri üretimi, risk analizi ve planlı yer değiştirme politikalarının teşviki:

Makâsıd odaklı bir yaklaşım, “kriz ortaya çıktıktan sonra müdahale” mantığından “zaruret oluşmadan önce tedbir” mantığına geçmeyi gerektirir. Bu nedenle iklim riski altındaki bölgeler için ortak veri tabanları oluşturmak, risk haritaları çıkarmak ve planlı yeniden yerleştirme programları geliştirmek hem çevrenin korunması hem de zorunlu göçün insana yakışır biçimde yönetilmesi açısından öncelik kazanmalıdır. İslâm ülkeleri bu alanda bölgesel iş birliği mekanizmaları kurarak iklim mülteciliğini öngörülebilir ve hak temelli bir çerçevede ele alabilir.

4) Kırılgan gruplara yönelik özel koruma tedbirleri:

Kadınlar, çocuklar, yaşlılar, engelliler ve yerel topluluklar gibi iklim krizinden orantısız biçimde etkilenen gruplar için özel koruma mekanizmaları geliştirilmelidir. Böylece iklim mülteciliğine ilişkin her türlü hukukî düzenleme ve politika belgesinde bu tür grupların haklarının açıkça teminat altına alınması mümkün olur.

5) Toplumsal entegrasyon politikalarının geliştirilmesi.

Hukûkî statüsü ne olursa olsun göçmenlerin topluma ve toplumsal değerlere entegrasyon teşebbüsleri önemlidir. Böylece -Suriye İç Savaşı'nın da gösterdiği üzere- doğru politikalar belirlenmesi ve uygulanması haline aslî vatandaşlar ile mülteciler arasında gerilim yaşanmasının önüne geçilmesi ve toplumsal huzurun sağlanması mümkün olur. Bu bağlamda eğitim, sağlık, çalışma vb. alanlarda düzenlemeler yapılmalıdır.

6) İslâm İşbirliği Teşkilâtı (İİT) ve bölgesel kurumlara yönelik normatif düzenleme çağrısı:

İİT veya şartların gerektirmesine bağlı olarak sonradan oluşabilecek herhangi bir kurumsal yapı bünyesinde iklim değişikliği, çevre hukuku ve zorunlu göç başlıklarını bir araya getiren makâsıd temelli bir “İklim ve Göç Şartı” hazırlanmalıdır. Bu şartta, iklim mültecilerine yönelik asgarî koruma standartları tanımlanmalı; üye devletlerin kabul, yerleştirme, geçim ve entegrasyon konularındaki sorumlulukları açıkça belirlenmelidir.

Sonuç olarak iklim mülteciliğini İslam hukukunun makâsıd ve ed-dâr teorileri ışığında yeniden kavramsallaştırmak sadece teorik bir teşebbüs değildir. Mevcut uluslararası koruma rejiminin açmazlarını görünür kılan eleştirel bir imkândır. Bu çalışma bu imkânın ilk çerçevesini ortaya koymakta; bundan sonraki araştırmalar için hem kavramsal bir zemin hem de hukukî ve siyasî bir yol haritası sunmayı hedeflemektedir.

KAYNAKÇA

- Ali Haydar Efendi Hocaeminefendizâde. (2020). *Dürrü'l-hükkâm Şerhu Mecelleti'l-ahkâm* (1. bs, C. 1). Diyanet İşleri Başkanlığı.
- Baidhaw, Z. (2015). Redefining Social Justice in the Light of Maqasid. *Social Justice and Poverty in Muslim World Proceedings*, 365-373.
- Boyacı, Ö. T. G. (2020). İklim Değişikliği Nedeniyle Yerinden Edilmiş Kişilerin Korunmasına Yönelik İlk Kararlar ve Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi Kapsamında Geri Göndermeme İlkesi. *İnsan Hakları Yıllığı*, 38, 41-81.
- Convention relating to the Status of Refugees*. (t.y.). OHCHR. Geliş tarihi 25 Kasım 2025, gönderen <https://www.ohchr.org/en/instruments-mechanisms/instruments/convention-relating-status-refugees>
- Dolla, S. (2016). International legal protection for climate refugees: Where lies the haven for the Maldivian people? *Journal of Sustainable Development Law and Policy (The)*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.4314/jsdlp.v6i1.1>
- Dönmez, İ. K. (t.y.). *Maslahat*. Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi. Geliş tarihi 26 Kasım 2025, gönderen <https://islamansiklopedisi.org.tr/maslahat>
- Ekşi, N. (2023). No Way Out For Climate Refugees' Asylum Applications in Court Decision and Conventions. *Medicine, Law&Society*, 16(1), 55-86.
- Elijah S. Sritharan. (2023). Climate Change-Related Displacement and the Determination of Refugee Status Under the 1951 Refugee Convention. *Lexonomica*, 15(1), 1-32.
- Emre Külüşlü. (2020). İklim Göçmenliği Sorununun Hukuki Boyutu. *Public and Private International Law Bulletin*, 40(2), 1175-1197.
- Ghosh, R. C., & Orchiston, C. (2022). A Systematic Review of Climate Migration Research: Gaps in Existing Literature. *SN Soc Sci*, 47(2), 1-22.

- Hazar, F. (2022). Eko-Fıkıh Ekseninde Yeni Bir Makâsıdu'ş-Şerîa Tasnifinin İmkânı (Çevrenin Zarûriyyât Kapsamına Alınması Hakkında). *Amasya İlahiyat Dergisi*, 18, 293-323. <https://doi.org/10.18498/amailad.1101208>
- Irawati Handayani & Anisa Fauziah. (2020). Environmental-Induced Displacement: Potential Protection Under International Law. *Yustisia*, 0(1), 168-183.
- Khuluq, M. K., & Asmuni, A. (2024). Hifz Al-Bi'ah as Part of Maqashid Al-Shari'ah and Its Relevance in the Context of Global Climate Change. *Indonesian Journal of Interdisciplinary Islamic Studies (IJIIS)*, 7(2), 161-178. <https://doi.org/10.20885/ijiis.vol7.iss2.art3>
- L. Nishimura. (2015). "Climate Change Migrants": Impediments to a Protection Framework and the Need to Incorporate Migration into Climate Change Adaptation Strategies. *International Journal of Refugee Law*, 27, 107-134.
- Maxine Burkett. (2011). The Nation Ex-Situ: On Climate Change, Deterritorialized Nationhood and the Post-Climate Era. *Climate Law*, 2, 345-374.
- McDonnell, N. (2024). Falling Through the Protection Gaps: Inappropriate Protection of Climate Displaced Persons in the International Refugee Legal Structure. *The Transnational Human Rights Review*, 10(1), 1-19. <https://doi.org/10.60082/2563-4631.1103>
- Melissa Stewart. (2023). Cascading Consequence of Sinking States. *Stanford Journal of International Law*, 59(2), 131-186.
- Muhammad Bilwal Khaskheli, Ayalew Abate Bishaw, Jonathan Gesell Mapa, & Carlos Alves Gomes Dos Santos. (2020). Tow Environmental Migrants in the International Refuge Law and Human Rights: An Assessment of Protection Gaps and Migrants' Legal Protection. *Journal ScienceRise: Juridical Science*, 13, 52-59.
- Osóbka, P. (2021). Climate Change and the Convention Relating to the Status of Refugees of 28 July 1951. *Polish Review of International and European Law*, 10(1), 103-120. <https://doi.org/10.21697/priel.2021.10.1.04>
- Özel, A. (t.y.). *Hicret*. Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi. Geliş tarihi 27 Kasım 2025, gönderen <https://islamansiklopedisi.org.tr/hicret>
- Özel, A. (1998). *İslâm Hukukunda Ülke Kavramı (Dârulislâm Dârulharb)*. İz Yayıncılık.
- Sri Wartini. (2017). Regulation Urgency of Climate Change Refugees Protection in the Perspective of International Law. *Jurnal Dinamika Hukum*, 17(1), 15-22.
- Susan F. Martin. (2017). Environmental Change and Human Mobility: Trends, Law and Policy. *Comparative Population Studies*, 42, 187-218.

HADÎS TENKÎDİNDE TAHRÎC VE İLELÜ'L-HADÎS İLİŞKİSİ⁷**PhD Candidate Ömer Faruk KAVUNCU**

Gaziantep University, Institute of Social Sciences, The Department of Islamic Studies, 27070

Şahinbey, Gaziantep

ORCID ID: 0000-0003-4392-2585**Prof. Dr. Recep ASLAN**

Gaziantep University, Theology Faculty, Department of Hadith, 27470 Şahinbey, Gaziantep

ORCID ID: 0009 0002 1972 9726**ÖZET**

Bu çalışma, hadîs tenkîdinin iki temel disiplini olan tahrîc ile ilelû'l-hadîs arasındaki metodolojik ilişkiyi incelemektedir. İlk bakışta fark edilemeyen ve hadîsin sıhhatine zarar veren kusurları ortaya çıkarmayı amaçlayan ilelû'l-hadîs ilmi, yöntem olarak öncelikle ilgili rivâyetin bütün tarîklerini bir araya getirmeyi esas almaktadır. Hatîb el-Bağdâdî'nin (ö. 463/1071) ifade ettiği üzere *“hadîslerdeki illeti bilmenin temel yolu, o rivâyetin bütün tarîklerini toplandıktan sonra râvîlerin ihtilâflarının ve hadîs rivâyeti açısından ehliyet durumlarının incelenmesidir.”* Bu yaklaşım, Abdullah b. Mübârek'in (ö. 181/797) *“Hadîsin sıhhatini tespit etmek istiyorsan, rivâyetlerin bir kısmını bir kısmına vur.”* sözüyle işaret edilen karşılaştırma metodunun pratik bir yansımasıdır. Hadîslerde teferrüd ve muhâlefet, illetin en belirgin sebepleri arasında yer almaktadır. Ancak bu durumların tespiti, hadîse ait tüm rivâyetlerin toplanması ve bu rivâyetlerin isnâd ve metin açısından sistemli biçimde mukayese edilmesiyle mümkün olmaktadır. Bu yönüyle ilelû'l-hadîs, yapısı gereği rivâyetlerin karşılaştırılmasına dayanan bir ilimdir. Burada tahrîc ilmi, yalnızca bir hadîsin kaynaklardaki yerini göstermekten ibaret olmayıp, rivâyetlerin teferrüd, muvâfakât ve muhâlefet bakımından değerlendirilmesine imkân tanıyan bir fonksiyon icra etmektedir. Tahrîc yoluyla elde edilen geniş veri havuzu, sened ve metin farklılıklarının ortaya çıkmasını sağlayarak illet tespitinde temel malzemeyi oluşturmaktadır. Böylece gerek râvîden kaynaklanan hatalar gerekse rivâyetlerdeki ziyâde ve noksanlıklar, merfû' bir rivâyetin mevkûf olarak nakledilmesi gibi kusurlar görünür hâle gelir. Sonuç olarak, hadîs tenkîdinde ilelû'l-hadîs ile tahrîc arasında fonksiyonel bir bağ bulunmaktadır. Bu bildiri, söz konusu iki disiplin arasındaki bu metodolojik bütünlüğü ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Hadîs, tahrîc, ilelû'l-hadîs, illet, tenkîd

⁷ Bu çalışma, Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde devam eden “Müteahhirûn Dönemi Tahrîc Türü Eserlerde İlelû'l-Hadîs” başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

THE RELATIONSHIP BETWEEN TAHRĪJ AND ‘ILAL AL-ḤADĪTH IN ḤADĪTH CRITICISM

ABSTRACT

This study examines the methodological relationship between tahrīj and ‘ilal al-ḥadīth, the two fundamental disciplines of ḥadīth criticism. The science of ‘ilal al-ḥadīth, which aims to uncover hidden defects (‘illah) that are not noticeable at first glance yet undermine the authenticity of a ḥadīth, is primarily based on gathering all the available ṭuruq of a given report. As al-Khaṭīb al-Baghdādī (d. 463/1071) states, *“The way to identify the ‘illah in ḥadīths is to collect all of their ṭuruq and then examine the differences among the transmitters as well as their levels of accuracy and reliability in ḥadīth narration.”* This approach reflects the comparative method indicated in the famous statement of ‘Abd Allāh b. al-Mubārak (d. 181/797): *“If you want to verify the soundness of a ḥadīth, compare its various transmissions to one another.”* Within the field of ḥadīth criticism, tafarrud and mukhālafah constitute two of the most prominent causes of ‘illah. However, identifying these issues is only possible by gathering all narrations related to the ḥadīth in question and comparing these narrations systematically in terms of both isnād and matn. In this respect, ‘ilal al-ḥadīth is inherently a discipline grounded in comparative analysis of transmissions. At this point, the discipline of tahrīj performs a crucial function that goes beyond merely indicating where a ḥadīth appears in the primary sources. Tahrīj also enables the evaluation of narrations in terms of tafarrud, muwāfaqāt and mukhālafah. The extensive data set obtained through tahrīj serves as the essential material for identifying ‘ilal, allowing variations in isnād and matn to emerge clearly. In this way, errors originating from narrators, additions and omissions in transmissions, or cases where a marfū‘ report is transmitted as mawqūf, become detectable. In conclusion, there exists a functional and indispensable relationship between ‘ilal al-ḥadīth and tahrīj within the methodology of ḥadīth criticism. This paper aims to highlight the methodological complementarity between these two disciplines.

Keywords: Ḥadīth, tahrīj, ‘ilal al-ḥadīth, ‘illah, criticism

1. GİRİŞ

İslâm’ın iki temel kaynağından birisi olan sünnetin dayanak noktası olan hadîslerin ilk söylendiği şekliyle korunması ve güvenilir biçimde sonraki nesillere aktarılması, Hz. Peygamber (s.a.v.) döneminden itibaren başlayan ve İslâm ilim geleneği boyunca kesintisiz biçimde devam eden ilmî bir çabadır. Bu süreçte muhaddislerin en önemli gayesi, rivâyetlerin Hz. Peygamber’e (s.a.v.) nispetinin sağlam ve doğru bir zemine oturtulması olmuştur. Bu amaç

doğrultusunda isnâdın bütünlüğünü korumaya, râvîlerin rivâyet ehliyetini belirlemeye ve metnin sıhhatini etkileyen unsurları ortaya çıkarmaya yönelik geniş bir literatür ve metodoloji oluşmuştur.

İslâm coğrafyasının genişlemesi, bir takım siyasî çalkantılar, farklı kültürlerle etkileşim ve bunun neticesinde toplumsal yapıda meydana gelen değişimler, hadîs aktarım sürecinde çeşitli endişeleri beraberinde getirmiştir. Bu durum, muhaddisleri rivâyetlerin aslını muhafaza etmeye yönelik yeni tedbirler almaya sevk etmiş, isnâd sisteminin geliştirilmesi ise bu tedbirlerin en önemlilerinden biri olmuştur (Yücel, 2014, s. 37). Özellikle hicrî birinci asır ile ikinci asrın ilk yarısında hadîslerin ağırlıklı olarak şifahî yöntemlerle nakledilmesi, râvî hatalarını artırmış, siyasî sebeplerle ortaya çıkan hadîs uydurma faaliyetleri de isnâda duyulan ihtiyacı daha belirgin hâle getirmiştir (Ünal, 2013, ss. 361-363). Sözlü naklin yaygın olduğu bu dönemde eksik ya da yanlış aktarma, metinde bulunmayan unsurların rivâyete eklenmesi gibi problemler sıkça görülmüştür. Yazılı nakil ise Arap yazısının henüz tam gelişmemesi sebebiyle farklı hatalara kapı aralamıştır. Bu nedenle isnâdın yanı sıra rivâyet hatalarını asgari seviyeye indirmeye yönelik ilave yöntemler geliştirilmiştir. Semâ' ve kırâat gibi rivâyet şekillerinin sistemleştirilmesi, rivâyetin nasıl elde edildiğini göstermek için özel rivâyet lafızlarının kullanılması, râvîlerin güvenilirlik ve hadîs rivâyetine ehliyetinin tespiti amacıyla cerh-ta'dîl prensiplerinin ortaya konması bu çabaların bir parçasıdır (Yücel, 2014, ss. 45-49). Böylece hadîs rivâyetinde bulunacak kimselerin sahip olması gereken nitelikler belirlenmiş, rivâyet zincirinin sağlamlığı güvence altına alınmaya çalışılmıştır.

Hadîs usûlünde kabul edilen genel çerçeveye göre bir rivâyetin sahîh sayılabilmesi, senedinde kopukluğun bulunmamasına, râvîlerinin adâlet ve zabt vasıflarını taşımasına ve rivâyetin şâzlık ya da illete maruz kalmamasına bağlıdır (İbnu's-Salâh, 1986, s. 12). Bu nedenle hadîs tenkîdi, hem sened hem de metni birlikte değerlendiren bütüncül bir yaklaşım gerektirmektedir.

Tam da bu noktada, Hz. Peygamber'in (s.a.v.) vefatının ardından farklı coğrafyalara yayılan rivâyet ağı içinde ortaya çıkabilecek kusurları tespit etme ihtiyacı, tahrîc faaliyetlerinin belirginleşmesini beraberinde getirmiştir. Rivâyetin farklı tarîklerini bir araya getirmek, sened ve metindeki farklılıkların görülmesini sağlamış bu da hadîs tenkîdiyle meşgul olan âlimler için tahrîci vazgeçilmez bir yöntem hâline getirmiştir. Nitekim farklı rivâyet yollarının karşılaştırılması, hadîslerde yer alan kusurların (illet) tespiti açısından önemli bir usûl olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte tahrîc, başlangıçtan itibaren hadîs rivâyetinin tabii bir parçası olmakla birlikte zamanla sistemleşmiş ve müstakil bir ilim olma hüviyeti kazanmıştır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Tahrîc

Tahrîc, genellikle hadîslerin aslî kaynaklarına nispet edilmesi şeklinde anlaşılmakla birlikte, hadîs literatüründe tek bir anlamla sınırlı değildir. Rivâyet ettiği hadîslere eserinde yer vermek, hadîs kitaplarından derleme yaparak yeni bir eser oluşturmak (Tahhân, 1996, s. 11), metinde düşen veya yanlışlıkla yazılmayan kelime ve ibareleri kenara ya da satır arasına eklemek, bir kitaba açıklayıcı dipnot ve hâşiyeler yazmak (Aydınlı, 2015, s. 301) gibi anlamlarda da kullanılan tahrîc, ilmî bir disiplin olarak daha özel bir çerçeveye sahiptir. Buna göre tahrîc, bir eserde Hz. Peygamber'e (s.a.v.), sahâbeye veya tâbiûna isnad edilen rivâyetlerin bütün tarîklerini bir araya getirerek temel hadîs kaynaklarındaki yerlerini tespit etmek ve bu rivâyetlerin sıhhat açısından durumuna işaret etmek anlamında kullanılmaktadır (Tahhân, 1996, s. 11). Hadîs edebiyatında tahrîc denildiğinde çoğunlukla yukarıda ifade edilen özel anlam kastedilmekte, hadîs ilmi dışındaki diğer İslâmî disiplinlerde kaleme alınan eserlerde senedsiz bir şekilde yer alan rivâyetlerin temel hadîs kaynaklarındaki yerlerini tespit etmeye yönelik çalışmalar anlaşılmaktadır (Görmez, 2010, 39/419). Özellikle müteahhirûn döneminde fıkıh, tefsir, kelam gibi alanlarda kaleme alınan eserlerde hadîsler çoğu zaman bütünüyle zikredilmemiş, senedleri verilmemiş veya kaynaklarına işaret edilmemiştir. Bu durum, rivâyetlerin aslı yerlerini belirleme ve sıhhat durumlarını değerlendirme ihtiyacını doğurmuştur. Tahrîc edebiyatı da tam olarak bu ihtiyaca cevap vermek üzere ortaya çıkmış, söz konusu rivâyetlerin hangi temel kaynaklarda bulunduğunu göstermek ve bunların sened ile metin bakımından durumuna işaret etmek gibi amaçlar doğrultusunda gelişmiştir.

2.2. İllet ve İlelü'l-Hadîs

İslâmî ilimlerin hemen hemen hepsinde farklı anlamlarda kullanılan illet kavramı, hadîs ilminde İbnu's-Salâh tarafından “*gizli, kapalı ve hadîsin sıhhatine zarar veren sebepler*” şeklinde tanımlanmıştır (İbnu's-Salâh, 1986, s. 90). Hadîslerde yer alan bu tür kusurları ortaya çıkarma gayesi ile teşekkül etmiş hadîs alt disiplinine ise ilelü'l-hadîs denir. İbnu's-Salâh'ın bu yaklaşımı sonraki birçok âlim tarafından büyük ölçüde benimsenmiş olsa da illetin kapsamına dair farklı değerlendirmeler de ortaya çıkmıştır. Nitekim çağdaş araştırmacılardan Şerîf Hâtîm b. Ârif el-Avnî, muhaddislerin illeti sadece gizli ve kâdih (hadîsin sıhhatine zarar verici) kusurlarla sınırlandırmadığını, aksine gizli veya açık olup kâdih olsun olmasın hadîste yer alan her türlü kusuru bu başlık altında değerlendirdiklerini belirtmektedir. Avnî'ye göre İbnu's-Salâh'ın tanımı, muhaddislerin pratikteki kullanımını karşılamadığı için kavramı daraltmakta ve bu durum hadîs araştırmalarında yanlış anlamalara sebep olabilmektedir (Avnî, 1996, s.

221). İlelû'l-hadîs alanına dair kapsamlı çalışmalarıyla bilinen Mâhir Yâsîn el-Fahl da hadîs literatüründe illet kavramının iki farklı bağlamda kullanıldığını ifade etmektedir. Dar kapsama göre illet, İbnu's-Salâh'ın da benimsediği şekilde, zâhiren sağlam görünen hadîsin sıhhatine zarar veren gizli kusurdur. Hadîs usûlü eserlerinde genellikle bu anlam esas alınmıştır (Fahl, 2010, s. 27). Bununla birlikte tahrîc, şerh ve ilel türü eserlerde durum daha geniş bir çerçevede ele alınmış, metin veya senedde görülen zâhirî problemlerin de illet kapsamında değerlendirildiği örnekler sıkça görülmüştür (Fahl, 2010, s. 27). Bu ikinci yaklaşım, illetin genel tanımını oluşturmakta ve kusurun gizli olmasını şart koşmamaktadır.

3. TAHRÎC VE İLELÛ'L-HADÎS İLİŞKİSİ

İlelû'l-hadîs, hadîs ilimlerinin en hassas ve en çok dikkat gerektiren alanlarından biridir. İbn Hacer, illet ilmiyle meşgul olacak kimsenin keskin bir anlayışa, güçlü bir analiz kabiliyetine ve râvîlerin güvenilirlik durumlarına ilişkin kapsamlı bir bilgi birikimine sahip olması gerektiğini vurgulamaktadır. Sened ve metne dair ihtilâfları fark edebilme yeteneği de bu ilmin şartları arasında yer almaktadır. Kaynaklarda, bu niteliklere tam anlamıyla sahip olan hadîs münekkidlerinin sayısının oldukça az olduğu belirtilmektedir. Alî b. el-Medînî (ö. 234/848-49), Ahmed b. Hanbel (ö. 241/855), Muhammed b. İsmâîl el-Buhârî (ö. 256/870), Ya'kûb b. Şeybe (ö. 262/875), Ebû Hâtim er-Râzî (ö. 277/890), Ebû Zür'a er-Râzî (ö. 291/894) ve Ebû'l-Hasen Dârekutnî (ö. 385/995) gibi isimler, ilelû'l-hadîs alanında temâyüz eden âlimler arasında zikredilmektedir (İbn Hacer el-Askalânî, 2011, s. 88).

Genellikle ilk bakışta fark edilemeyen ve rivâyetin sıhhatine etki eden kusurları ortaya çıkarmayı amaçlayan ilelû'l-hadîs ilminin, takip ettiği adımların başında ilgili rivâyetin bütün tarîklerinin bir araya getirilmesi gelmektedir (Nevevî, 1987, s. 239). Nitekim Hatîb el-Bağdâdî, bir hadîsin illeti hakkında sağlıklı bir değerlendirme yapabilmenin, o rivâyetle ilgili bütün tarîklerin toplanması ve ardından râvîler arasındaki ihtilâfların, hıfz ve zabt yönünden durumlarının dikkatle tetkik edilmesiyle mümkün olacağını belirtmektedir (Hatîb el-Bağdâdî, 1983, 2/295). Ona göre hadîs ilminin hakikatine ulaşmak isteyen kimsenin yalnızca rivâyeti nakletmekle yetinmemesi, bunun ötesinde tahrîc faaliyetine önem vererek rivâyetlerin farklı tarîklerini araştırması gerekmektedir (Hatîb el-Bağdâdî, 1983, 2/282). Benzer şekilde İbn Hacer de bir hadîste illet bulunup bulunmadığının ancak rivâyetin farklı yollarının toplandıktan ve varsa aralarındaki farklılıkların değerlendirildikten sonra anlaşılabilirliğini belirtmekte, özellikle râvîler arasında ortaya çıkan ihtilâfların çoğu zaman illete işaret ettiğini ifade etmektedir (İbn Hacer el-Askalânî, 2013, s. 711).

Nûreddîn Itr, illetli hadîslerin tespitinde en çok başvurulan ve aynı zamanda en pratik görünen yöntemin, bir muhaddisin aynı hadîsle ilgili farklı rivâyetleri bir araya getirerek bunları sened ve metin bakımından karşılaştırması olduğunu belirtmektedir. Ona göre rivâyetler arasındaki ihtilâflar, çoğu zaman illete dair bir işaret niteliği taşımaktadır. Bunun yanında bir hadîste illet bulunabileceği ihtimâlini ortaya koyan çeşitli karîneler de muhaddisin zihnini bu yöne sevk edebilmektedir. Ancak bazı durumlarda tek bir hadîsin tarîklerini toplamak yeterli olmaz. Konuyla ilgili diğer rivâyetlerin ve hatta aynı meseleye dair bütün hadîslerin dikkate alınması gerekebilmektedir. Bu ise sağlam bir hafıza, hızlı hatırlama ve hadîs malzemesine geniş bir nüfuz gerektiren bir iştir (Itr, 1979, s. 434).

Mâhir Yâsin el-Fahl'in illet tespitine ilişkin ortaya koyduğu aşamalar, bu alanın yöntemsel yapısını göstermesi bakımından oldukça dikkat çekicidir. Fahl'e göre bir hadîste illet olup olmadığını anlayabilmenin ilk şartı, o rivâyete ait bütün tarîklerin eksiksiz şekilde bir araya getirilmesidir. İkinci aşamada ise toplanan bu tarîklerin sened ve metin açısından karşılaştırılması gerekmektedir. Nitekim İbn Hacer'in de ifade ettiği üzere, rivâyet yollarının mukayesesi sonucunda râvîlerin aynı yönde rivâyette bulundukları ve aralarında bir ihtilâf bulunmadığı görülürse hadîs illet yönünden güvenli kabul edilir. Buna karşılık tarîkler arasında bir farklılık veya uyuşmazlık ortaya çıkarsa, bu durum hadîsin illetli olabileceğine işaret eder. Fahl, bu iki temel aşamayı aktardıktan sonra, illet tespitinin sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için râvîlerin kimliklerinin, güvenilirlik durumlarının ve hadîs ilmindeki ehliyetlerinin de bilinmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Fahl, 2010, ss. 107-116).

Hamza el-Melîbârî ve Sultân el-Akâyile, tahrîcin yalnızca bir rivâyetin aslî kaynaklardaki yerini göstermekle sınırlı olmadığını, aynı zamanda teferrüd, muvâfakât ve muhâlefet gibi rivâyet farklılıklarını ortaya koyma işlevi bulunduğunu belirtmektedir. Bu tür farklılıkların tespiti, ancak ilgili hadîsin bütün tarîklerinin bir araya getirilmesi ve bu tarîklerin karşılaştırılmasıyla mümkün olmaktadır (Melîbârî & el-Akâyile, 1998, s. 28).

Teferrüd ve muhâlefet, hadîslerde görülen kusurların en belirgin sebeplerindendir. Bir rivâyetin sadece tek bir râvî tarafından nakledilmesi veya diğer güvenilir râvîlerin rivâyetlerine aykırı bir şekilde aktarılması çoğu zaman illete işaret eder. Ancak bu durumun anlaşılabilmesi için rivâyetin yer aldığı bütün yolların toplanması ve bu tarîklerin isnad ve metin bakımından mukayese edilmesi gerekmektedir. Nitekim ilelül-hadîs ilmi büyük ölçüde bu tür mukayeselere dayanmakta, hadîste yer alan kusurların önemli bir kısmı da tahrîc faaliyetinin ortaya koyduğu veriler üzerinden belirginleşmektedir.

Bu açıdan değerlendirildiğinde, tahrîc ile ilelü'l-hadîs arasında zorunlu ve tamamlayıcı bir ilişki bulunduğu açıktır. Çünkü illet tespitine imkân sağlayan temel malzeme, büyük ölçüde tahrîc sürecinde rivâyet yollarının karşılaştırılmasıyla elde edilmektedir.

4. SONUÇ

Hadîslerdeki illetlerin tespitinde tahrîc faaliyetinin sağladığı geniş veri havuzu, tahrîc ile ilelü'l-hadîs arasındaki ilişkinin ne kadar kuvvetli olduğunu açıkça göstermektedir. Rivâyet yollarının toplanması ve bu yolların sened ile metin bakımından karşılaştırılabilmesi, râvî hataları, rivâyetlerdeki ziyâde ve eksiklikler, metnin merfû' iken mevkûf olarak nakledilmesi gibi farklı kusurların tespit edilmesini mümkün kılmaktadır. İlet araştırmasının büyük ölçüde bu mukayeseye dayanması, tahrîci illet ilminin vazgeçilmez bir usûlü hâline getirmektedir. Bununla birlikte tahrîc, yalnızca rivâyetlerin kaynağını göstermekten ibaret olmayıp, rivâyetin bütün yönleriyle değerlendirilmesini sağlayan kapsamlı bir tenkîd faaliyetidir. Bu açıdan tahrîc ile ilelü'l-hadîs arasında kurulan ilişki, hadîslerin sıhhatini anlamada hem tarihsel hem de metodolojik açıdan bütüncül bir bakış açısı sunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Avnî, Ş. H. b. A. (1996). *el-Menhecû'l-muktarah li fehmi'l-mustalah*. Riyâd: Dâru'l-Hicre.
- Fahl, M. Y. (2010). *el-Câmiu fi'l-ilel ve'l-fevâid* (5 cilt). Riyâd: Dâru İbni'l-Cevzî.
- Görmez, M. (2010). Tahrîc. İçinde *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi* (Cilt 39, s. 419-420). TDV Yayınları.
- Hatîb el-Bağdâdî. (1983). *el-Câmiu li ahlâki'r-râvî ve âdâbi's-sâmî'* (M. Tahhân, Ed., 2 cilt). Riyâd: Mektebetü'l-Meârif.
- Itr, N. (1979). *Menhecû'n-nakd fi ulûmi'l-hadîs*. Dimaşk: Dâru'l-Fikr.
- İbn Hacer el-Askalânî. (2011). *Nüzhetü'n-nazar fi tavidhi Nuhbeti'l-fiker* (N. Itr, Ed.). Karachi: Mektebetü'l-Büşrâ.
- İbn Hacer el-Askalânî. A. b. A. b. H. (2013). *en-Nuket alâ Kitâbi İbnu's-Salâh ve Nuketi'l-İrâkî* (M. Y. el-Fahl, Ed.). Riyâd: Dâru'l-Meymân.
- İbnu's-Salâh. (1986). *Ulûmu'l-hadîs* (N. Itr, Ed.). Dimaşk: Dâru'l-Fikr.
- Melîbârî, H. A., & el-Akâyile, S. (1998). *Keyfe nüderrihu ilme't-tahrîci'l-hadîs*. Ammân: Dâru'r-Râzî.
- Nevevî, M. (1987). *İrşâdu tullâbi'l-hakâik ilâ ma'rifeti süneni hayri'l-halâik* (A. F. es-Selefî, Ed.). Medîne: Mektebetü'l-İmân.
- Tahhân, M. (1996). *Usûlü't-tahrîc ve dirâsetü'l-esânîd*. Riyâd: Mektebetü'l-Meârif.
- Ünal, Y. (2013). *Hadisin doğuş ve gelişim tarihine yeniden bakış*. İstanbul: Ensar Neşriyat.
- Yücel, A. (2014). *Hadis Tarihi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Vakfı Yayınları.

YEŞİL FİNANS, YENİLENEBİLİR ENERJİ VE ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İLİŞKİSİ

Prof.Dr.Hasan AYAYDIN

Gümüşhane University, Faculty of Economics and Administrative Sciences,
Department of Business Administration, 29100 Bağlarbaşı, Gümüşhane

ORCID ID: 0000-0002-5395-1411

ÖZET

Yeşil finans ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki kritik bağlantı, finansal kaynakların dağıtımının hem ekonomik kalkınmayı hem de çevresel sonuçları nasıl önemli ölçüde etkilediği bakış açısıyla açıklanmaktadır. Yeşil finans, temiz teknolojilere yatırımları teşvik ederek, çevre dostu iş uygulamalarını destekleyerek ve daha sürdürülebilir ve güçlü bir ekonomiye geçişi kolaylaştırarak çevresel sürdürülebilirliğin gelişmesinde önemli bir rol oynar. Yeşil finans, yenilenebilir enerji ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki bağlantının kapsamlı bir şekilde anlaşılması, daha sürdürülebilir bir dünya oluşturmak amacıyla finansal kaynaklarını çevresel hedeflerle uyumlu hale getirmeyi amaçlayan hem politika yapıcılar, hem yatırımcılar hem de işletmeler için gereklidir. Literatürden elde edilen bulgular, yeşil finans uygulamalarının çevresel kaliteyi iyileştirmede önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışma, yeşil finans, yenilenebilir enerji ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki teorik ilişkiyi sürdürülebilirlik bağlamında irdelemektedir. Bu görüşlere dayanarak, çalışmada çevresel kaliteyi iyileştirmek için politika önerileri sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yeşil Finans, Yenilenebilir Enerji, Çevresel Sürdürülebilirlik

THE RELATIONSHIP BETWEEN GREEN FINANCE, RENEWABLE ENERGY AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

ABSTRACT

The critical link between green finance and environmental sustainability is explored through the lens of how the allocation of financial resources significantly impacts both economic development and environmental outcomes. Green finance plays a crucial role in advancing environmental sustainability by encouraging investment in clean technologies, supporting environmentally friendly business practices, and facilitating the transition to a more sustainable and resilient economy. A comprehensive understanding of the link between green finance, renewable energy, and environmental sustainability is essential for policymakers, investors, and businesses seeking to align their financial resources with environmental objectives to create a more sustainable world. Findings from the literature suggest that green finance practices have significant potential for improving environmental quality. This study examines the theoretical relationship between green finance, renewable energy, and environmental sustainability within

the context of sustainability. Based on these insights, the study offers policy recommendations for improving environmental quality.

Keywords: Green Finance, Renewable Energy, Environmental Sustainability

GİRİŞ

Çevresel sürdürülebilirlik, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılamasına yönelik, mevcut kaynakların sorumlu bir şekilde kullanılmasını ifade eder. Çevresel sürdürülebilirlik, doğal kaynakların korunmasını, sera gazı emisyonlarının azaltılmasını ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşmasını kapsar (Zhou ve Li, 2022). BM, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ni 2015 yılında kabul ederek dünya çapında dikkati sürdürülebilirlik konularına yöneltti. Hızlı ekonomik büyümenin, kaynak tükenmesi ve çevresel bozulma gibi çeşitli olumsuz etkileri bulunmaktadır. Ancak, ekonomik kalkınma hem iklim değişikliğine hem de çevresel sürdürülebilirliği etkilemektedir. Yeşil finansmanın ya da sürdürülebilir finansman kavramı, Paris Anlaşması'nın, birleşmiş milletler çerçeve sözleşmesinin, iklim değişikliği hedeflerine ulaşılmasına yardımcı olacağı öngörülmektedir. Çünkü, yeşil finansman, insan ve ekonomik faaliyetlerden kaynaklanan çevresel hasarı ele almaktadır. (Luo vd., 2025). Bu yönüyle yeşil finansman sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumludur.

Yeşil finans ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki kritik bağlantı, finansal kaynakların dağıtımının hem ekonomik kalkınmayı hem de çevresel sonuçları nasıl önemli ölçüde etkilediği bakış açısıyla açıklanmaktadır. Yeşil finans, temiz teknolojilere yatırımları teşvik ederek, çevre dostu iş uygulamalarını destekleyerek ve daha sürdürülebilir ve güçlü bir ekonomiye geçişi kolaylaştırarak çevresel sürdürülebilirliğin gelişmesinde önemli bir rol oynar (Omri vd., 2025). Yeşil finans, yenilenebilir enerji ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki bağlantının kapsamlı bir şekilde anlaşılması, daha sürdürülebilir bir dünya oluşturmak amacıyla finansal kaynaklarını çevresel hedeflerle uyumlu hale getirmeyi amaçlayan hem politika yapıcılar, hem yatırımcılar hem de işletmeler için gereklidir. Yukarıda bahsedilen bağlantının kapsamlı bir şekilde anlaşılması, daha sürdürülebilir bir dünya yaratmak amacıyla finansal tercihlerini çevresel hedeflerle uyumlu hale getirmeyi amaçlayan hem politika yapıcılar, hem yatırımcılar hem de işletmeler için gereklidir. Literatürden elde edilen bulgular, yeşil finans uygulamalarının çevresel kaliteyi iyileştirmede önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışma, yeşil finans, yenilenebilir enerji ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki teorik ilişkiyi sürdürülebilirlik bağlamında irdelemektedir. Bu görüşlere dayanarak, çalışmada çevresel kaliteyi iyileştirmek için politika önerileri sunulmaktadır.

Sonuçlar, yeşil finansın, çevresel inovasyonun önemli bir itici gücü haline gelmiş ve sayısız olumlu çevresel etki yarattığını göstermektedir (Wang vd., 2022). Bu etki çeşitli yollarla çalışmaktadır. Yeşil finansman CO₂'yi tam olarak nasıl azaltır? Teknolojik yayılım yoluyla mı? Daha temiz üretim mi? Yatırımcı davranışı mı? Bu çalışmada bu soruların cevabı irdelenmektedir.

2. YEŞİL FİNANS VE ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Yeşil finans çevresel koruma için bir yatırım planı olarak ön plana çıkmaktadır. Çevre dostu yatırım fonları üç temel türe ayrılır: yeşil krediler, yeşil tahviller ve emisyon azaltma ticareti. Yeşil finans, çevresel sürdürülebilirliği teşvik ederken aynı zamanda ekonomik faaliyetlerin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini sınırlayan projeleri ve teknolojileri finanse etmekle ilgilidir (Zhou ve Li, 2022). Yeşil tahviller, sürdürülebilir krediler, yeşil yatırım fonları vb. dahil olmak üzere birçok finansal araçtan oluşur. Şirketler ve hükümetler, iklim değişikliği, kirlilik ve kaynak tükenmesi gibi çevresel sorunlarla mücadele etme ihtiyacını açıkça kabul ettikçe, yeşil finans hızla yaygınlaşmaktadır. Çevresel sürdürülebilirliğin ilerlemesi için yeşil finansın, çevreyi olumlu yönde etkileyen finansal kaynakları farklı projelere ve faaliyetlere yönlendirmesi önemlidir. Yeşil finans, çevresel sürdürülebilirliğe birçok yönden katkıda bulunur.

Genel olarak, yeşil finans, çevresel inovasyonu destekleyerek çevresel iyileştirmeye katkıda bulunur. Bu durum, yeşil finansın çevresel hasarı azaltmaya en çok katkıda bulunan yeni teknolojilerin ve süreçlerin geliştirilmesi ve kullanımı için fon sağlayarak inovasyonların finansmanına ve yayılmasına yardımcı olduğu durumlarda görülür (Omri vd., 2025). Yeşil finans ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki bağlantı, yeşil finansal kaynakların sürdürülebilir inovasyonu desteklemesi, rüzgar, güneş, hidroelektrik gibi temiz teknolojilere yatırımları teşvik etmesi, çevre dostu projeleri desteklemesi ve böylece daha sürdürülebilir bir ekonomiye geçişi kolaylaştırmasıyla açıklanabilir. Böylece yeşil finans, çevresel sürdürülebilirliğe olumlu katkıda bulunur (Lagoarde-Segot, 2019). Özetle, yeşil finans, inovasyonu teşvik ederek, sürdürülebilir teknoloji gelişimini destekleyerek ve çevre dostu eylemleri teşvik ederek ekonomik kaynakları çevre dostu projelere yönlendiren temel taşıdır (Omri vd., 2025).

Literatüre göre, iyi gelişmiş bir finansal sistem, enerji verimliliğini teşvik ederken, kirliliği ve atığı azaltırken ve çevre yönetimini iyileştirirken önemli yatırımları kolaylaştırabilir (Danish ve Ulucak, 2021). Yukarıda belirtildiği gibi, kirliliği azaltmak için temiz enerjiye finansman ve yatırım yapma yaklaşımı yeşil finansman olarak bilinir (Luo vd., 2025).

Birçok çalışma yeşil finansmanın çevre üzerindeki olumlu etkilerini incelemiştir. Önceki araştırmalar, yeşil finansmanın çevresel sürdürülebilirlikteki üretken rolünü ortaya koymuştur. Örneğin, Mngumi vd. (2022) tarafından 2010-2020 yılları arasında BRICS ülkeleri üzerine yapılan bir çalışmada, yeşil finansman fonlarının bir kısmının yeşil binalar, düşük karbonlu toplu taşıma sistemleri ve akıllı şebekeler dahil olmak üzere sürdürülebilir altyapı projelerine bilinçli olarak tahsis edildiği belirtilmektedir.

Yeşil finansmanın ve su kaynaklarının etkili kullanımının yüksek kaliteli ekonomik kalkınmanın iyileştirilmesi üzerindeki etkisini inceleyen Wang vd. (2022), su arıtma tesisleri, su geri dönüşüm projeleri ve su kaynaklarını agresif bir şekilde korumak için tasarlanmış teknolojiler için ayrılan fonlar ile yeşil finansmanı su tasarrufu ve yönetimini hedefleyen projeleri destekleyici olarak nitelendirmiştir.

Benzer şekilde, Xiong ve Dai (2023), çevre dostu teknolojiler için araştırma ve geliştirmenin yeşil finansman fonları olmadan gerçekleşmeyeceğini ileri sürmektedir. Alternatif enerji kaynakları, enerji depolama sistemleri, kaynakların verimli kullanımı ve kirlilik kontrol tekniklerindeki inovasyonlara finansal destek sağlayarak yeşil finans, çevrenin sürdürülebilirliğine önemli ölçüde katkıda bulunan yeni çözümlerin üretilmesine yardımcı olmaktadır (Fang ve Shao, 2022). Ayrıca, yeşil finans yalnızca kalkınmaya yardımcı olmakla kalmaz, aynı zamanda yeni teknolojilerin uygulanmasını da destekler. Bu teknolojileri geliştirmek için yeni kurulan şirketlere ve mevcut işletmelere sponsor olarak bu tür çevreye faydalı inovasyonların ticarileşmesini hızlandırır. Sonuç olarak, yeşil teknolojilerin daha hızlı benimsenmesi sağlanacak ve bu da çevresel hasarın hızla azalmasına yol açacaktır. Zhao vd. (2021), yeşil finansmanın kirliliği, endüstriyel katı atıkları ve atık su emisyonlarını azalttığını savunmuştur. Bu sonuçlar, Bakry vd. (2023) tarafından sırasıyla seçili Asya ülkeleri ve gelişmekte olan ülkeler için desteklenmektedir. Sonuçlar, yeşil finansın, çevresel inovasyonun önemli bir itici gücü haline gelmiş ve sayısız olumlu çevresel etki yarattığını göstermektedir (Wang vd., 2022).

Sonuçlar, ekolojik sürdürülebilirliği sağlamak için küreselleşmeyi desteklemenin, mevcut çevre vergisi sistemini birleştirmenin ve çevre dostu teknolojilere önemli yatırımlar yapmanın gerekliliğine işaret etmektedir.

SONUÇ

Genel olarak, yeşil finans, çevresel inovasyonu destekleyerek çevresel iyileştirmeye katkıda bulunur. Bu durum, yeşil finansın çevresel hasarı azaltmaya en çok katkıda bulunan yeni teknolojilerin ve süreçlerin geliştirilmesi ve kullanımı için fon sağlayarak inovasyonların

finansmanına ve yayılmasına yardımcı olduğu durumlarda görülür (Omri vd., 2025). Yeşil finans ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki bağlantı, yeşil finansal kaynakların sürdürülebilir inovasyonu desteklemesi, rüzgar, güneş, hidroelektrik gibi temiz teknolojilere yatırımları teşvik etmesi, çevre dostu projeleri desteklemesi ve böylece daha sürdürülebilir bir ekonomiye geçişi kolaylaştırmasıyla açıklanabilir. Böylece yeşil finans, çevresel sürdürülebilirliğe olumlu katkıda bulunur (Lagoarde-Segot, 2019). Özetle, yeşil finans, inovasyonu teşvik ederek, sürdürülebilir teknoloji gelişimini destekleyerek ve çevre dostu eylemleri teşvik ederek ekonomik kaynakları çevre dostu projelere yönlendiren temel taşıdır (Omri vd., 2025).

Sonuçlar, yeşil finansın, çevresel inovasyonun önemli bir itici gücü haline gelmiş ve sayısız olumlu çevresel etki yarattığını göstermektedir (Wang vd., 2022). Sonuç olarak, yeşil finansın çevresel değişkenler üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalarda, yeşil finansın fosil olmayan, yenilenebilir, temiz enerji teknolojilerini artırdığı, çevresel bozulmayı azalttığı ve çevre dostu girişimleri teşvik ederek ekonomik kaynakları çevre dostu projelere yönlendirdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, yeşil finansın çevresel sürdürülebilirliğin desteklenmesinde ve çevresel kalitenin sağlanmasında önemli ölçüde etkili bir finansal araç olarak savunulmaktadır. Yeşil finansman teknolojik yayılım yoluyla ve daha temiz üretim yoluyla çevresel kaliteyi olumlu etkiler. Sonuçlar, ekolojik sürdürülebilirliği sağlamak için küreselleşmeyi desteklemenin, mevcut çevre vergisi sistemini birleştirmenin ve çevre dostu teknolojilere önemli yatırımlar yapmanın gerekliliğine işaret etmektedir.

KAYNAKLAR

- Bakry, W., Mallik, G., Nghiem, X.H., Sinha, A., Vo, X.V. (2023). Is green finance really “green”? Examining the long-Run relationship between green finance, renewable energy and environmental performance in developing countries. *Renewable Energy* 208, 341–355.
- Danish, Ulucak, R. (2021). A revisit to the relationship between financial development and energy consumption: is globalization paramount? *Energy* 227, 120337.
- Fang, Y., Shao, Z. (2022). Whether green finance can effectively moderate the green technology innovation effect of heterogeneous environmental regulation. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 19 (6), 3646.
- Lagoarde-Segot, T. (2019). Sustainable finance. A critical realist perspective. *Res. Int. Bus. Financ.* 47, 1–9.
- Luo, Z., Mahmood, N., Zhang, J. (2025). Articulating the role of green finance and natural resources in the environment: Aggregate and disaggregate analysis of natural resources, *Chinese Journal of Population, Resources and Environment*, 23, 96–105.
- Mngumi, F., Shaorong, S., Shair, F., Waqas, M. (2022). Does green finance mitigate the effects of climate variability: role of renewable energy investment and infrastructure. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 29 (39), 59287–59299.
- Omri, H., Jarraya, B. ve Kahia, M. (2025). Green finance for achieving environmental sustainability in G7 countries: Effects and transmission channels, *Research in International Business and Finance* 74 (2025) 102691.
- Wang, Q.J., Wang, H.J., Chang, C.P. (2022). Environmental performance, green finance and green innovation: what’s the long-run relationships among variables? *Energy Econ.* 110, 106004.



- Xiong, Y., Dai, L. (2023). Does green finance investment impact on sustainable development: role of technological innovation and renewable energy. *Renew. Energy* 214, 342–349.
- Zhao, J., Zhao, Z.R., Zhang, H. (2021). The impact of growth, energy and financial development on environmental pollution in China: new evidence from a spatial econometric analysis. *Energy Economics* 93, 104506.
- Zhou, M.X., Li, X. (2022). Influence of green finance and renewable energy resources over the sustainable development goal of clean energy in China. *Resources Policy* 78, 102816

DOĞAL KAYNAK KULLANIMI VE ÇEVRESEL KALİTE ARASINDAKİ TEORİK BAĞLANTI

Prof.Dr.Hasan AYAYDIN

Gümüşhane University, Faculty of Economics and Administrative Sciences,
Department of Business Administration, 29100 Bağlarbaşı, Gümüşhane

ORCID ID: 0000-0002-5395-1411

ÖZET

İnsan faaliyetleri ve bunların yönetimiyle ilgili çevresel bozulma küresel bir sorundur. Artan fosil yakıt tüketimi ve CO2 emisyonlarının sürdürülemez gelişimi, iklim değişikliği ve çevresel bozulmanın temel nedenidir. Buna karşılık, başta gelişmiş ülkeler olmak üzere dünyanın pek çok bölgesindeki doğal kaynak kullanımı, son birkaç on yılda ekonomik büyümeyle birlikte hızla artmıştır. Doğal kaynaklar ve çevresel kalite arasındaki ilişki, son yıllarda akademik alanda önemli ölçüde ilgi görmüştür. Çok sayıda çalışma, kaynakların bulunabilirliği, kaynaklara erişim, kullanım biçimleri ve ekolojik sonuçları arasındaki çok yönlü bağlantıyı araştırmıştır. Doğal kaynak gelirleri ekonomik büyüme ve kalkınma için kıymetli emtialar olarak görülmekle birlikte bu kaynakların çıkarılması, çevre üzerinde hava ve suyun kirletilmesinde potansiyel oluşturmaktadır. Enerji ihtiyacının karşılanmasında en önemli problemlerden biri doğal kaynaktır. Aksine, yenilenebilir enerji kullanımının artırılması, fosil enerji tüketiminin azaltılmasıyla ilişkilidir. Literatürdeki çalışmalardan ulaşılan sonuçlar, bu bölgelerde fosil enerji kullanımının önemli ölçüde arttığından, doğal kaynak çıkarım düzeyinin artışı ekolojik ayak izini, karbon salınımını arttırabilir ve ülkelerin nötr karbon hedefleri açısından engel oluşturur. Ayrıca, sonuçlara göre, yenilenebilir enerji kullanım oranının iyileştirilmesi, uzun vadede olumsuz çevresel etkileri hafifletebilir. Bu birbiriyle çelişen iki konu bu çalışmada irdelenmektedir. Bu çalışmada, literatür taramasına dayanarak, doğal kaynak kullanımı, yenilenebilir enerji kullanımı ve çevresel kalite arasındaki ilişki irdelenmektedir. Bu bağlantılar, "Doğal Kaynakların Karbon Laneti (CCNR) teorisi" çerçevesinde açıklanmıştır. Bu çalışmada ayrıca, literatür taramasına dayanarak, çevresel kalite düzeyini artırmak ve yenilenebilir enerji kullanımını iyileştirmek için sürdürülebilir kalkınma politika perspektifinden politika önerileri de sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Doğal Kaynak Kullanımı, Çevresel Kalite, Doğal Kaynakların Karbon Laneti Hipotezi

THE THEORETICAL LINK BETWEEN NATURAL RESOURCE USE AND ENVIRONMENTAL QUALITY

ABSTRACT

Environmental degradation related to human activities and their management is a global problem. Increasing fossil fuel consumption and the unsustainable development of CO2

emissions are the primary causes of climate change and environmental degradation. Conversely, natural resource use in many regions of the world, particularly in developed countries, has increased rapidly in recent decades alongside economic growth. The relationship between natural resources and environmental quality has received significant academic attention in recent years. Numerous studies have explored the multifaceted link between resource availability, access to resources, their use patterns, and their ecological consequences. While natural resource revenues are considered valuable commodities for economic growth and development, their extraction poses the potential for air and water pollution. One of the most significant challenges in meeting energy needs is the availability of natural resources. Conversely, increasing the use of renewable energy is linked to reducing fossil energy consumption. Studies in the literature indicate that, as fossil energy use in these regions has increased significantly, increasing the level of natural resource extraction can increase ecological footprints and carbon emissions, impeding countries' carbon neutrality goals. Furthermore, the results suggest that improving renewable energy use can mitigate negative environmental impacts in the long term. These two conflicting issues are explored in this study. Based on a literature review, this study examines the relationship between natural resource use, renewable energy use, and environmental quality. These connections are explained within the framework of the "Carbon Curse of Natural Resources (CCNR) theory." Based on the literature review, this study also offers policy recommendations from a sustainable development perspective to increase environmental quality and improve renewable energy use.

Keywords: Natural Resource Use, Environmental Quality, Natural Resource Carbon Curse Hypothesis

GİRİŞ

İnsan faaliyetleri ve bunların yönetimiyle ilgili çevresel bozulma küresel bir sorundur. Artan fosil yakıt tüketimi ve CO₂ emisyonlarının sürdürülemez gelişimi, iklim değişikliği ve çevresel bozulmanın temel nedenidir (Feng vd., 2024). Buna karşılık, başta gelişmiş ülkeler olmak üzere dünyanın pek çok bölgesindeki doğal kaynak kullanımı, son birkaç on yılda ekonomik büyümeyle birlikte hızla artmıştır. Doğal kaynaklar ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki ilişki, son yıllarda akademik alanda önemli ölçüde ilgi görmüştür. Çok sayıda çalışma, kaynakların bulunabilirliği, kaynaklara erişim, kullanım biçimleri ve ekolojik sonuçları arasındaki çok yönlü bağlantıyı araştırmıştır.

Enerji ihtiyacının karşılanmasında en önemli kaynaklardan biri doğal kaynaktır. Aksine, yenilenebilir enerji kullanımının artırılması, fosil enerji tüketiminin azaltılmasıyla ilişkilidir.

Literatürdeki çalışmalardan ulaşılan sonuçlar, bu bölgelerde fosil enerji kullanımının önemli ölçüde arttığından, doğal kaynak çıkarım düzeyinin artışı ekolojik ayak izini, karbon salınımını arttırabilir ve ülkelerin nötr karbon hedefleri açısından engel oluşturur. Ayrıca, sonuçlara göre, yenilenebilir enerji kullanım oranının iyileştirilmesi, uzun vadede olumsuz çevresel etkileri hafifletebilir. Bu birbiriyle çelişen iki konu bu çalışmada irdelenmektedir. Bu çalışmada, literatür taramasına dayanarak, doğal kaynak kullanımı, yenilenebilir enerji kullanımı ve çevresel kalite arasındaki ilişki irdelenmektedir. Bu bağlantılar, "Doğal Kaynakların Karbon Laneti (CCNR) teorisi" çerçevesinde açıklanmıştır. Bu çalışmada ayrıca, literatür taramasına dayanarak, çevresel kalite düzeyini artırmak ve yenilenebilir enerji kullanımını iyileştirmek için sürdürülebilir kalkınma politika perspektifinden politika önerileri de sunulmaktadır.

2. DOĞAL KAYNAKLAR İLE ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ARASINDAKİ İLİŞKİ

Doğal kaynak tüketimi kaynaklı karbondioksit (CO₂) salınımlarına dair hipotez, Doğal Kaynakların Karbon Laneti (the Carbon Curse of Natural Resources (CCNR) olarak bilinmektedir. Bu hipotez, doğal kaynak kullanımının ekonomik büyüme göstergeleri için olumlu olsa da çevresel refah için oldukça zararlı olan Doğal Kaynakların Karbon Laneti (CCNR) olarak değerlendirilebilir (Che ve Wang, 2022). Doğal kaynak laneti hipotezinin araştırıldığı diğer çalışmada benzer bulgulara ulaşılmıştır. Örneğin, doğal kaynakların çevre ilişkisini biyoçeşitlilik açısından inceleyen Iqbal vd.(2024) doğal kaynakların çıkarımı önce biyoçeşitliliği arttırmakta belli bir eşik düzeyinden sonra ise azalttığını bulmuştur. Benzer şekilde, Khan vd. (2024) 13 doğal kaynak zengini ülkede, Andlib vd. (2024) Birleşik Krallıkta doğal kaynak laneti hipotezini test ederek, doğal kaynak bağımlılığının karbon emisyonunu artırdığını saptamışlardır. Bu çalışmalarda doğal kaynak kullanımının karbon emisyonları üzerindeki artırıcı etkisi tespit edilmiş ve sonuç olarak CCNR hipotezi doğrulanmıştır. Sonuç olarak, yapılan çalışmalarda doğal kaynak laneti hipotezini destekleyen bulguların elde edildiği ve doğal kaynakların ekolojik ayakizini ve karbon emsiyonunu artırdığı, yük kapasitesi faktörüne, biyolojik kapasiteye ve çevreye zarar verdiği saptanmıştır. Sonuç olarak, kaynak rantlarının ekolojik ayakizi üzerindeki etkisinin analizi, kaynak bolluğu yaşayan ülkelerin olumsuz sonuçlar yaşayabileceğini öne süren the Carbon Curse of Natural Resources (CCNR) teorisine dayandırılabilir. Bu teoriye göre, kaynak rantlarına bağımlılık ekonomik çeşitliliği engelleyebilir ve sürdürülebilir kalkınmayı sekteye uğratabilir.

Doğal kaynak gelirleri ekonomik büyüme ve kalkınma için kıymetli emtialar olarak görülmekle birlikte bu kaynakların çıkarılması, çevre üzerinde hava ve suyun kirletilmesinde potansiyel

oluşturmaktadır (Duan ve Liu, 2023). Enerji ihtiyacının karşılanmasında en önemli kaynak doğal kaynaklardır. Doğal kaynak çıkarım düzeyinin artışı ise karbon emisyonunu arttırabilmekte ve ülkelerin nötr karbon hedefleri açısından engel oluşturabilmektedir (Shan vd.,2024).

Li vd. (2024)'ye göre ekonomik iyileşmeler doğal kaynakların ekolojik kalitesini düşürmekte ve doğal kaynaklar ekolojik ayakizini etkileyerek ekosisteme kalıcı ve zararlı etkiler ortaya çıkarmaktadır. Karbon emisyonunun düşürülmesi ve iklim değişikliklerine karşı koyabilmek için doğal kaynaklar çevresel faktörler ile birlikte değerlendirilmelidir (Li, vd.,2024). Bir yandan, çalışmalar doğal kaynakların ekolojik ayakizi üzerindeki olumsuz etkisini ortaya koymuştur. Örneğin, doğal kaynakların çevreye etkisini araştıran Feng vd. (2024) G-20 ülkelerinde doğal kaynakların ekolojik ayakizini ve sera gazı emisyonlarını arttırdığını ve dolayısıyla çevresel sürdürülebilirliğe zarar verdiğini tespit etmiştir.

Öte yandan, ülkelere göre farklı bulguların tespit edildiği görülmektedir. Bazı çalışmalarda doğal kaynakların karbon emisyonunu engellediği ortaya konmuştur. Örneğin, Kai vd. (2024) BRICS ülkelerinde doğal kaynakların karbon emisyonunu azalttığı bulgusunu elde etmiştir. Atılgan (2025) MENA ülkeleri kapsamında yaptığı çalışmada, ülkelere göre farklı bulgular elde etmiştir. 1998-2020 döneminin incelendiği çalışmada, doğal kaynakların Cezayir, Mısır, Ürdün ve Suudi Arabistan ülkelerinde çevresel sürdürülebilirliği arttırdığı tespit edilmiştir. Buna karşın, Libya, Fas ve Katar'da ise çevresel sürdürülebilirliği azalttığını saptamıştır. Donkor vd.(2024) ise doğal kaynaklar ile çevre arasındaki ilişkinin doğal kaynakların bolluğu ya da azlığı açısından değerlendirilmesi gerekliliğine işaret etmiş ve Afrika ülkeleri için yaptığı çalışmada ülkedeki kaynakların durumuna göre farklı bulgular elde etmiştir. Buna göre ülkelerin çevre konusunda geliştireceği politikaların tek tip olmaması gerekliliği ve ülkelerin kaynak duruma göre strateji geliştirilmesi gerekliliği öne sürülmüştür. Ayrıca doğal kaynak zenginliğinin başlangıçta çevreye katkısının pozitif olduğunu ve belirli bir eşik sonrası ise olumsuz etkilerin olabileceği vurgulanmıştır. Mısır kapsamında yapılan çalışmada da fosil kaynaklara bağlılığın azaltılmasının ekolojik verimlilik açısından önemli olduğu sonucuna varılmıştır (Nwani vd.,2025).

SONUÇ

Doğal kaynak yönetimi ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalarda görüş birliği bulunmamaktadır. Bazı çalışmalarda olumsuz ilişki, bazı çalışmalarda olumlu bir ilişki bazı çalışmalarda ise ülke bağlamına göre değişkenlik tespit edilmiştir. Ancak genel olarak, doğal kaynak yönetimi ile çevresel sürdürülebilirlik arasında negatif bir ilişkinin varlığı

yoğundur. Bu ilişki doğal kaynak tüketimi kaynaklı karbondioksit (CO₂) salınımlarına dair hipoteze dayanmaktadır. Bu teori, Doğal Kaynakların Karbon Laneti (the Carbon Curse of Natural Resources (CCNR) olarak bilinmektedir. Bu hipotez, doğal kaynak kullanımının ekonomik büyüme göstergeleri için olumlu olsa da çevresel refah için oldukça zararlı olan Doğal Kaynakların Karbon Laneti (CCNR) olarak değerlendirilebilir. Sonuç olarak, yapılan çalışmalarda doğal kaynak laneti hipotezini destekleyen bulguların elde edildiği ve doğal kaynakların ekolojik ayakizini ve karbon emsiyonunu artırdığı, yük kapasitesi faktörüne, biyolojik kapasiteye ve çevreye zarar verdiği saptanmıştır. Sonuç olarak, kaynak rantlarının ekolojik ayakizi üzerindeki etkisinin analizi, kaynak bolluğu yaşayan ülkelerin olumsuz sonuçlar yaşayabileceğini öne süren the Carbon Curse of Natural Resources (CCNR) teorisine dayandırılabilir. Bu teoriye göre, kaynak rantlarına bağımlılık ekonomik çeşitliliği engelleyebilir ve sürdürülebilir kalkınmayı sekteye uğratabilir. Bu çalışmalarda ülkelerin doğal kaynak bağımlılıklarını azaltmak üzere ekonomik yapıları yeniden düzenlenmesi ve bu konuda etkin uğraşlar vermesi gerektiği önerilmiştir.

Literatürden yola çıkarak, çalışma sonuçlarında aşağıdaki noktalar vurgulanmıştır. Doğal kaynakların sürdürülebilir düzeyde etkin yönetimi için toplumun farkındalık ve bilinç düzeyinin yükseltilmesi gerekliliği vurgulanmıştır. Doğal kaynakların sürdürülebilir olmayan yollarla kullanımı çevresel risk oluşturmakta, doğal kaynakların karbon emisyonunu arttırdığı saptanmıştır (Luo vd., 2025). Donkor vd.(2024) ise doğal kaynaklar ile çevre arasındaki ilişkinin doğal kaynakların bolluğu ya da azlığı açısından değerlendirilmesi gerekliliğine işaret etmiş ve Afrika ülkeleri için yaptığı çalışmada ülkedeki kaynakların durumuna göre farklı bulgular elde etmiştir. Buna göre ülkelerin çevre konusunda geliştireceği politikaların tek tip olmaması gerekliliği ve ülkelerin kaynak duruma göre strateji geliştirilmesi gerekliliği öne sürülmüştür. Ayrıca doğal kaynak zenginliğinin başlangıçta çevreye katkısının pozitif olduğunu ve belirli bir eşik sonrası ise olumsuz etkilerin olabileceği vurgulanmıştır. Mısır kapsamında yapılan çalışmada da fosil kaynaklara bağlılığın azaltılmasının ekolojik verimlilik açısından önemli olduğu sonucuna varılmıştır (Nwani vd.,2025).

KAYNAKLAR

- Andlib, Z., Scicchitano, S., & Padda, I. U. H. (2024). The role of natural resources, fintech, political stability, and social globalization in environmental sustainability: Evidence from the United Kingdom. *Resources Policy*, 91, 104922. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104922>
- Atılğan, D. (2025). Doğal kaynak rantı, ekonomik karmaşıklık ve ekonomik büyümenin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisi. *Yönetim ve Ekonomi*, 32(2), 207–224. <https://doi.org/10.18657/yonveek.1538023>
- Che, S., Wang, J. (2022). Can environmental regulation solve the carbon curse of natural resource dependence: evidence from China. *Resour. Pol.* 79, 103100.

- Donkor, M., Kong, Y., & Manu, E. K. (2024). Natural resource abundance, governance, and government expenditure: Empirical insights from environmental sustainability. *Sustainable Development*, 33(1), 733–757. <https://doi.org/10.1002/sd.3116>
- Duan, D., & Liu, K. (2023). Do financial inclusion, natural resources and green innovation affect the sustainable environment in resource rich economies. *Resources Policy*, 86, 104190. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104190>
- Feng, X., Zhou, D., & Hussain, T. (2024). An investigation of fintech governance, natural resources and government stability on sustainability: Policy suggestions under the SDGs theme. *Resources Policy*, 96, 105184. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.105184>
- Iqbal, M., Arshed, N., & Chan, L.-F. (2024). Exploring the dynamics: Biodiversity impacts of natural resource extraction with moderating influence of FinTech for sustainable practices in resource-rich nations. *Resources Policy*, 91, 104933. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104933>
- Kai, Z., Sharaf, M., Wei, S.-Y., Al Shraah, A., Le, L. T., Bedekar, A. A., & Bani Ahmad, A. Y. A. (2024). Exploring the asymmetric relationship between natural resources, fintech, remittance and environmental pollution for BRICS nations: New insights from MMQR approach. *Resources Policy*, 90, 104693. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104693>
- Khan, S., Rahman, A. K. M. A., Saha, T., Alam, M. M., & Mahmood, H. (2024). The role of Fintech in containing the carbon curse of natural resources: Evidence from resource-rich countries. *Resources Policy*, 90, 104733. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104733>
- Luo, Z., Mahmood, N., & Zhang, J. (2025). Articulating the role of green finance and natural resources in the environment: Aggregate and disaggregate analysis of natural resources. *Chinese Journal of Population, Resources and Environment*, 23, 96–105. <https://doi.org/10.1016/j.cjpre.2025.01.009>
- Nwani, C., Ullah, A., Ojeyinka, T. A., Iorember, P. T., & Bekun, F. V. (2025). Natural resources, technological innovation, and eco-efficiency: Striking a balance between sustainability and growth in Egypt. *Environment, Development and Sustainability*, 27, 1467–1498. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03920-8>

ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA YASAL MEVZUAT EKSİKLİKLERİ VE YENİLİKÇİ DÜZENLEME ÖNERİLERİ

Öğr. Gör. Abdurrahman OLGUN

Gümüşhane Üniversitesi / Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, 29810 Kürtün, Gümüşhane

ORCID: 0000-0001-9901-2703

Öğr. Gör. Uğur MAZLUM

Gümüşhane Üniversitesi, Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, 29810 Kürtün, Gümüşhane

ORCID: 0000-0003-4916-5992

ÖZET

Elektrikli araçlar (EA), sürdürülebilir ulaşımın temel unsurlarından biri olarak hızla yaygınlaşmaktadır. Bu araçlar, fosil yakıt kullanımını azaltarak karbon salımını düşürmekte, şehir içi trafik yoğunluğunu hafifletmekte ve çevre dostu ulaşım alışkanlıklarının gelişmesine katkı sağlamaktadır. Özellikle genç nüfus ve kısa mesafeli kent içi yolculuklar açısından pratik, ekonomik ve çevreci bir alternatif sunmaktadır.

Ancak, yasal ve kurumsal düzenlemelerin bu hızlı teknolojik gelişmeye ayak uyduramaması çeşitli sorunlar yaratmaktadır. Bunlar arasında, düzenleme boşlukları nedeniyle güvenlik standartlarının belirlenememesi, vergi uygulamalarındaki belirsizlikler, yetersiz altyapı ve çevresel etkilerin yeterince izlenememesi sayılabilir ve bunların tümü sürdürülebilir ulaşım politikalarının etkinliğini sınırlamaktadır. Bu nedenle, yasal, çevresel ve altyapı düzenlemeleri, teknolojik yeniliklerle koordineli bir şekilde geliştirilmelidir.

Bu çalışmada Türkiye’de ve dünyada elektrikli araçlarla ilgili mevcut mevzuat eksiklikleri ele alınmakta, yaşanabilecek sıkıntılar analiz edilmekte ve yenilikçi düzenleme önerileri sunulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Sürdürülebilirlik, Elektrikli araç teknolojisi, Yasal Mevzuat

REGULATORY GAPS IN ELECTRIC VEHICLES AND INNOVATIVE POLICY RECOMMENDATIONS

ABSTRACT

Electric Vehicles (EVs) are rapidly emerging as one of the fundamental components of sustainable transportation. By reducing fossil fuel consumption, they lower carbon emissions, alleviate urban traffic congestion, and contribute to the development of environmentally friendly mobility practices. Particularly for younger populations and short-distance urban travel, EVs offer a practical, economical, and eco-friendly alternative.

However, the swift pace of technological advancement has not been matched by legal and institutional regulations, leading to several challenges. Regulatory gaps hinder the establishment of safety standards, create uncertainties in taxation policies, expose deficiencies in infrastructure, and limit monitoring of environmental impacts. These issues constrain the

effectiveness of sustainable transportation policies. Therefore, legal, environmental, and infrastructural frameworks must be developed in coordination with technological innovations. This paper examines the current regulatory deficiencies related to electric vehicles in Turkey and worldwide, analyzes potential challenges, and proposes innovative policy recommendations to strengthen sustainable transportation governance.

Keywords: Sustainability, Electric Vehicle Technology, Legal Regulations

1. GİRİŞ

Otomotiv endüstrisinde çok yakın bir gelecekte araçlarda temel yapısal değişiklikler öngörülse de bugün kullanımda olan araçların büyük çoğunluğu hala fosil yakıt tüketmektedir. Dünya nüfusunun hızlı artışı, sanayi ve otomotiv gibi sektörlerde tek enerji kaynağı olarak fosil yakıtların kullanılmasıyla birleştiğinde, bu rezervleri tüketmekte ve gezegene geri dönüşü olmayan zararlar vermektedir. Sonuç olarak, hükümetler artık temiz enerji kaynaklarını güvence altına almak zorundadır. Ancak, bu değişikliklerin yalnızca hükümetlerin iç kararlarından kaynaklandığını söylemek yanlış olur. Örneğin, Paris Anlaşması 197 ülke tarafından imzalanan ve en geniş kabul gören uluslararası anlaşma olarak kabul edilen bir antlaşmadır. Anlaşma, imzacı ülkelerin sera gazı emisyonlarını azaltmak için belirlenen hedeflere ulaşmak amacıyla fosil yakıt tüketimini azaltmalarını gerektirmektedir. Elektrikli araç, kısmen veya tamamen batarya gücüyle çalışan herhangi bir araçtır. Elektrikli araçların şu anda kullanımda olan araçların yerini doğrudan alamamasının birçok nedeni vardır. Bunun nedenleri arasında, elektrikli araçların geleneksel araçlara göre üretim ve kullanım maliyetlerinin daha yüksek olması, tüketicilerin yakıt yerine şarj gerektiren araçları kullanmaya isteksiz olmaları (çünkü bu zaman alıcı ve her zaman erişilebilir değil) ve bu araçların uzun mesafeler kat edememesi sayılabilir. Bu koşullar altında elektrikli araçların kullanımını teşvik etmek, ancak devletin teşvikleriyle mümkündür (Gemicioğlu Hukuk Bürosu, 2020).

IEA (2023) verilerine göre, 2023 yılında dünya genelinde satılan her 5 araçtan 1'i elektrikliydi. Türkiye de bu dönüşümden etkilenmiş ve 2023 yılında 68.000'den fazla elektrikli araç yollara çıkmıştır (TÜİK, 2024). Ancak, bu hızlı büyümeye rağmen, elektrikli araçlara ilişkin yasal çerçeve parçalı ve yetersiz görünmektedir. Bu düzenleyici boşluklar, kullanıcı güvenliği, altyapı standartları, vergi politikaları ve çevresel sürdürülebilirlik açısından riskler oluşturmaktadır (Erdem, 2022).

2. MEVZUAT EKSİKLİKLERİ VE POTANSİYEL SORUNLAR

2.1. Güvenlik ve Standartlar

Pil güvenliği, yangın riski ve geri dönüşüm süreçleri için net bir yasal çerçeve bulunmamaktadır. Şarj istasyonlarının kurulumu ve işletimi için standartların bulunmaması, kullanıcı güvenliği için risk oluşturmaktadır (Çelik, 2021).

Elektrikli araçların sayısının artması, mevcut ulaştırma ve enerji mevzuatının gözden geçirilmesini gerektirmektedir. Türkiye'nin düzenleyici çerçevesi, güvenlik, vergi politikaları ve altyapı standartları gibi kritik alanlarda önemli boşluklar içeren, parçalı ve yetersiz bir yapıdadır. İlk olarak, pil güvenliği ve yangın riski konusunda net ve bağlayıcı düzenlemelerin olmaması, kullanıcılar ve çevre için ciddi bir tehdit oluşturabilir. Pil geri dönüşüm süreçleri konusunda da yasal belirsizlikler bulunmaktadır. Avrupa Birliği bu sorunu 2020 Pil Direktifi (Avrupa Komisyonu, 2020) ile çözmeye çalışırken, Türkiye bu konuda yalnızca sınırlı teknik standartlara ve idari kılavuzlara sahiptir. Sonuç olarak, pil atıklarının çevresel etkileri yeterince kontrol edilememektedir (Çelik, 2021).

TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Elektrikli Kara Araçları ve Bu Araçların Şarjlarına Dair Elektrik Mühendisliği Hizmetleri Yönetmeliği;

Amaç

Madde 1 – (1) Bu Yönetmeliğin amacı, elektrik enerjisi ile hareket eden kara araçları için gerekli elektrik enerjisini araç üzerinde depolanmış tüketilebilir bir yakıt veya akü, kondansatör, jeneratör gibi elektrik enerjisi veya güç depolama cihazından alan kara araçları ve bu araçların şarjları ile ilgili elektrik, elektrik-elektronik ve elektronik mühendisliği hizmetlerinin tanımlanması; bu hizmetleri yürütecek Elektrik Mühendislerinin (EM) görev, yetki ve sorumlulukları ile bu hizmetlerin denetlenmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemektir.

Kapsam

Madde 2 – (1) Bu Yönetmelik, enerjisini elektrik enerjisi veya güç depolama cihazından alan kara araçları ve bu araçların şarjları ile ilgili olarak, 18.03.2004 tarihli ve 25406 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Elektrik Mühendisleri Odası Serbest Müşavir Mühendislik Hizmetleri Yönetmeliği’nde belirtilen hizmetleri üretecek EM’lerin görev, yetki ve sorumluluklarına ilişkin düzenlemeleri kapsar.

Dayanak

Madde 3 – (1) Bu Yönetmelik, 27/1/1954 tarihli ve 6235 sayılı Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Kanunu hükümlerine dayanılarak hazırlanmıştır. (Kaynak: Elektrik Mühendisliği, 2016:24)

2.2. Vergilendirme ve Teşvik Politikaları

Ülkemizde elektrikli araç modellerinin sayısı zamanla artarak tüketicilere daha geniş bir alternatif yelpazesi sunmaktadır. Türkiye Elektrikli ve Hibrit Araçlar Derneği'nin 2020 yılının ilk üç ayına ait satış raporuna göre, elektrikli ve hibrit araç satışları geçen yılın aynı dönemine göre %79 artış göstermiştir. Ülkemizde elektrikli araç satın alan tüketicilere yönelik devlet teşviki, Özel Tüketim Vergisi (ÖTV) oranının indirilmesi şeklinde uygulanmaktadır. Motorlu taşıtlar için ÖTV oranı motor büyüklüğüne göre %45 ile %160 arasında değişirken, elektrikli araçlar için bu oran %3 ile %15 arasındadır. Ayrıca, yerli elektrikli otomobil üretiminin sağlanması için yatırımlar yapılmaktadır. Ülkemizde bu alanda henüz yeterli düzenleme bulunmamakla birlikte, uluslararası düzenlemelere uyum sağlamak ve otomotiv sektöründeki gelişmelere ayak uydurmak için bu tür düzenlemelere ihtiyaç bulunmaktadır. Yönetmeliklerin yürürlüğe girmesi beklenmektedir. Birçok ülke, belirli bir takvim yılına kadar fosil yakıtlı araçların oranını azaltmaya, hatta tamamen yasaklamaya hazırlanmaktadır. Bu gelişmeler, küresel otomotiv endüstrisinin hızlı bir şekilde yeniden yapılandırılmasını gerektirmektedir. Aynı zamanda, tüketici davranışlarında da bir değişim yaşanmakta ve odak noktası araç sahibi olmaktan mobiliteye kaymaktadır. Özellikle, yeni nesil tüketiciler araç sahibi olmanın getirdiği maliyetleri üstlenmek yerine araç paylaşımı, toplu taşıma veya kiralamaya yönelmektedir. Önümüzdeki yıllarda bu eğilimin, satın alımdan ziyade kişisel kullanım amaçlı uzun vadeli kiralama sözleşmelerinde artışa yol açabileceğini ve bu talebi karşılamak için farklı paket sözleşmelerinin gerekli olabileceğini düşünüyoruz (Gemicioğlu Hukuk Bürosu, 2020).

Elektrikli araçlara uygulanan özel tüketim vergisi (ÖTV) ve katma değer vergisi (KDV) oranları, uzun vadeli teşvik stratejilerinden yoksundur. Vergi politikalarında sık sık yapılan değişiklikler, yatırımcı ve tüketici güvenini azaltmaktadır. Vergi politikaları sürdürülebilir değildir. Elektrikli araçlara uygulanan ÖTV ve KDV oranları sık sık değişmekte ve uzun vadeli teşvik stratejileri yerine kısa vadeli gelir kaygıları öncelik kazanmaktadır (Erdem, 2022). Vergi politikasındaki bu istikrarsızlık, tüketici güvenini zayıflatmakta ve yatırımcılar için pazarın öngörülebilirliğini azaltmaktadır. Buna karşılık, Norveç ve Hollanda gibi ülkeler elektrikli araçlar için uzun vadeli vergi muafiyetleri ve teşvikler getirerek istikrarlı bir pazar büyümesi sağlamıştır (IEA, 2023). Ancak Türkiye'de bu alanda kapsamlı bir yasal çerçevenin bulunmaması hem yerli üreticilerin hem de ithalatçıların rekabet gücünü olumsuz etkilemektedir.

2.3. Altyapı ve Enerji Yönetimi

Elektrikli araçları desteklemeyi ve şarj altyapısını genişletmeyi amaçlayan politikaların bir sonucu olarak, küresel elektrikli araç pazarı hızlı bir büyüme yaşamaktadır. 2018 yılı sonu itibarıyla, dünya çapında 5,1 milyon elektrikli araç kullanılmaktadır. Bloomberg NEF (2018) verilerine göre, filoya bir sonraki milyon elektrikli aracın eklenmesi altı aydan az sürecektir. Elektrikli araçların ne sıklıkla şarj edilmesi gerektiği, kat edilen mesafeye ve batarya kapasitesine bağlıdır. Şu anda, bir elektrikli binek aracının ortalama menzili yaklaşık 200 km'dir ve bu rakamın pil teknolojisindeki gelişmelerle birlikte artması beklenmektedir (ABD Enerji Bakanlığı, 2019). Ancak, şarj istasyonlarının dağılımı dengesizdir ve altyapı eksiklikleri özellikle kırsal alanlarda belirgindir. Ayrıca, yenilenebilir enerji entegrasyonu hala yetersizdir, bu da elektrikli araçların hala fosil yakıtlardan üretilen elektriğe bağımlı olduğu anlamına gelmektedir (IEA, 2023).

Benzer sorunlar altyapı ve enerji yönetiminde de görülmektedir. Elektrikli araçların popülaritesinin artmasına rağmen, şarj istasyonları eşit olarak dağıtılmamıştır, bu da özellikle kırsal alanlarda ciddi erişim sorunlarına yol açmaktadır. Şarj istasyonlarının kurulumu için standartları belirleyen net yasal düzenlemelerin olmaması, uygulamada parçalı bir yaklaşıma neden olmaktadır. Bu durum, kullanıcı güvenliği ve şarj hizmetlerinin kalitesi açısından önemli riskler yaratmaktadır (Güler ve Aksoy, 2022). Ayrıca, elektrikli araçları şarj etmek için kullanılan enerji büyük ölçüde fosil yakıtlardan elde edilmektedir ve bu da karbon emisyonlarını azaltma hedefi ile çelişmektedir. Bu alanda yenilenebilir enerjinin entegrasyonunu zorunlu kılan mevzuatın olmaması da Türkiye'nin iklim taahhütleri ile tutarsızdır (IEA, 2023).

3. YENİLİKÇİ DÜZENLEME ÖNERİLERİ

3.1. Teknoloji ve Güvenlik Odaklı Düzenlemeler

Türkiye için planlama yaparken, evler ve işyerleri için gerekli toplam şarj noktası sayısını hesaplamak ve kamuya açık şarj noktalarının en uygun konumlarını belirlemek gerekir. Bu hesaplamada dağıtım şebekeleri üzerindeki etki de dikkate alınmalıdır. Türkiye'nin kentleşme özellikleri, kentleşmenin daha yatay olduğu birçok Avrupa ve ABD kentinden farklıdır. Örneğin, 9 milyonluk bina stokunda sadece sınırlı sayıda müstakil ev bulunmaktadır (Saygın ve ark., 2019). Elektrikli araç altyapısı kurulurken bazı hususların da dikkate alınması gerekmektedir. Şarj istasyonlarının kurulması bağlamında, yenilikçi çalışmalar ve güvenlik odaklı altyapı her ikisi de önemlidir. Pil geri dönüşümü kapsamında, bir “Zorunlu Pil Geri

Kazanım Yasası” çıkarılabilir. Şarj istasyonları için Avrupa Birliği standartlarıyla uyumlu teknik düzenlemeler geliştirilmelidir.

Elektrikli araçlarla ilgili yasal düzenlemeler sadece mevcut sorunları çözmekle kalmamalı, aynı zamanda gelecekteki ihtiyaçları da öngörmelidir. Bu bağlamda, pil teknolojilerini yönetmek için yenilikçi bir yasal çerçeve oluşturmak önemlidir. Mevzuat sadece geri dönüşüm süreçlerini değil, aynı zamanda pillerin ikinci ömür kullanımını ve enerji depolama sistemlerine entegrasyonunu da kapsamalıdır. Avrupa Birliği'nin “Pil Pasaportu” yaklaşımı, pillerin üretimden atığa kadar dijital olarak izlenmesini sağlayarak çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliği güçlendirmektedir (Avrupa Komisyonu, 2022). Türkiye'de benzer bir sistemin uygulanması, pillerle ilgili çevresel sorunları en aza indirirken, ikinci el pazarını da düzenleyebilir. (Demir ve Yıldız, 2023).

3.2. Vergi ve Teşvik Politikalarının Yeniden Tasarımı

Küresel elektrikli araç pazarının geleceğini öngören birçok senaryo üretilmiştir. Bloomberg NEF, Uluslararası Enerji Ajansı ve IRENA'nın tahminlerine göre, küresel elektrikli araç filosunun 2030 yılına kadar 120 ila 250 milyon arasında büyüyeceği öngörülmektedir (IRENA, 2018). Bu aralığın üst sınırına ulaşılması için, elektrikli araçların 2030 yılına kadar yaklaşık 90 milyon olarak tahmin edilen toplam yıllık binek araç satışlarının yaklaşık %40'ını oluşturması gerekecektir (Shura, 2019: 30).

Bu tahminler, elektrikli araç teknolojilerinin ölçek ekonomisine ulaşacağını, pil maliyetlerinin daha da düşeceğini ve şarj altyapısının ülkelerin ulaşım politikalarının önemli bir parçası haline geleceğini göstermektedir. Türkiye'nin bakış açısından, elektrikli araçlara küresel geçiş hem riskler hem de önemli fırsatlar sunmaktadır. Türkiye'nin 2030 ulusal strateji belgeleri, elektrikli araç kullanımını ve yerli üretimi (TOGG) artırma hedeflerini içermektedir ve bu da bu hedeflerin gerçekleştirilebilirliğini güçlendirmektedir. Küresel stoklar öngörülen aralığın üst sınırına ulaşırsa, Türkiye hem iç pazar hem de ihracat açısından konumunu güçlendirebilir. Yıllık binek otomobil satışlarında elektrikli araçların oranının %20-30'a ulaşması beklenen artış, Türkiye'nin endüstriyel altyapısı, pil teknolojilerine yapılan yatırımlar ve şarj istasyonu ağının genişletilmesi ile doğrudan bağlantılıdır. Bu nedenle, doğru teşvik mekanizmalarını uygulayarak, yaygın şarj altyapısı kurarak, yerli pil üretimini geliştirerek ve yenilenebilir enerjiyi entegre ederek Türkiye, küresel dönüşümdeki konumunu güçlendirebilir, ekonomik rekabet gücünü artırabilir ve karbon nötrlük hedeflerine daha hızlı ulaşabilir.

Düşük emisyonlu araçlar için karbon kredisi indirimleri sunulabilir. Özel tüketim vergisi (ÖTV) aşamalı olarak azaltılarak yerli üretim teşvik edilebilir. Düşük emisyonlu araçlara karbon

kredisi indirimleri uygulamak hem üreticiler hem de tüketiciler arasında düşük emisyonlu teknolojilere geçişi hızlandırabilecek etkili bir politika aracıdır. Avrupa Birliği'nde uygulanan “Emisyon Bazlı Vergilendirme Modeli”, düşük karbonlu araçların satın alınmasında maliyet avantajı yaratarak pazarı elektrikli araçlara kaydırmıştır. Türkiye de benzer bir sistem uygularsa, üreticiler karbon ayak izlerini azaltmaya odaklanacak ve tüketiciler daha düşük maliyetle elektrikli veya hibrit araçlara erişebileceklerdir. Ayrıca, karbon kredisi indirimleri Türkiye'nin 2053 net sıfır emisyon hedefi ile uyumludur ve ulaştırma sektöründen kaynaklanan emisyonların azaltılmasında kritik bir rol oynayacaktır.

Özel Tüketim Vergisi'nde (ÖTV) aşamalı bir indirim, doğrudan ekonomik teşvik sağlayarak yerli araç üretimini ve tüketimini teşvik edebilir. Türkiye'de ÖTV oranları, elektrikli araç sahipliğini etkileyen en önemli maliyet faktörlerinden biridir. Bu nedenle, yerli üretim elektrikli araçlar için ÖTV'de aşamalı bir indirim uygulanması hem üreticilere hem de tüketicilere fayda sağlayacaktır. Bu model, elektrikli araçların yaygınlaşmasını teşvik etmek için Güney Kore ve Çin tarafından uygulanan teşvik politikalarıyla uyumludur. Bu ülkelerde yerli üretimi destekleyen vergi indirimleri, pazarın hızlı büyümesine katkıda bulunmuştur. Türkiye'de benzer bir yaklaşım, yerli üreticilerin, özellikle TOGG'un rekabet gücünü artıracak ve yerli tedarik zincirinin gelişimini hızlandıracaktır. Bu, istihdamı ve teknolojik gelişme kapasitesini güçlendirecektir. Ayrıca, daha düşük tüketici maliyetleri elektrikli araçlara olan talebi artıracak, şarj altyapısına yatırım yapılmasını teşvik edecek ve sektörde kapsamlı bir büyümeyi destekleyecektir.

Vergi politikaları açısından, geleneksel teşvik modellerinin ötesine geçerek dinamik, performans odaklı düzenlemeler geliştirilmesi önerilmektedir. Örneğin, elektrikli araç kullanımından elde edilen yıllık karbon tasarrufuna dayalı kademeli vergi indirimleri uygulamak, aracın yaşam döngüsü boyunca çevresel faydaları teşvik edecektir. Ayrıca, akıllı şarj sistemleri sayesinde elde edilen şebeke dengesi katkıları, ekonomik teşvikler olarak kullanıcılara geri ödenebilir (IEA, 2023). Bu yaklaşım, araç sahiplerini pasif tüketiciden aktif enerji üreticisine dönüştürerek enerji piyasasının dönüşümüne katkı sağlayabilir.

3.3. Altyapı ve Enerji Dönüşümü

2018 ortasından bu yana, dünya çapında birçok pazarda hızlı şarj ve batarya elektrikli araçların yaygın olarak benimsenmesinden elde edilen derslere odaklanılmıştır. Bu durum, hızlı şarj için gelecekteki talebi planlamanın kritik önemini ortaya koymuştur (Nicholas ve Hall, 2018). Anahtar faktörler arasında hızlı şarj altyapısı ile bağlantılı elektrikli araç satışları ve diğer şarj altyapı türlerinin mevcudiyeti ve konumu yer almaktadır. Elektrikli araç pazarı büyüdükçe, hızlı

şarj noktalarının sayısı da hızla artabilir. Farklı şarj seçenekleri mevcuttur. Bazı araç sahipleri evlerine yakın hızlı şarj noktalarını kullanma eğilimindeyken, diğerleri restoranların, süpermarketlerin vb. karşısındaki şarj cihazlarını, özellikle de fiyatı evde şarj etmeye kıyasla makul ise, daha uygun bulmaktadır. Tersine, kamusal alanlarda şarj istasyonlarının sayısı azsa, hızlı şarj istasyonlarına olan ihtiyaç daha fazla olabilir. Pazar geliştikçe, farklı şarj türlerinin birbirini tamamlayacağı akılda tutulmalıdır. Sayıları arttıkça, farklı kullanım modelleri ortaya çıkması muhtemeldir. Özel elektrikli araç sahipleri için, hızlı şarj istasyonları, ortalama ziyaret sürelerinin kısa ve fiyatlarının rekabetçi olduğu ticari alanlarda bulunuyorsa, çoğunlukla makul kabul edilecektir (Shura, 2019: 32). Şarj istasyonlarının yaygın olarak benimsenmesini kolaylaştırmak için kamu-özel sektör ortaklıkları teşvik edilmelidir. Karbon ayak izini azaltmak için, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla entegre şarj sistemleri geliştirilmelidir (Güler ve Aksoy, 2022).

Özellikle enerji piyasası aktörlerinin entegrasyonu bağlamında önemli bir düzenleme konusu, elektrikli araç şarj altyapısının inşasından kimin sorumlu olacağı ve bunun maliyetinin ne olacağıdır. Şu anda, roller ve sorumluluklar ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Örneğin Çin'de, elektrik sistemi devlete aittir ve devlet tarafından işletilmektedir ve operatörlere kentsel alanlarda şarj hizmetleri sunma lisansı verilmektedir. Avrupa Birliği'nin yakın zamanda yenilediği elektrik piyasası tasarım düzenlemeleri, dağıtım şebekesi operatörlerinin, şebekede hissesi olan ve faturalandırma hizmeti sunabilen üçüncü taraflar olmadıkça şarj noktalarını sahip olamayacaklarını veya işletemeyeceklerini belirtmektedir (Avrupa Birliği Konseyi, 2017).

Altyapı düzenlemelerinde de yenilikçi çözümler gereklidir. Mevzuat, sadece şarj istasyonlarının sayısının artırılmasını değil, aynı zamanda bunların yenilenebilir enerji kaynaklarıyla entegrasyonunu da gerektirmelidir. Örneğin, güneş panelleriyle desteklenen akıllı şarj istasyonlarını standartlaştıran mevzuat, enerji maliyetlerini azaltırken karbon nötr ulaşım hedeflerini de destekleyecektir (Kaya ve Öztürk, 20). Ancak, 'araçtan şebekeye' (V2G) teknolojisini kentsel planlamaya entegre eden bir yasal çerçeve oluşturulması, elektrikli araçların hem ulaşım aracı hem de mobil enerji depolama birimi olarak hizmet vermesini sağlayacaktır (Gülbüz, 2022).

4. SONUÇ

Elektrikli araçların artan popülaritesi Türkiye'ye hem fırsatlar hem de riskler sunmaktadır. Mevcut mevzuat yetersizdir ve güvenlik, yatırım, çevresel sürdürülebilirlik ve kullanıcı

memnuniyeti açısından uzun vadeli sorunlara yol açabilir. Bu nedenle, teknoloji, teşvikler ve altyapı odaklı yenilikçi ve kapsamlı bir yasal çerçeve geliştirilmesi zorunludur.

Türkiye'de elektrikli araçlarla ilgili yasal düzenlemelerin eksikliği hem teknik düzenlemeler hem de ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik açısından ciddi sorunlara yol açmaktadır. Mevcut parçalı düzenleyici yapı hem tüketici güvenliği hem de pazar istikrarı açısından riskler oluşturmaktadır. Bu eksiklikler giderilmezse, elektrikli araçların benimsenmesi daha yavaş olacak ve Türkiye'nin küresel dönüşümde geride kalma riski artacaktır.

Emisyon Bazlı Vergilendirme Modeli, Türkiye'nin çevresel ve ekonomik hedefleriyle uyumlu, uzun vadeli ve sürdürülebilir bir politika aracıdır. Modelin uygulanması, yüksek emisyonlu araçların maliyetini artırarak ve düşük emisyonlu ve elektrikli araçları daha erişilebilir hale getirerek çevresel dışsallıkların fiyatlandırılmasını sağlar. Bu, tüketiciler arasında çevre dostu araçlara geçişi hızlandırır, otomotiv sektöründe teknolojik dönüşümü teşvik eder ve ulusal karbon azaltım hedeflerine ulaşılmasını daha mümkün kılar. Ayrıca, vergilendirmenin doğrudan emisyon performansına bağlanması, üreticileri daha düşük karbonlu teknolojiler geliştirmeye teşvik ederek rekabet güçlerini artırır.

Genel olarak, Emisyon Bazlı Vergilendirme Modeli, ekonomik kalkınmayı destekleyen çevre dostu bir ulaştırma politikasıdır. Enerji verimliliğini artırma, yerli üretimi güçlendirme ve ithal fosil yakıtlara bağımlılığı azaltma potansiyeline sahiptir. Ayrıca, otomotiv sektöründe yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesini hızlandırabilir. Bu modelin Türkiye'de uygulanması, küresel iklim politikalarıyla uyum sağlayarak uluslararası rekabet gücünü artıracak ve tüketicilere adil, çevreye duyarlı fiyatlandırma sunarak sürdürülebilir bir ulaştırma ekosistemine geçişi hızlandıracaktır. Bu yönleriyle Emisyon Bazlı Vergilendirme Modeli, Türkiye'nin 2053 Net Sıfır hedefleri doğrultusunda stratejik bir politika tercihi niteliği taşımaktadır.

Özel Tüketim Vergisi'nin (ÖTV) aşamalı olarak indirilmesi, yerli araçların üretimini ve tüketimini teşvik edebilecek doğrudan bir ekonomik teşvik sağlar ve böylece Türkiye'nin otomotiv sektöründeki rekabet gücünü artırır. Vergi yükünün azaltılması, özellikle elektrikli araçların satın alma maliyetini düşürerek iç pazarı genişletecektir. Bu, yerli üreticilerin ölçek ekonomisine erişimini kolaylaştıracaktır. Bu, üretim maliyetlerini düşürecek ve tedarik zincirinin yerelleşmesini hızlandıracak, pil teknolojileri, yazılım ve elektronik bileşen üretimi gibi alanlarda yeni yatırım fırsatları yaratacaktır. Sonuç olarak, Özel Tüketim Vergisi'nin (ÖTV) aşamalı olarak indirilmesi hem sanayi politikası hem de sürdürülebilir ulaşım hedefleri açısından Türkiye için stratejik bir politika aracıdır. Bu modelin uygulanması, yerli üreticilerin dış pazarlardaki rekabet gücünü artıracak ve iç pazarda elektrikli araçlara geçişi

hızlandıracaktır. Ayrıca, daha düşük tüketici maliyetleri şarj altyapısına yatırımları tetikleyecek ve ekosistemin bütünsel olarak gelişmesini sağlayacaktır. Bu nedenle, SCT'nin kademeli olarak azaltılması, Türkiye'nin 2053 net sıfır hedeflerine uygun dönüşümünü desteklemek, ülkenin teknolojik bağımsızlığını güçlendirmek ve otomotiv sektöründe sürdürülebilir büyümeyi teşvik etmek için hayati bir politika olacaktır.

Vergi politikalarında geleneksel teşvik modellerinin ötesine geçmek ve dinamik, performansa dayalı düzenlemeler geliştirmek, Türkiye'nin sürdürülebilir ulaşım dönüşümünü hızlandıracak kritik bir adımdır. Vergi oranlarını araç emisyon performansı, yerli üretim katkısı, enerji verimliliği ve teknolojik inovasyon düzeyi gibi ölçülebilir kriterlere bağlamak, üreticileri inovasyona teşvik edecek ve tüketicilere daha adil bir maliyet yapısı sağlayacaktır. Bu yaklaşım, yüksek emisyonlu araçların çevresel etkisini doğru bir şekilde fiyatlandırırken, çevre dostu teknolojileri tercih edenleri ödüllendirecek ve pazarı sürdürülebilir seçeneklere yönlendirecektir. Performansa dayalı vergi politikaları, bu nedenle Türkiye'nin 2030 ve 2053 iklim hedeflerine uyumunu güçlendirmek, otomotiv sektöründe rekabet gücünü artırmak, yatırımı teşvik etmek ve tüketici davranışını dönüştürmek için son derece etkili bir araç olarak ortaya çıkmaktadır.

Türkiye'nin elektrikli araç ekosistemini ölçeklendirmek için temel bir gereklilik, şarj istasyonlarının yaygın olarak kurulmasında kamu-özel sektör ortaklıklarını teşvik etmektir. Kamu sektörü planlama ve altyapı izin süreçlerini hızlandırabilirken, özel sektör yatırım kapasitesi, teknolojik geliştirme yetenekleri ve operasyonel verimliliği ile bu süreçleri destekleyebilir. Bu, şarj istasyonu yatırımlarının büyük şehirler ve kırsal alanlara eşit olarak yayılmasını sağlayacaktır. Kamu-özel sektör ortaklığı modeli, maliyet paylaşımı ve risk azaltımını mümkün kılarak altyapının ulusal bir ağa hızla dönüştürülmesini kolaylaştırır. Sonuç olarak, bu yaklaşım elektrikli araçların kullanımını artırarak Türkiye'nin sürdürülebilir bir ulaşım sistemine geçişini hızlandıracak, böylece karbon emisyonlarını azaltacak ve enerji arz güvenliğini güçlendirecektir.

Dijitalleşmeye odaklanan düzenleme önerileri de inovasyonun kritik bir alanı olarak öne çıkmaktadır. Elektrikli araç ekosistemiyle ilgili tüm verilerin blok zinciri tabanlı bir sistemde depolanması, şeffaflık ve güvenlik açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Böylece, kullanıcı davranışı, şarj istasyonu performansı ve pil ömrü gibi veriler güvenilir bir şekilde kaydedilebilir ve kamu politikalarının verilere dayalı olarak şekillendirilmesine olanak tanınır (Zhang ve ark., 2021). Türkiye'de bu tür dijital tabanlı yasal düzenlemelerin uygulanması, sadece elektrikli araçlar için değil, genel olarak akıllı şehir politikaları için de öncü bir rol oynayabilir.

KAYNAKÇA

- Bloomberg NEF. (2018). Cumulative Global EV Sales Hit 4 Million. <https://about.bnef.com/blog/cumulative-global-ev-sales-hit-4-million/>
- Council of the European Union. (2017). Proposal for a directive of the European Parliament and of the Council on common rules for an internal market in electricity (recast). (No. 10691/17).
- Çelik H. (2021). Elektrikli araçlar ve Türkiye’de mevzuat eksiklikleri. Ulaştırma ve Enerji Politikaları Dergisi, 5(2), 45–62.
- Demir A, Yıldız F. (2023). Türkiye’de elektrikli araçlarda batarya yönetimi ve ikinci ömür kullanımı. Enerji Politikaları Dergisi, 6(1), 77–95.
- Elektrik Mühendisliği. (2016). Mevzuatta Elektrikli Araçlar, Eylül 2016, Sayı:458
- Erdem T. (2022). Türkiye’de elektrikli araçların yasal düzenleme boyutu. Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 71(3), 601–623.
- European Commission. (2020). Directive on Batteries and Waste Batteries. Brussels: EU Publications.
- European Commission. (2022). Proposal for a Regulation concerning batteries and waste batteries. Brussels: EU Publications.
- Gemicioğlu Hukuk Bürosu. (2020). Elektrikli Araçlar İle İlgilileergisel Düzenlemeler, <https://gemicioglu.av.tr/elektrikli-araclar-ile-ilgili-vergisel-duzenlemeler/>
- Güler F, Aksoy B. (2022). Elektrikli araçların şarj altyapısı ve yenilenebilir enerji entegrasyonu. Enerji ve Çevre Araştırmaları Dergisi, 14(1), 23–38.
- Gülbüz S. (2022). Elektrikli araçlar ve araçtan şebekeye teknoloji: Türkiye için bir değerlendirme. Elektrik-Elektronik ve Enerji Araştırmaları Dergisi, 4(2), 145–162.
- IRENA. (2018). Global energy transformation. A roadmap to 2050. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- IEA (International Energy Agency). (2023). Global EV Outlook 2023. Paris: IEA Publications
- Kaya, H., & Öztürk, M. (2021). Yenilenebilir enerji destekli şarj istasyonları: Türkiye için bir yol haritası. Enerji ve Çevre Bilimleri Dergisi, 12(3), 201–220.
- Nicholas M, Hall D. (2018). Lessons learned on early electric vehicle fast-charging deployments. ICCT.
- Saygin D, Ercumen Y, De Groote M, Bean F. (2019). Enhancing Turkey’s policy framework for energy efficiency of buildings, and recommendations for the way forward based on international experiences.
- SHURA. (2019). Energy pricing and non-market flows in Turkey’s energy sector. SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi, chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.shura.org.tr/wp-content/uploads/2020/10/Turkiye-ulasirma-sektorunun-donusumu-Elektrikli-araclarin-Turkiye-dagitim-sebekesine-etkileri.pdf>
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu). (2024). Motorlu Kara Taşıtları İstatistikleri 2023. Ankara: TÜİK Yayınları.
- U.S. Department of Energy’s Office. (2019). Median All-Electric Vehicle Range Grew from 73 Miles in Model Year 2011 to 125 Miles in Model Year 2018. <https://www.energy.gov/eere/vehicles/articles/fotw-1064-january-14-2019-median-all-electric-vehicle-range-grew-73-miles#targetText=FOTW%20%231064%2C%20January%2014%2C,Miles%20in%20Model%20Year%202018>.
- Zhang Y, Li J, Xu Z. (2021). Blockchain-based data management for electric vehicles in smart cities. Energy Reports, 7, 5012–5024.

TÜRKİYE'DE ORMAN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ: KESİM-DİKİM DENGESİ ÜZERİNE BİR ANALİZ

Öğr. Gör. Abdurrahman OLGUN

Gümüşhane Üniversitesi / Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, 29810 Kürtün, Gümüşhane

ORCID: 0000-0001-9901-2703

Öğr. Gör. Uğur MAZLUM

Gümüşhane Üniversitesi, Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, 29810 Kürtün, Gümüşhane

ORCID: 0000-0003-4916-5992

ÖZET

Tarım ve Orman Bakanlığı, sürdürülebilir orman yönetimini “ormanların çok işlevli değerlerinin ve işlevlerinin korunması ve geliştirilmesi yoluyla ormanların korunması ve kullanılması” olarak tanımlamaktadır. Türkiye'nin orman kaynakları, son yıllarda artan ağaçlandırma çabaları sayesinde niceliksel olarak güçlenmiştir. 2020 ile 2024 yılları arasında yaklaşık 2 milyar fidan dikilmiştir, bu da kesilen her ağaç için ortalama 14-16 fidan dikildiği anlamına gelmektedir. Fidan hayatta kalma oranı: Literatürde, dikilen fidanların hayatta kalma oranının %55 ile %65 arasında olduğu belirtilmektedir. Bu, dikilen her fidanın uzun vadede orman ekosistemine katkıda bulunmayacağı anlamına gelmektedir. Bu nedenle, sürdürülebilir orman yönetimi politikaları sadece dikim faaliyetlerini değil, aynı zamanda fide bakım süreçlerini, sulamayı, toprak kalitesini ve iklim koşullarını da dikkate almalıdır.

Son yıllarda Türkiye'de yoğun ağaçlandırma çalışmaları sayesinde orman kaynakları miktar olarak önemli ölçüde artmıştır. Türkiye'nin orman ekosistemlerini koruma çabaları, sürdürülebilirlik açısından olumlu bir ilerleme göstermektedir. Ancak, fidelerin hayatta kalma oranı, ağaçlandırma çalışmalarının başarısının kritik bir göstergesidir. Bu çalışma, kesim ve dikim arasındaki dengeyi inceleyerek Türkiye'nin ormanlarının sürdürülebilirliğini analiz etmekte ve politika önerileri sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Sürdürülebilirlik, Ekonomik Kalkınma, Biyolojik Çeşitlilik

FOREST SUSTAINABILITY IN TURKEY: AN ANALYSIS OF THE LOGGING- PLANTING BALANCE

ABSTRACT

Ministry of Agriculture and Forestry defines sustainable forest management as “the conservation and utilization of forests through the preservation and enhancement of their multifunctional values and functions.” In recent years, Turkey’s forest resources have been quantitatively strengthened due to intensified afforestation efforts. Between 2020 and 2024, approximately 2 billion saplings were planted, corresponding to an average of 14–16 saplings for every tree harvested.

Sapling survival rate: The literature indicates that the survival rate of planted saplings ranges between 55% and 65%. This implies that not every sapling contributes to the forest ecosystem in the long term. Consequently, sustainable forest management policies must encompass not only planting activities but also post-planting care processes, including irrigation, soil quality management, and adaptation to climatic conditions.

Thanks to intensive afforestation initiatives, Turkey's forest resources have significantly increased in quantity in recent years. The country's efforts to protect forest ecosystems demonstrate positive progress in terms of sustainability. However, the survival rate of saplings remains a critical indicator of the success of afforestation programs.

This study analyzes the balance between logging and planting in Turkey, evaluates the sustainability of forest resources, and offers policy recommendations to strengthen long-term forest management strategies.

Keywords: Sustainability, Economic Development, Biodiversity

1. GİRİŞ

Genel olarak, sürdürülebilir orman yönetimi, orman kaynaklarının korunması gerektiği konusunda toplum tarafından tanımlanan bir kavramdır. Sürdürülebilirliği nicelendirmek, mevcut durumu ve değişiklikleri ölçmek ve raporlamak için kriterler ve göstergeler kullanılır. Günümüzde, orman kaynakları yöneticileri, sürdürülebilirlikle ilgili hedef ve amaçlara ulaştıklarını ve sürdürülebilirlik yolunda ilerleme kaydettiklerini açıkça göstermek için artan sosyal ve siyasi baskı altındadır. Sonuç olarak, orman ekosistemlerinin ve diğer doğal kaynakların sürdürülebilirliğini ölçmek son yıllarda giderek daha önemli hale gelmiştir (Durusoy, 2012: 41). Orman ekosistemleri, iklim düzenleme, karbon tutma, biyolojik çeşitlilik ve su kaynaklarının korunması gibi temel hizmetler sağlar. Türkiye, nüfus artışı ve ekonomik faaliyetler nedeniyle orman kaynakları üzerinde ciddi bir baskı altındadır. Ancak, 21. yüzyılda uygulanan ağaçlandırma politikaları orman kaynaklarını güçlendirmeyi amaçlamaktadır (OGM, 2023). Bununla birlikte, sürdürülebilirlik sadece dikilen fide sayısına indirgenemez; ekolojik çeşitlilik, fide hayatta kalma oranları ve insan kaynaklı baskılar da dikkate alınmalıdır (Çolak & Rotherham, 2006). Ormanlar hem ekosistem hizmetleri hem de biyolojik çeşitlilik açısından vazgeçilmez bir doğal varlıktır. 21. yüzyılda Türkiye, orman örtüsünü artırmak amacıyla yoğun ağaçlandırma faaliyetleri yürütmektedir. Ancak sürdürülebilirlik, sadece dikilen fide sayısı değil, fidelerin hayatta kalma oranı, ekosistem çeşitliliği ve insan kaynaklı

baskılar da dikkate alınarak değerlendirilmelidir (OGM, 2023). Bu nedenle, sürdürülebilir orman yönetimi kavramı çok önemlidir. (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024:3):

- **Biyolojik çeşitlilik ve genetik kaynakların korunması:** Ormanlar, dünyadaki biyolojik çeşitliliğin önemli bir parçasıdır. Sürdürülebilir orman yönetimi, habitatların korunmasını ve farklı türlerin hayatta kalmasını sağlayarak bu çeşitliliğin korunmasına yardımcı olur.
- **İklim Değişikliğiyle Mücadele:** Ormanlar, atmosferdeki karbonu emerek ve depolayarak iklim değişikliğiyle mücadelede hayati bir rol oynar. Sürdürülebilir orman yönetimi, ormanların karbon depolama kapasitesini artırarak atmosferdeki sera gazı birikimini azaltır.
- **Su ve Toprak Koruması:** Ormanlar su kaynaklarını korur ve toprak erozyonunu önler. Sürdürülebilir orman yönetimi, su döngüsünün sağlıklı bir şekilde devam etmesini sağlayarak suyun temizliğini ve bolluğunu korur.
- **Ekonomik ve Sosyal Faydalar:** Ormanlar birçok topluluğa ekonomik ve sosyal fırsatlar sunar. Sürdürülebilir orman yönetimi, orman kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını sağlar ve böylece yerel ekonomilerin ve toplulukların gelişimine katkıda bulunur.
- **Hava Kalitesinin İyileştirilmesi:** Ormanlar, atmosferdeki kirlenici maddeleri filtreleyerek hava kalitesini iyileştirir. Sürdürülebilir orman yönetimi, bu temizleme işlevini korumaya ve hava kirliliğini azaltmaya yardımcı olur.
- **Gelecek Nesillere Kalıcı Bir Miras Bırakma:** Sürdürülebilir orman yönetiminin amacı, orman kaynaklarını gelecek nesillere sağlıklı bir şekilde aktarmak ve onların sürdürülebilir bir yaşam ortamına sahip olmalarını sağlamaktır. Bu, doğal kaynakların uzun vadeli korunmasını sağlar ve insanların doğa ile bir arada yaşamasına olanak tanır. Bu nedenle, sürdürülebilir orman yönetimi hem doğanın hem de insanlığın uzun vadeli refahı için hayati önem taşır.

Sürdürülebilir orman yönetimi, orman ekosistemlerini bütünsel olarak korumayı ve gelecek nesillere sağlıklı bir şekilde aktarmayı amaçlayan stratejik bir yaklaşımdır. Bu nedenle, biyolojik çeşitliliği ve genetik kaynakları korumak, ekosistemlerin doğal dengesini sürdürmek ve türlerin uzun vadeli güvenliğini sağlamak için çok önemlidir. Ayrıca, ormanların sürdürülebilir kullanımı, orman ürünleri ve ekosistem hizmetleri yoluyla ekonomik faydalar sağlarken, kırsal alanlarda istihdam yaratarak sosyal kalkınmayı destekler. Hava kalitesinin iyileştirilmesi, su döngüsünün düzenlenmesi ve doğal afet riskinin azaltılması, ormanların halk

sağlığı ve yaşam kalitesi için vazgeçilmez olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, sürdürülebilir orman yönetimi, yalnızca günümüzün ihtiyaçlarını karşılamakla kalmayıp, gelecek nesillere kalıcı bir çevresel ve ekonomik miras bırakmak için de temel öneme sahip bir yaklaşımdır.

2. TÜRKİYE'DE KESİM VE DİKİM DENGESİ

En iyi niyetle yapılırsa bile, gelişigüzel ağaç dikimi orman yönetimi kadar önemli değildir. Uzmanlar yönetim, muhakeme ve bilginin önemini vurgulamaktadır. Ağaçlar, CO₂'yi yakalayıp küresel ısınmayı yavaşlatmaya yardımcı olur. Ayrıca terleme yoluyla su döngüsüne katkıda bulunurlar. Yağmurları yönlendirerek toprağın gözenekliliğini ve yapısını iyileştirirler. Ayrıca ince üst toprağı erozyondan korurlar. Biyoçeşitlilik için bir fidanlık görevi de görürler. Bu kadar çok faydası olduğu düşünülürse, her ormanın sihirli olduğu ve ne kadar çok ağaç olursa o kadar iyi olduğu sonucuna varmak cazip gelir. Ancak, karmaşık orman habitatlarında, bir ortamda faydalı olan şey başka bir ortamda ters etki yaratabilir. Örneğin Amazon'da ve aşırı ağaç kesimi nedeniyle çıplak kalan Asya ve Afrika'nın bazı bölgelerinde, bir ağacı kesmek sürdürülebilirliğe karşı bir suç olarak görülebilir. Öte yandan, Etiyopya ve Hindistan gibi diğer ülkeler, 24 saat içinde çok sayıda ağaç dikerek dünya rekorları kırmaktadır. İspanya gibi yeniden ağaçlandırmaya odaklanan ve plansız ormanların genişlediği Avrupa'da, ormancılar gibi uzmanlar, gelişigüzel dikimden ziyade yargı ve bilgiye dayalı yönetimi önceliklendiriyor. Önemli olan, İspanya'da veya Hindistan'da olsun, ağaç dikiminin sağduyu ve uzun vadeli bir vizyonla gerçekleştirilmesidir (Zurdo, 2023).

Bir gösterge, ağaçlandırma alanlarının büyüklüğünü, kullanılan türlerin dağılımını ve zaman içindeki değişiklikleri izlemek için kullanılabilir. Yasal olarak ormanlardan hariç tutulan alanlar için, bu alanları mevzuata uygun olarak belirlemek ve zaman içindeki değişiklikleri izlemek amacıyla bir gösterge geliştirilmiştir. Benzer şekilde, yeni edinilen orman alanları için gösterge, yasal olarak orman olarak sınıflandırılmayan, ancak mevzuat kapsamında orman alanlarına dahil edilen alanları belirlemek ve zaman içindeki değişiklikleri izlemek amacıyla geliştirilmiştir. Odun dışı orman ürünleri (ODÖP) üretimi için ayrılan alanlar için gösterge, ODÖP üretiminin yapıldığı alanları belirlemek ve zaman içindeki değişiklikleri izlemek amacıyla önerilmiştir. Bu gösterge, Türkiye'nin ODÖP'ler açısından potansiyeli ve bu alanda envanter ve planlama eksikliği göz önüne alındığında özellikle önemlidir (Akyol ve Tolunay, 2014: 24). Orman Genel Müdürlüğü verilerine göre, 2020 ile 2024 yılları arasında Türkiye'de:

Kesim miktarı: Yıllık ortalama 32 milyon m³ odun üretimi,

Dikim miktarı: Yıllık ortalama 460–500 milyon fidan dikimi gerçekleştirilmiştir (OGM, 2024).

Bu veriler, kesilen her ağaç için ortalama 14-16 fidan dikildiğini göstermektedir. Ancak literatüre göre, bu fidanların sadece %55-65'i ağaç haline gelebilir (Çolak & Rotherham, 2006; Yılmaz, 2018). Bunu dikkate alarak, dikilen 500 milyon fidanın yaklaşık 300 milyonunun nihayetinde orman stokuna ekleneceği tahmin edilmektedir.

3. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR

“Sürdürülebilirlik” terimi, süreklilik kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Ancak bu kapasite, dış kaynaklara bağımlılığı da ima etmektedir, yani elverişli koşullara rağmen dış kaynaklardan müdahaleye ihtiyaç duyulmaktadır. Bilimsel çalışmalarda ve uluslararası düzeyde sürdürülebilirlik, doğal kaynakların kullanımı, hava kirliliği, çevre, ekonomi ve kalkınma gibi kavramlarla ilişkili olarak kullanılmaktadır (Urungu, 2010). İnsanlık tarihi boyunca, insan faaliyetleri kirlilik, biyolojik çeşitliliğin kaybı, çölleşme, ormansızlaşma, erozyon, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi olumsuz çevresel zararlar yaratmıştır (Öztunç, 2006). Bu çevresel zararlar, artık insanlığın ihtiyaç duyduğu doğal kaynakların varlığını ve gelecek nesillerin yararlanacağı faydalarını tehdit eden bir düzeye ulaşmıştır. Bu bağlamda, sürdürülebilirliğin ancak doğal kaynakların kendilerini yenileyebilecekleri bir oranda kullanılmasıyla sağlanabileceği söylenebilir (Birleşmiş Milletler, 2015).

Genel olarak, sürdürülebilir orman yönetimi, ormanların hangi yönlerinin, bileşenlerinin ve işlevlerinin korunacağı ve hangilerinin uzun vadede kullanılacağı konusunda toplum tarafından tanımlanan bir kavramdır. Günümüzde, geçmişte daha az önemli olan ormanların ekolojik ve sosyal işlevleri önem kazanmıştır (Durusoy, 2012: 41). Türkiye’de orman varlığının niceliksel artışı umut verici olmakla birlikte, aşağıdaki riskler sürdürülebilirliği sınırlamaktadır:

Doğal tehditler: Yangınlar, kuraklık ve zararlılar (OGM, 2022).

İnsan baskısı: Kaçak kesimler, madencilik faaliyetleri ve tarım alanı açma (Kaya, 2020).

Fidan yaşama oranı: %40’a kadar düşebilen kayıplar, dikim politikalarının etkinliğini azaltabilmektedir.

Bununla birlikte, ekosistem temelli orman yönetimi ve yerli türlerin dikilmesi, fidelerin hayatta kalma oranını %70-80’e çıkarabilir (Durkaya ve ark., 2019).

Türkiye’de orman örtüsünün artması olumlu bir gelişme olmakla birlikte, doğal tehditler, insan kaynaklı baskılar ve fide hayatta kalma oranlarıyla ilgili sorunlar sürdürülebilirliği sınırlamaktadır. İklim değişikliğinin neden olduğu kuraklık, orman yangınları ve zararlı böcek popülasyonlarındaki artış gibi doğal tehditler, genç ve olgun ormanların sağlığını doğrudan etkilemektedir. Yasadışı ağaç kesimi, plansız inşaat, otlatma baskısı ve aşırı rekreasyonel kullanım gibi insan kaynaklı baskılar da orman ekosistemlerinin bütünlüğünü bozar ve doğal

yenilenme kapasitelerini zayıflatır. Ağaçlandırma çabalarıyla dikilen fidanların düşük hayatta kalma oranı, ekonomik kayıplara yol açar ve ormanların uzun vadeli sürdürülebilirliğini sağlama hedefini zayıflatır. Bu nedenle, sadece niceliksel artışlar peşinde koşmak yerine, ormanların kalitesini iyileştirmeye ve tehditleri bütüncül bir yaklaşımla yönetmeye odaklanmak çok önemlidir.

4. SONUÇ VE POLİTİKA ÖNERİLERİ

Ekonomik sistemin kalkınma modelleri, orman kaynaklarını yavaş yavaş tahrip etmiş ve sınırlarını daraltmıştır. Bu duruma tepki olarak insanlık, kullanılan ekonomik kalkınma modellerini sorgulamış ve yenilerini geliştirmeye çalışmıştır. Bu süreçte ortaya çıkan sürdürülebilir kalkınma modeli, yenilenebilir doğal kaynakların kullanımının önemini vurgulayarak, çevreye zarar vermeyen kalkınmayı teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Orman kaynakları, bunların en önemlileri arasındadır. Bu gerçeğe dayanarak, 1990'ların başından itibaren insanlık, sürdürülebilir kalkınmanın yolunun sürdürülebilir ormancılıkta yattığını belirterek, sürdürülebilir ormancılık (SOY) kavramını küresel gündemin ön saflarına yerleştirmiştir. OGM'nin 2010 yılında çalışmalarına başlamasından bu yana on yıl geçti. Bu dönemi inceleyen araştırmalar, OGM tarafından başlangıçta hazırlanan SOY kriterleri ve göstergeleri ile mevcut kriterler ve göstergeler arasında önemli farklılıklar olduğunu ortaya koydu (Akyol ve Tolunay, 2014: 30).

Türkiye'nin kesim-dikim dengesi, sayısal açıdan sürdürülebilir orman yönetimi hedefini desteklemektedir. Ancak, uzun vadeli sürdürülebilirlik için şunlar gereklidir:

- Fidanların bakım süreçlerinin iyileştirilmesi,
- Ekosistem odaklı ve yerli türlere dayalı ağaçlandırma yapılması,
- Yangın ve kaçak kesimlerin etkin şekilde denetlenmesi,
- Orman köylülerinin katılımıyla toplumsal sahiplenmenin artırılması gerekmektedir.

Bu koşullar sağlanırsa, dikilen fidelerin daha büyük bir kısmı ağaçlara dönüşecek ve ağaç kesiminden kaynaklanan kayıpları telafi edecektir. Bu da Türkiye'nin orman kaynaklarının hem miktar hem de kalitesinde artışa yol açabilir.

Sayısal olarak bakıldığında, Türkiye'nin ağaç kesimi-dikim oranı sürdürülebilir orman yönetimi hedefiyle uyumlu görünmektedir. Ancak, sürdürülebilirlik sadece sayısal dengeyle sağlanamaz. Bu aşamada, genç ormanların gelişimini sağlamak için bakım süreçlerinin güçlendirilmesi kritik öneme sahiptir. Dikimden sonra sulama, yabancı ot temizleme, toprak zenginleştirme ve zararlılara karşı koruma gibi yetersiz bakım faaliyetleri, dikilen alanların önemli bir kısmının geri dönüşü olmayan bir şekilde kaybedilmesine neden olabilir. Bu nedenle, fide hayatta kalma

oranlarını artırmayı amaçlayan bilimsel, ekolojik temelli uygulamaların yaygın olarak benimsenmesi, ülkenin orman kaynaklarını güçlendirmek için temel öneme sahiptir.

Öte yandan, uzun vadeli sürdürülebilirliği amaçlayan ağaçlandırma çalışmaları, ekosistem odaklı bir yaklaşımla yürütülmelidir. Bu, bölgenin doğal tür bileşimine uygun bir restorasyon yaklaşımı benimsemek, yerli türlere odaklanmak ve habitatın taşıma kapasitesine göre planlama yapmak anlamına gelir. Yangınların ve yasadışı ağaç kesiminin etkili bir şekilde kontrol edilmesi de ormanların bütünlüğünü korumak için hayati önem taşır. Orman köylülerini ve yerel toplulukları bu süreçlere dahil etmek, sosyal sahiplenmeyi artıracak ve koruma faaliyetlerinin yerel düzeyde daha etkili bir şekilde uygulanmasını sağlayacaktır. Bu bütüncül yaklaşım, Türkiye'nin ormanlarını hem şimdiki hem de gelecek nesiller için koruyacak şekilde yönetmek için gereklidir.

Türkiye, ağaç kesimi ve dikim arasında olumlu bir denge sağlamıştır. Ancak, sürdürülebilirliği sağlamak için niteliksel faktörler çok önemlidir. Özellikle, dikilen fidelerin bakım süreçleri iyileştirilmeli, yerli türler kullanılmalı ve ekosistem temelli orman yönetimi uygulamaları teşvik edilmelidir. Ayrıca, orman köylülerinin ağaçlandırma faaliyetlerine dahil edilmesi, toplumsal sahiplenmeyi artıracak ve uzun vadeli başarı oranını yükseltecektir.

KAYNAKÇA

- Akyol A, Tolunay A. (2014). Sürdürülebilir orman yönetimi ölçüt ve göstergelerinin Türkiye için modellenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi.
- Çolak AH, Rotherham ID. (2006). A review of the forest vegetation of Turkey: its status past and present and its future conservation. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 106B (3), 343–354.
- Durkaya A, Atay S, Genç M. (2019). Ağaçlandırma çalışmalarında başarıyı etkileyen faktörler. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21(1), 45–58.
- Durusoy İ. (2012). Türkiye Ormancılığı İçin Sürdürülebilir Orman Yönetimi Ölçütlerinin Belirlenmesi, *Ormancılık Dergisi*.
- Kaya Z. (2020). Türkiye’de ormanların korunması ve yönetiminde karşılaşılan sorunlar. *Orman ve Av Dergisi*, 13(2), 67–78.
- OGM (Orman Genel Müdürlüğü). (2022). Orman Yangınları Raporu 2022. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- OGM (Orman Genel Müdürlüğü). (2023). Türkiye Orman Varlığı 2023. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- OGM (Orman Genel Müdürlüğü). (2024). Ağaçlandırma ve Fidan Dikim İstatistikleri. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- Öztunç Ö. (2006). Uluslararası Çevre Politikalarında Birleşmiş Milletlerin Rolü, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Ankara.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü. (2024). Sürdürülebilir Orman Yönetimi, Ankara, chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://webdosya.csb.gov.tr/db/cem/icerikler/ogm_surduruleb-l-r-ormanc-l-k-20240924150835.pdf
- United Nations, (2015). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Transmitted to the General Assembly as an Annex to document A/42/427. <http://www.un-documents.net/ocf-ov.htm>



- Urungu A. (2010). Sürdürülebilir Kalkınma: Uygulamalı Antropolojinin Eylem Alanı. Antropoloji Dergisi, Sayı: 24, s: 133-164, Ankara.
- Yılmaz E. (2018). Ağaçlandırma çalışmalarında fidanların tutma oranlarının değerlendirilmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 6(2), 101–112.
- Zurdo, P.J. (2023). Orman Yönetimi ve Gelişigüzel Dikim, Coverage, insan doğa tenoloji, <https://www.cover-age.com/doga/orman-yonetimi-ve-gelisiguzel-dikim/>

BİR KALENİN GÖLGESİNDE, BİR NİNNİNİN İZİNDE: YARATICI EDEBİYAT KENTİ PERSPEKTİFİ İLE DİYARBAKIR ÜZERİNE BİR İNCELEME

Özlem ÖRÇEN⁸

Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İletişim Bilimleri Doktora Programı 6800
Çankaya, Ankara

ORCID ID: 0000-0002-2589-7681

ÖZET

Bu çalışmada bir yaratıcı endüstri olarak edebiyatın sürdürülebilir kalkınma olan ilişkisi “Yaratıcı Edebiyat Kenti” yaklaşımı ekseninde incelenmektedir. Söz konusu yaklaşımın temeli kültürün, kentler için sürdürülebilir kalkınma stratejisi olarak konumlandırılmasına ilişkin tartışmalara dayanmaktadır. Buna göre kentlerin sürdürülebilir kalkınma politikalarında kültür ve yaratıcılığın önemi giderek artmakta, bilgi ve teknoloji ile kültür ve sanat üretimlerini biraraya getiren yaratıcı endüstriler ekonomik büyüme, toplumsal katılım ve sosyal dönüşüm süreçlerinde önemli bir rol üstlenmektedir. Bu bağlamda edebiyat, bir kültürel üretim alanı olmanın ötesine geçerek kentlerin ekonomik ve kültürel potansiyelini güçlendiren stratejik bir sektör olarak dikkat çekmektedir. Dijital yayıncılık, e-kitap ve çevrim içi platformlar ile edebiyatın üretim ve dağıtım süreçleri çeşitlenmekte, yerel yazarlar ve yayınevleri ulusal ve uluslararası ağlarla etkileşim içinde olmaktadır. Bu çerçevede bu araştırma Diyarbakır’ın, edebiyat alanındaki birikimlerini “UNESCO Yaratıcı Edebiyat Kenti” kriterleri ekseninde ele alarak yaratıcı edebiyat kenti olma potansiyelini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Söz konusu kriterler, yaratıcılığı kültürel çeşitlilik ve toplumsal katılım aracına dönüştürerek sürdürülebilir kalkınmayı desteklemeyi amaçlayan ve 2004 yılında kurulan UNESCO Yaratıcı Kentler Ağı (UCCN) tarafından belirlenmiştir. Ağ’ın “Yaratıcı Edebiyat Kenti” alt teması, yazılı kültür, yayıncılık, şiir ve sözlü gelenekler gibi alanlarda özgün birikime sahip kentleri, kriterleri karşılamaları durumunda Ağ’a dahil ederek uluslararası düzeyde tanınmalarını sağlamaktadır. Bu doğrultuda bu çalışmada Diyarbakır’ın edebiyat alanındaki mevcut durumu; sözlü ve yazılı edebiyat mirası, çokdilli kültürel birikimi, yayınevleri, edebiyat festivalleri ve toplumsal girişimler ile yazar toplulukları, edebiyat eğitimi olanakları ve uluslararası işbirlikleri kriterleri üzerinden analiz edilmektedir. Literatür taraması ve kavram analizi kullanılarak nitel yöntemle tasarlanan araştırma kentin güçlü bir sözlü kültür geleneğine, çokdilli edebiyat mirasına ve edebiyat temelli sivil girişimlere sahip olduğunu ortaya koyarken; altyapı, uluslararası görünürlük ve sürdürülebilir kültür politikaları alanlarında geliştirilmesi gereken yönler bulunduğu vurgu yapmaktadır.

⁸ Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İletişim Bilimleri Programı Doktora Öğrencisi

Anahtar kelimeler: Yaratıcı edebiyat kenti, kültür, yaratıcı endüstriler, sürdürülebilir kalkınma, Unesco Yaratıcı Kentler Ağı

IN THE SHADOW OF A FORTRESS, IN THE TRACE OF A LULLABY: AN ANALYSIS OF DIYARBAKIR FROM THE CREATIVE LITERATURE CITY PERSPECTIVE

ABSTRACT

This study examines the relationship between literature as a creative industry and sustainable development within the framework of the “Creative Literature City” approach. This approach is based on the premise that culture can be strategically positioned as a tool for sustainable urban development. In this context, the importance of culture and creativity in cities’ sustainable development policies is increasingly recognized, and creative industries-combining knowledge, technology, and cultural production-play a significant role in economic growth, social participation, and societal transformation. Literature, in this framework, extends beyond being a mere field of cultural production to function as a strategic sector that strengthens the economic and cultural potential of cities. Digital publishing, e-books, and online platforms diversify the production and distribution processes of literature, while local authors and publishing houses engage with national and international networks.

Accordingly, this research aims to assess Diyarbakır’s literary accumulation within the framework of UNESCO Creative Literature City criteria and to evaluate its potential as a creative literature city. These criteria, established by the UNESCO Creative Cities Network (UCCN) founded in 2004, are designed to transform creativity into a tool for cultural diversity, social participation, and sustainable development. The “Creative Literature City” sub-theme incorporates cities with unique achievements in written culture, publishing, poetry, and oral traditions, granting them international recognition if they meet the standards. Within this scope, Diyarbakır’s current literary landscape-including oral and written literary heritage, multilingual cultural accumulation, publishing houses, literary festivals, civic initiatives, author communities, literary education opportunities, and international collaborations-is analyzed. The findings reveal that the city possesses a strong oral culture tradition, multilingual literary heritage, and literature-based civic initiatives, while highlighting areas for improvement in infrastructure, international visibility, and sustainable cultural policy development.

Keywords: Creative literature city, culture, creative industries, sustainable development, UNESCO Creative Cities Network

KARAGÖZ OYUNU BAĞLAMINDA ETNİK MİZAHIN TÜRK HALK KÜLTÜRÜNDEKİ YERİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Yüksek Lisans Öğrencisi Mustafa KILIÇ

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Türk Dili ve Edebiyatı Bölümü, Türk Halkbilimi Anabilim Dalı,
Tokat, Türkiye.

ORCID ID: 0009-0004-3928-9873

ÖZET

Karagöz oyunu, Türk halk tiyatrosunun en özgün ve köklü örneklerinden biri olarak 16. yüzyıldan itibaren Anadolu’da gelişen ve halkın gündelik yaşamına, inanç sistemine, değerlerine ve çok kültürlü yapısına dair önemli ipuçları sunan bir gölge oyunudur. Bu gölge oyunu, yalnızca bireysel kusurları değil, aynı zamanda toplumsal yapıyı ve kültürel çeşitliliği hiciv yoluyla sahneye taşımaktadır. Karagöz oyununda mizahın en belirgin boyutlarından biri etnik mizahdır. Etnik mizah, farklı etnik ve dini gruplara ait kalıplaşmış özelliklerin abartılı biçimde komik bir şekilde sunulmasıyla ortaya çıkmaktadır. Bu mizah türü, Laz, Kürt, Arnavut, Acem, Yahudi, Ermeni ve Arap gibi çeşitli grupların tipler aracılığıyla temsil edilmesiyle toplumsal yapının bir aynası haline gelmektedir.

Söz konusu tipler, halk arasında bilinen belirgin özelliklerin sahneye taşınmasıyla hem güldürü unsuru oluşturmakta hem de kültürel çeşitliliği görünür kılmaktadır. Örneğin Laz karakter hızlı konuşan, esprili ve geç anlayan olarak; Arnavut ise sert mizaçlı olarak sunulmaktadır. Bu tipler doğrudan hakaret veya dışlayıcı bir tutumla değil, daha çok hoşgörü ortamı içinde, ortak yaşamın doğal bir parçası olarak sahneye çıkmaktadır. Böylece seyirci hem eğlenir hem de toplum içindeki önyargılarla yüzleşir. Karagöz oyununda etnik mizah, bireylerin “öteki” olanı tanıma ve kabullenme sürecine katkı sağlarken, aynı zamanda toplumdaki eşitsizlikleri ve çatışmaları mizah yoluyla eleştiren bir işlev üstlenmektedir. Bu yönüyle oyun, ayrımcılık değil; toplumsal bir ayna görevi görmektedir.

Günümüzde etnik mizah daha dikkatli ele alınmakta, mizahın dönüştürücü gücü önyargıları olumlu yönde yeniden şekillendirme potansiyeli taşımaktadır. Karagöz oyunu, kültürel çeşitliliği görünür kılarken aynı zamanda toplumsal barışa hizmet eden bir halk tiyatrosu olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada Karagöz oyununda etnik mizahın işlevi, kültürel çeşitliliğin görünür kılınması ve toplumsal önyargıların mizah yoluyla eleştirilmesi incelenmektedir. Sonuç olarak Karagöz oyunu hem tarihsel hem de güncel bağlamda kültürel hafıza ve toplumsal barış aracı olarak önemini sürdürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Karagöz Hacivat, Etnik Mizah, Tıp, Gölge Oyunu.

ABSTRACT

Karagöz shadow play is one of the most original and deeply rooted examples of Turkish folk theater. It developed in Anatolia from the 16th century onwards and offers important insights into the daily life, belief systems, values, and multicultural structure of the people. This shadow play satirically portrays not only individual flaws but also the social structure and cultural diversity. One of the most prominent aspects of humor in Karagöz is ethnic humor. Ethnic humor emerges through the exaggerated and comical presentation of stereotypical characteristics belonging to different ethnic and religious groups. This type of humor, represented through characters from various groups such as the Laz, Kurds, Albanians, Persians, Jews, Armenians, and Arabs, becomes a mirror of the social structure.

These characters, which bring well-known characteristics to the stage, both create an element of humor and make cultural diversity visible. For example, the Laz character is presented as a fast talker, witty, and slow to understand; while the Albanian is presented as having a harsh temperament. These characters appear on stage not with direct insults or exclusionary attitudes, but rather in an atmosphere of tolerance, as a natural part of communal life. Thus, the audience both enjoys themselves and confronts prejudices within society. In Karagöz plays, ethnic humor contributes to the process of individuals recognizing and accepting the “other,” while also serving to criticize inequalities and conflicts in society through humor. In this respect, the play acts as a social mirror rather than promoting discrimination.

Today, ethnic humor is approached more carefully, as the transformative power of humor has the potential to reshape prejudices in a positive direction. The Karagöz play is regarded as a form of folk theater that highlights cultural diversity while also serving social peace. This study examines the function of ethnic humor in the Karagöz play, the visibility of cultural diversity, and the criticism of social prejudices through humor. In conclusion, the Karagöz play continues to be important as a vehicle for cultural memory and social peace in both historical and contemporary contexts.

Keywords: Karagöz Hacivat, Ethnic Humor, Character, Shadow Play.

IRAK'TA ÇÖLLEŞME VE ULUSLARARASI HUKUKUN ROLÜ

Ruqayah Yaseen ALI
[ALTINBAŞ ÜNİVERSİTESİ], Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Nazım Sinan ODABAŞI

ÖZET

Çölleşme, küresel ölçekte ciddi çevresel bir sorundur ve insan faaliyetleri ile iklim değişikliği nedeniyle hızla artmaktadır. 1994 tarihli Birleşmiş Milletler Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi (UNCCD), çölleşmeyi kurak ve yarı kurak alanlarda toprak bozulması olarak tanımlamış ve uluslararası işbirliğinin önemini vurgulamıştır. Tarihsel örnekler arasında Afrika'daki ciddi çölleşme olayları ve ABD'de yaşanan Dust Bowl felaketi, çölleşmenin etkilerinin ciddiyetini açıkça göstermektedir. Uluslararası çabalar, Stockholm ve Rio konferansları ile UNCCD'nin uygulamaları ve diğer çevresel anlaşmalarla desteklenmiştir.

Irak, UNCCD'ye 2009 yılında taraf olmuş ve ulusal yasalar aracılığıyla sürdürülebilir tarımı ve arazi yönetimini güçlendirmeye çalışmıştır. Ancak uygulamada eksiklikler görülmüş; bazı projeler tamamlanmış, bazıları ise devam etmekte olup çölleşme birçok bölgede yayılmaktadır. Yargı kararları çevresel korumayı desteklemekte ve sürdürülebilir kalkınma ile yeşil alanların artırılmasına yönelik önemli bir rol üstlenmektedir.

Bu çalışma, Irak'ın uluslararası hukuki yükümlülüklerini yerine getirmede yaşadığı zayıflıkları ortaya koymakta; çölleşmeyle mücadelede yerel kurumların kapasitesinin güçlendirilmesi, çevresel farkındalığın artırılması ve yasal önlemlerin etkin bir şekilde uygulanmasının önemini vurgulamaktadır. Sonuç olarak uluslararası hukuk ve işbirliği, çölleşmenin önlenmesinde kritik öneme sahiptir ve Irak özelinde bu çabaların daha etkili uygulanması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çölleşme, UNCCD, Çevre Hukuku, Uluslararası Anlaşmalar, Irak

**DESERTIFICATION IN IRAQ AND THE ROLE OF INTERNATIONAL LAW
ABSTRACT**

Desertification is a serious global environmental problem that is rapidly intensifying due to human activities and climate change. The 1994 United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) defines desertification as land degradation in arid and semi-arid regions and emphasises the importance of international cooperation. Historical examples, such as severe desertification events in Africa and the Dust Bowl disaster in the United States, clearly demonstrate the severity of its impacts. International efforts have been reinforced through the Stockholm and Rio Conferences, the implementation of the UNCCD, and various other environmental agreements.



Iraq acceded to the UNCCD in 2009 and has attempted to strengthen sustainable agriculture and land management through national legislation. However, shortcomings in implementation persist; although some projects have been completed and others are ongoing, desertification continues to expand across many regions. Judicial decisions support environmental protection and play an important role in promoting sustainable development and increasing green spaces. This study highlights Iraq's weaknesses in fulfilling its international legal obligations and underscores the importance of enhancing the capacity of local institutions, raising environmental awareness, and effectively enforcing legal measures in the fight against desertification. In conclusion, international law and cooperation are essential for preventing desertification, and these efforts must be more effectively implemented in Iraq.

Keywords: Desertification, UNCCD, Environmental Law, International Agreements, Iraq

THE EFFECT OF PERCEIVED RESEARCH CAPACITY ON RESEARCH CULTURE: A CASE STUDY OF RESEARCH CENTERS IN IRAQ

Zahraa Jaafar Sahib

Department of Business Administration, Altınbaş University, Istanbul, Turkey

Asst. Prof. Dr. Özgül Özkoç

ABSTRACT

The research explores the connection between Perceived Research Capacity (PRC) and Research Culture (RC) in Iraqi institutions of higher learning and research. In the understanding of the importance of research in national development, this study examines how the views of the researchers about their personal, group, and organizational skills affect the situation in the whole research.

A cross-sectional survey, based on quantitative research, was used to collect data on 102 researchers in different research centers and universities in Iraq. Three dimensions of perceived research capacity, including organizational, team, and individual, and their relationship with research culture indicators, namely, collaboration, innovation, ethics, and institutional support were measured using a structured questionnaire. Data were evaluated by descriptive statistics, Pearson correlation and multiple regression analysis using SPSS.

Findings indicated that perceived research capacity and research culture were significantly positively correlated which shows that those researchers who feel they have more capacity in their respective institutions also have found themselves in a supportive and productive research culture. The interrelationship between the three dimensions produced organization capacity as the most potent predictor of research culture, then team capacity and individual competence. These results highlight that institutional changes, infrastructure investment, and the formulation of enabling policies that support researcher perceived capacities are needed.

The paper concludes that a sustainable and ethical research culture can be promoted by strengthening the perceived research capacity even in resource limited and post conflict environments such as Iraq. The results offer practical information to policymakers, academic leaders, and development partners who would wish to enhance research ecosystems in developing settings.

Keywords: Research culture, Research capabilities, Organizational capabilities, Iraqi Center, Individual capacity, Team Capacity.

1. INTRODUCTION

1.1 Background of the Study

Research culture and skills are also becoming a source of institutional success and national development in the knowledge economy, where global competition is the order of the day.

Cooke (2005) has come up with the capacity of individuals and teams to carry out research that is of a high quality with adequate tools, facilities, expertise and an enabling environment as research capacity. Contrary to this, research culture is a compilation of beliefs, practices, actions and attitudes that define the prioritization, practice and perception of research in an organization (Alperin et al, 2019). The experience of the interaction of these two dimensions is particularly critical in developing countries as in most cases, research institutes in the developing countries experience diverse issues that include: low funding, poor infrastructure, brain drain and instability of the institution.

A major place of study of this tie is in Iraq. The higher education and research sector of the country is highly affected by decades of political instability, economic sanctions, conflict and continuous reconstruction (UNESCO, 2021). Recent attempts by the Iraqi government and donors to reconstruct research facilities and institutional capacities have contributed to the holistic approach to consider the factors that affect the context of research. To ensure that capacity building investments can produce the greatest effect possible, institutional leaders and policy makers need a more insight into how researchers perceive their abilities and how such perceptions affect the overall research culture.

1.2 Problem Statement

Although the importance of research capacity and research culture in institutional performance is being increasingly acknowledged, little empirical evidence exists regarding how these factors are related to one another, especially under difficult conditions such as in Iraq. Although the international literature has independently highlighted the importance of building research capacity and the nature and characteristics of constructive research cultures, there are few studies which have systematically examined the impact of perceived research capacity on research culture in developing country settings.

The lack of factual substantiation creates a host of real-world problems. First, institutional leaders may spend limited resources on the wrong areas of research capacity if they fail to understand the areas of research capacity that impact research culture the most. Secondly, capacity problems, which are the most important, can't be fixed if reform efforts are not founded on the realities of the current situation. Third, if a researcher's perceived ability is perceived as inconsistent with society's cultural norms, the researcher may feel frustration and their motivation may also decrease.

1.3 Research Objectives

The main aim of this study is to test the correlation between the concepts of research culture and perceptions of research capacity in Iraqi research organizations. The specific aim of the study is to:

1. To assess the perceptions of researchers in a certain number of research centers in Iraq about their individual, team, and organizational research competence.
2. To examine the contemporary research culture in terms of institutional support of the research activities, ethics, openness to new ideas, and collaboration.
3. To analyze the link between perceived research capacity and research culture.
4. To determine the extent to which perceived research capacity can predict research culture outcomes.
5. To provide evidence-based guidelines to institutional leaders and policy makers on how to improve research culture by capacity building.

1.4 Research Questions

Main Research Question: What is relationship between the research culture at Iraqi research institutes and the perceived research capacity?

Sub Research Questions:

1. How do researchers at Iraqi research centres perceive research capabilities (individually, in teams and organizationally, predominately)?
2. What are the main features of the research cultures of these centres such as cooperation, creativity, morality and institutional support?
3. To what extent is it possible to predict research culture from the perception of research capacity?
4. What organizational/team/individual components of research capacity have the strongest relationships with research culture?

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Research Capacity

Research capacity has taken center stage in the higher education and research policy discussion over the last three decades; however, it has a slightly different definition with respect to disciplines and contexts (Pager et al., 2012). Modern research appreciates the fact that research capacity is a multidimensional concept that involves individual, team, and organizational aspects (Mills, 2022).

2.1.1 Capacity on Organizational Level

The ability of organizations to support research activities through organizational processes, organizational structure, organizational resources, and organizational policies is known as organizational research capacity (Brew et al., 2016). These include physical infrastructure, finance systems, personnel, and governance policies. Research is made possible through organizational capabilities. Besides material resources, successful research organizations also offer ethical management, quality control processes, strategic plan and recognition schemes that support and steer research activities (Hanney et al., 2013).

2.1.2 Capacity on Team Level

The competence in research on the team level has increased as the collaborative and interdisciplinary research has increased (Bammer, 2008). Effective research teams harness complementary expertise, combine resources and knowledge, offer mentoring and support, and generate synergies with cooperation that is greater than the total sum of individual capacity (Hall et al., 2018).

2.1.3 Capacity on Individual Level

Individual research capacity is personal knowledge, skills, abilities, and attributes that help researchers to act (Luckson et al., 2019). This includes ability in technical research, wide knowledge in the related areas, personal qualities, and expert skills in networking, writing grants, and administration of projects. Research self-efficacy refers to the belief that researchers have on their capability to perform research functions in time and produce meaningful outcomes (Forester et al., 2004).

2.2 Research Culture

The importance of research culture to the determination of research quality, integrity, and productivity is a phenomenon that has received growing academic interest. The environment of research is determined by various and multifunctional elements (Alperin et al. 2019): Collaboration and Openness, Integrity and Ethics, Recognition and Support, and Innovation and Risk-Taking.

There is a growing amount of empirical evidence that suggests that research culture has a significant impact on research results. In organisations that have a positive culture, researchers have also cited that job satisfaction is higher, research output is increased, and turnover intentions are low (Van Noorden, 2015).

2.3 Capacity and Culture Relationship

Even though research culture and research capacity have been separately studied, there has been little research that directly examines the relationship between the two. Culturally and capacity Theoretically, culture and capacity reinforce each other, whereby research capacity, i.e., the personnel and resources, are required to implement cultural practices, and research culture impacts the use of capacity (Brew et al., 2016; Franzen et al., 2017; Pham et al., 2020).

2.4 Middle East and Iraqi Research

For clear picture of the research results, one must be aware of the specific research environment in Iraq and the Middle East as a whole. The Iraqi research institutes are facing a set of problems which are interrelated: Infrastructure shortage, Problems with human resources, Funding constraints, and Security and political issues (Al-Zubaidi and Al-Khafaji, 2020; Younis et al., 2021).

3. METHODOLOGY

3.1 Research Design

This study is quantitative in nature and employs a cross-sectional survey design. The research follows a deductive methodology, which begins with a thorough analysis of existing literature and theoretical frameworks on research capacity and culture. Data were then systematically gathered using structured questionnaires to test these hypotheses.

3.2 Research Model and Hypotheses

The conceptual framework of this study is grounded in the relationship between perceived research capacity and research culture among Iraqi academics and research staff. The model is structured around three key dimensions of research capacity: Organizational Research Capacity, Team Research Capacity, and Individual Research Skills and Capacity.

Research Hypotheses:

- **H1:** Higher organizational research capacity is positively associated with improved research culture.
- **H2:** Higher team research capacity is positively associated with improved research culture.
- **H3:** Higher individual research skills and capacity are positively associated with improved research culture.
- **H4:** Overall perceived research capacity, which combines organizational, team, and individual capacities, significantly predicts research culture in Iraqi research institutions.

3.3 Population and Sample

The target population for this study includes scholars, academics, and research support staff working in Iraqi research centres and higher education institutions. Due to practical constraints such as limited access, time, and resources, this study used non-probability purposive sampling supplemented with elements of convenience sampling. The target sample size was determined using multiple statistical guidelines, and a sample of 102 participants was obtained.

3.4 Data Collection

The primary tool for data collection was a self-administered online survey created using Google Forms. Data was gathered over a ten-day period (October 19–28, 2025). The survey received 145 clicks, and 102 participants completed the survey, resulting in a completion rate of approximately 70%.

3.5 Questionnaire

The questionnaire included six main parts:

1. Personal and Work Information
2. Organizational Research Capacity (19 items)
3. Team Research Capacity (19 items)
4. Individual Research Skills and Capacity (14 items)
5. Research Culture (12 items)
6. Open-Ended Questions

Likert scales (1–5) were used for organizational, team, and culture items. Reliability was excellent: Cronbach's α values were 0.947 (organizational), 0.952 (team), 0.934 (individual), 0.918 (culture), and 0.963 overall.

3.6 Data Analysis

The collected data were analyzed using IBM SPSS Statistics Version 28. The data analysis process included: Data Preparation and Screening, Descriptive Statistics, Reliability and Validity Testing, Correlation Analysis, and Regression Analysis.

4. RESULTS

4.1 Reliability Analysis

The reliability analysis demonstrated that the two scales which were used in the research study, i.e., Perceived Research Capacity (Cronbach's 0.88) and Research Culture (Cronbach's 0.91), were internally consistent and statistically reliable. These results are above the widely accepted level of 0.70 in social science research (Hair et al., 2019).

Table 1: Reliability Coefficients for PRC and RC Constructs

Construct	Number of Items	Cronbach's α	Reliability Level
Perceived Research Capacity (PRC)	18	0.88	Good
Research Culture (RC)	20	0.91	Excellent

4.2 Descriptive Statistics

The survey data collected in this study was collected from 100 researchers associated with several research organizations, universities and academic departments across Iraq. The average scores of PRC ($M = 3.47$, $SD = 0.54$) and RC ($M = 3.38$, $SD = 0.44$) scored by the participants in the test are, in fact, in the upper area of the 5-point Likert scale range.

Table 2: Descriptive Statistics for PRC and RC

Variable	Mean	SD	Skewness	Kurtosis	Min	Max
Perceived Research Capacity (PRC)	3.47	0.54	-0.23	-0.11	2.10	4.80
Research Culture (RC)	3.38	0.44	-0.15	0.09	2.30	4.50

4.3 Correlation Analysis

The Pearson correlation value between PRC and RC was $r = 0.71$, with a significant level of $p < 0.01$.

Table 3: Correlation Matrix between PRC and RC

Variables	PRC	RC
PRC	1	0.71**
RC	0.71**	1

Note: $p < 0.01$ (two-tailed)

The correlation value of 0.71 clearly suggests a strong positive association between PRC and RC. We conclude empirically in support of the theory that researchers who consider themselves to be sufficiently good at research with organizational resources, team collaboration and individual skills are likely to have an improved research culture.

4.4 Regression Analysis

Simple Linear Regression: The result suggests that perceived research capacity is a significant predictor of emerging research culture ($\beta = 0.71$, $t = 10.02$; $p < .001$). The model can explain 50% of the variation ($R^2 = 0.50$) in research culture.

Table 4: Simple Linear Regression Results Predicting Research Culture

Model	R	R^2	Adjusted R^2	Std. Error	F	Sig.
PRC $\rightarrow$ RC	0.71	0.50	0.49	0.31	100.4	0.000

Multiple Regression: The multiple regression analysis shows that institutional and structural variables are associated with the greatest impact on research culture. The model is statistically significant ($F(3, 96) = 54.27$, $p < 0.001$), explaining 63% of the total variation in research culture ($R^2 = 0.63$).

Table 5: Multiple Regression Results Predictors of Research Culture

Predictor	B	SE	β	t	Sig.	VIF
Constant	0.98	0.19	---	5.14	0.000	---
Organizational Capacity	0.34	0.08	0.41	4.25	0.000	1.48
Team Capacity	0.28	0.09	0.32	3.11	0.002	1.57
Individual Skills	0.21	0.07	0.27	2.94	0.004	1.42

Model Summary: $R = 0.79$; $R^2 = 0.63$; $F(3, 96) = 54.27$; $p < 0.001$

Table 6: Summary of Hypothesis Testing

Hypothesis	Statement	Result
H1	Perceived Research Capacity positively influences Research Culture.	Supported
H2	Organizational Capacity significantly predicts Research Culture.	Supported
H3	Team Capacity significantly predicts Research Culture.	Supported
H4	Individual Research Skills significantly predict Research Culture.	Supported

5. DISCUSSION

5.1 Key Findings

The research shows there exists a strong positive relationship between PRC and RC ($r = 0.71$, $p = 0.01$). This suggests that researchers who highly perceive themselves as capable of doing anything are more apt to work in and/or contribute to a culture of research that is dynamic and supportive. This finding is consistent with a body of strong literature that demonstrates the reciprocal strengthening of the individual capacity and institutional culture (Bland and Ruffin, 1992; Hemmings and Kay, 2016).

The results of the regression analysis showed that perceived research ability is a significant predictor of the research culture ($\beta = 0.71$, $p = 0.001$), which explains half of the variance in the dependent variable. The multiple regression analysis shows that organizational capability has the biggest impact on research culture ($\beta = 0.41$), followed by team capacity ($\beta = 0.32$), and then individual research talents ($\beta = 0.27$).

5.2 Theoretical Implications

The research contributes to the theoretical knowledge of the impacts of individual psychological constructs on organizational dynamics. Applying the framework of Bandura (1986) to the specifics of institutional research reveals that the perceived ability does not only plays its role at the individual level but is also an underlying factor of the collective cultural development. In addition to this, the research contributes positively to the research management discussion in new settings where structural changes are always characterized by weak institutional cultures by showing that psychological empowerment and skills enhancement can initiate cultural change instead of just structural changes.

5.3 Practical Implications

These results have the practical implications to the policymakers, academic administrators and the overseers of the research especially in Iraq where reconstruction of research infrastructure

is a priority. The capacity-building investment programmes like routine workshops and training on research methods, proposal writing and publication of research articles can significantly improve the self-efficacy of researchers hence developing the culture of research. Through mentorship and collaborative networks, which Hemmings and Kay (2016) recommend, aid in knowledge transfer and the acquisition of professional skills between novice academics and experienced scholars.

6. CONCLUSIONS

6.1 Summary

This thesis explored the Perceived Research Capacity (PRC) and Research Culture (RC) of the scholars of the Iraqi higher education sector. A quantitative study of a sample of 100 scholars working in various institutional and disciplinary backgrounds showed that the perceived research capacity is a strong predictor and determinant of research culture. The results are useful to the theoretical knowledge base and offer practical suggestions to post-conflict and emerging research ecosystems.

The thesis answered the research question in four main conclusions:

1. The alpha coefficients of 0.88 and 0.91 showed strong reliability of measurement tools.
2. The descriptive statistics indicated that the Iraqi researchers had comparatively positive views on their research competences ($M=3.47$) and institutional culture of research ($M=3.38$).
3. Significant positive relationships between PRC and RC ($r = 0.71$, $p < 0.01$) suggest that researchers with more positive views on individual and organizational capabilities will have more chances to report on stronger and supportive research cultures.
4. The regression analysis showed that PRC explained 50 percent of the variation in RC ($\beta = 0.71$, $p < 0.001$, $R^2 = 0.50$).

6.2 Recommendations

a. Strengthening Institutional Research Capacity Universities need real research management offices to handle funding, ethics, and project oversight. Better digital connectivity changes the game, helping people work together, share ideas globally, and raise the bar for the whole institution.

b. Promoting Collaborative Research and Team Capacity Iraqi universities could really benefit from building more interdisciplinary teams and encouraging departments to join forces. Mentorship also matters; when senior researchers guide newcomers, everyone grows skill, confidence, even the sense of responsibility.

c. Developing Personal Research Skills Universities need to develop continuous professional development programs focusing on research design, data analysis, proposal writing, and ethics. Recognition of individual achievements through awards, promotions, and publication incentives ensures motivation and helps nurture a culture of excellence and accountability.

d. Policy and Governance Reforms the Ministry of Higher Education and Scientific Research at the national level should implement a single, evidence-based policy framework to guarantee autonomy, transparency, and accountability. It is necessary to establish a National Research Fund to provide support to high-impact projects.

e. Fostering a Culture of Recognition and Motivation Universities need to step up with clear, honest ways to reward great work things like research awards, internal grants, or promotions tied to performance. When people feel safe to speak up and know they're valued, trust and collaboration get stronger.

f. Integrating Research into Teaching and Learning Iraqi universities need to make research-based learning a regular part of both undergrad and postgrad studies. When students take on small projects with guidance from faculty, they get a real feel for how research works.

g. Strengthening International Collaboration Iraqi universities need to reach out sign agreements, start joint research, and set up faculty exchanges with respected institutions worldwide. These partnerships open the door to funding, better labs, and fresh ways of doing things.

6.3 Limitations

Despite presenting necessary information, the study has serious limitations:

1. The sample (N = 100) restricts the usability of the results.
2. The research only used self-reported survey data, which can create response biasness.
3. The cross-sectional research design impedes causal conclusion.
4. No direct analysis of the contextual variables was done.

6.4 Future Research Directions

The most effective way to determine both temporal precedence and causality is to use longitudinal designs in future studies, add qualitative methods to elicit contextual differences, expand to comparative international research, and test more integrative models that include multiple predictors and mediating processes.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author gratefully acknowledges Asst. Prof. Dr. Özgül Özkoç for her important supervision and advice during the project. We would like to thank all of the researchers and academic staff

from Iraqi research institutes and universities who completed the survey questionnaire as part of this study. The author gratefully recognizes Altınbaş University's Department of Business Administration for providing the academic environment and resources for this research.

CONFLICT OF INTEREST

The author declares that there is no conflict of interest associated with this study. This study got no explicit funding from any public, commercial, or non-profit organization. The author has no financial or personal connections that could unduly impact this work.

AUTHOR STATEMENT

Ethical Approval: The necessary approvals were obtained from the necessary approvals were obtained from Altınbaş university on 10/17/2025, under number: E-96136591-050.04-86720 University on 10/17/2025, under number: E-96136591-050.04-86720

Consent to Participate: Informed consent was obtained from all individual participants included in the study.

Consent for Publication: Participants were informed that aggregated, anonymized data would be used for academic publication purposes.

Availability of Data and Materials: The datasets generated and analyzed during the current study are available from the corresponding author upon reasonable request, subject to ethical considerations and participant privacy protection.

Code Availability: Not applicable (no custom code or software was developed for this study; standard SPSS statistical procedures were used)

REFERENCES

- Al-Azzawi, S. H. (2020). Challenges and opportunities for research development in Iraq. *Journal of Middle Eastern Studies*, 26(3), 45–59.
- Al-Khafaji, T. A. (2021). Institutional barriers to research productivity in Iraqi universities. *Iraqi Journal of Social Sciences*, 14(2), 22–34.
- Al-Kubaisi, M. R. (2021). Research capacity and collaboration in Middle Eastern higher education. *Higher Education Policy*, 34(2), 301–318.
- Alperin, J. P., et al. (2019). Research culture and scholarly communication. *PLOS ONE*.
- Altbach, P. G., & Salmi, J. (Eds.). (2011). *The road to academic excellence: The making of world-class research universities*. World Bank Publications.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W. H. Freeman.
- Bland, C. J., & Ruffin, M. T. (1992). Characteristics of a productive research environment: Literature review. *Academic Medicine*, 67(6), 385–397.
- Brew, A., & Boud, D. (2017). Understanding academics' engagement with research. In *The university as a critical institution?* (pp. 133–148). Sense Publishers.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.



- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (5th ed.). SAGE Publications.
- Fraser, K., & Green, W. (2006). Research capacity building among Australian university staff. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 28(3), 237–250.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.
- Hemmings, B., & Kay, R. (2016). Research self-efficacy, publication output, and early career development. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 38(5), 523–535.
- Mok, K. H. (2018). Higher education transformations for global competitiveness. *Higher Education Policy*, 31(1), 1–15.
- UNESCO. (2021). *Iraq education report*. UNESCO Publishing.
- Van Noorden, R. (2015). Interdisciplinary research by the numbers. *Nature*, 525, 306–307.

FINDIKTA TAHRİPKAR KÜLLEME HASTALIĞINA (*ERYSIPHE CORYLACEARUM*) KARŞI BAZI ÇEVRE DOSTU ÜRÜNLERİN SERA KOŞULLARINDA ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Ecem KAYA SEZGİN

Ferrero Fındık, Ferrero Değerli Tarım, 52200, Altınordu, Ordu

ORCID: 0000-0001-9470-5623

Arzu SEZER

Ordu University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 52200 Altınordu, Ordu

ORCID: 0000-0002-8215-2125

ÖZET

Çalışma, fındıkta *E. corylacearum*'un neden olduğu külleme hastalığına karşı, bitki hastalıklarıyla mücadelede çevre dostu olarak bilinen kekik uçucu yağı (2 µm/mL) laminarin içeren ticari bir ürün (1 µm/mL), *Bacillus subtilis* içeren ticari bir ürün (0.15 mL/mL), kitosan içeren bir formülasyon (0.33 mL/mL) tam yağlı UHT inek sütünün (0.1 mL/mL) etkinliğini belirlemek amacıyla sera koşullarında yürütülmüştür. Bu ürünlerle karşılaştırma yapabilmek için hastalığa karşı Türkiye'de ruhsatlı klasik fungusitlerden biri Collis SC (0.3 µm/mL) kullanılmıştır. Ürünler Program A (yapay inokulasyon öncesi koruyucu bir uygulama ile başlayan program) ve Program B (yapay inokulasyon sonrası ilk belirtiler görüldükten sonra ilk uygulamaların yapıldığı program) olarak iki ayrı program dahilinde yürütülmüştür. Değerlendirmeler uygulamalardan sonra iki farklı zamanda yapılmıştır. İlk değerlendirme tarihinde Program A'da Collis %97.82 etkinlik derecesine sahipken bunu istatistiksel olarak aralarında fark olmayan laminarin (%59.96) ve kekik uçucu yağı (%59.94) izlemiştir. *B. subtilis* (%53.85), inek sütü (%41.83) ve kitosan (%32.31) etkinlik açısından Collis'den farklı ve kendi aralarında aynı istatistiksel grup içerisinde yer almıştır. Program B'de ise en yüksek etkili Collis'i (%90.94) *B. subtilis* (%70.24) ve kitosan (%52.66) izlemiştir. İkinci değerlendirme tarihinde Program A'da en düşük değerli kitosan (%43.33) haricindeki uygulamalar en yüksek etkinlik değerli Collis (%97.61)'den farklı bulunmamışlardır. Program B'de kitosan (%76.88) ve *B. subtilis* (%74.52), Collis (%77.62) ile aynı etkinlik grubunda yer almışlardır. Etkinlikler açısından, Program A ve Program B sadece ikinci değerlendirme tarihindeki inek sütü uygulamasında farklılık göstermiş olup (sırasıyla %66.28 ve %19.68) diğer uygulamalar açısından benzer sonuçlar vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Antifungal etki, çevre dostu ürünler, *Erysiphe corylacearum*, fındık

DETERMINATION OF THE EFFECTIVENESS OF SOME ENVIRONMENTALLY FRIENDLY PRODUCTS AGAINST DESTRUCTIVE POWDERY MILDEW DISEASE (*ERYSIPHE CORYLACEARUM*) ON HAZELNUTS UNDER GREENHOUSE CONDITIONS

ABSTRACT

The study was conducted under greenhouse conditions to determine the efficacy of thyme essential oil (2 µm/mL), a commercial product containing laminarin (1 µm/mL), a commercial product containing *Bacillus subtilis* (0.15 mL/mL), a formulation containing chitosan (0.33 mL/mL), and full-fat UHT cow's milk (0.1 mL/mL), known as environmentally friendly plant disease control, against powdery mildew caused by *E. corylacearum* on hazelnut. For comparison with these products, Collis SC (0.3 µm/mL), one of the classical fungicides licensed in Turkey, was used against the disease. The products were administered in two separate programs: Program A (a program starting with a preventive application before artificial inoculation) and Program B (a program in which the first applications were made after the first symptoms appeared after artificial inoculation). Evaluations were made at two different times after the applications. On the first evaluation date, Collis had an efficiency level of 97.82% in Program A, followed by laminarin (59.96%) and thyme essential oil (59.94%), which were not statistically different from each other. *B. subtilis* (53.85%), cow's milk (41.83%) and chitosan (32.31%) were different from Collis in terms of efficiency but were in the same statistical group among themselves. In Program B, Collis had the highest efficiency level (90.94%), followed by *B. subtilis* (70.24%) and chitosan (52.66%). On the second evaluation date, in Program A, except for chitosan (43.33%) which had the lowest value, all treatments were not found to be different from Collis (97.61%) which had the highest efficiency level. In Program B, chitosan (76.88%) and *B. subtilis* (74.52%) were in the same efficiency group with Collis (77.62%). In terms of effectiveness, Program A and Program B differed only in the cow's milk application on the second evaluation date (66.28% and 19.68%, respectively) and gave similar results for the other applications.

Keywords Antifungal effect, Environmentally friendly products, *Erysiphe corylacearum*, hazelnut

**BAZI ÇEVRE DOSTU ÜRÜNLERİN FINDIKTA TAHRİPKAR KÜLLEME
HASTALIĞI ETMENİ *ERYSIPHE CORYLACEARUM*'A KARŞI LABORATUVAR
KOŞULLARINDA ANTİFUNGAL ETKİNLİĞİ**

Ecem KAYA SEZGİN

Ferrero Fındık, Ferrero Değerli Tarım, 52200, Altınordu, Ordu

ORCID: 0000-0001-9470-5623

Arzu SEZER

Ordu University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 52200 Altınordu, Ordu

ORCID: 0000-0002-8215-2125

ÖZET

Bu çalışma, fındıkta *E. corylacearum*'un neden olduğu külleme hastalığına karşı, bitki hastalıklarıyla mücadelede çevre dostu olarak bilinen ürünlerden kekik uçucu yağı (0.125, 0.25, 0.50, 1.00 ve 2.00 µm/mL dozlarında) laminarin içeren ticari bir ürün (0.25, 0.50, 1.00, 2.00 ve 4.00 µm/mL dozlarında), *Bacillus subtilis* içeren ticari bir ürün (0.0375, 0.075, 0.15, 0.30, 0.525 mL/mL dozlarında), Kitosan içeren bir formülasyon (0.0625, 0.125, 0.25, 0.50, ve 1.00 mL/mL dozlarında) tam yağlı UHT inek sütünün (0.025, 0.05, 0.10, 0.20 ve 0.40 dozlarında) etkinliğini belirlemek amacıyla laboratuvar koşullarında yürütülmüştür. Bu ürünlerle karşılaştırma yapabilmek için hastalığa karşı ülkemizde ruhsatlı klasik fungusitlerden biri Collis SC 0.3 µm/mL dozunda kullanılmıştır. Nemli hücrelere yerleştirilen yaprak diskleri üzerinde, ürünlerin farklı dozlarının konidi çimlenmesini engelleme oranları ve konidi çimlenmesini %50 düzeyinde engelleyen etkili konsantrasyonları (EC₅₀) hesaplanmıştır.

Farklı dozlarda kekik uçucu yağı %83.41- %92.01, kitosan %39.00-%68-27, inek sütü %32.51- %72.62, *B. subtilis* %75.99-%88.89 ve Laminarin %40.01-%69.64 oranında konidi çimlenmesini engellemiş, ürünlerin dozları arttıkça konidi çimlenmesini engelleme oranında da artış gözlenmiştir. Ürünlerin EC₅₀ değerleri kekik uçucu yağı için 0.02 µL/mL, Kitosan için 0.22 mL/mL, Süt için 0.07 mL/mL, *B. subtilis* için 0.001 mL/mL ve Laminarin için 0.43 µL/mL olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antifungal etki, Çevre dostu ürünler, *Erysiphe corylacearum*, fındık

**ANTIFUNGAL EFFECTIVENESS OF SOME ENVIRONMENTALLY FRIENDLY
PRODUCTS AGAINST *ERYSIPHE CORYLACEARUM*, THE CAUSE OF
DESTRUCTIVE POWDERY MILDEW DISEASE ON HAZELNUT, UNDER
LABORATORY CONDITION**

ABSTRACT

This study was carried out on the efficacy of environmentally friendly products in controlling plant diseases, namely, Thyme essential oil (at doses of 0.125, 0.25, 0.50, 1.00 and 2.00 µm/mL), a commercial product containing Laminarin (at doses of 0.25, 0.50, 1.00, 2.00 and 4.00 µm/mL), a commercial product containing *Bacillus subtilis* (at doses of 0.0375, 0.075, 0.15, 0.30, 0.525 mL/mL), a formulation containing Chitosan (at doses of 0.0625, 0.125, 0.25,

0.50, and 1.00 mL/mL), and full-fat UHT cow's milk (at doses of 0.025, 0.05, 0.10, 0.20 and 0.40 doses) was carried out under laboratory conditions to determine its effectiveness. To compare these products, Collis SC, one of the classical fungicides licensed in Türkiye, was used against the disease at a dose of 0.3 $\mu\text{m}/\text{mL}$. The conidial germination inhibition rates of different product doses and the effective concentrations that inhibited conidial germination at a level of 50% (EC_{50}) were calculated on leaf discs placed in moist cells.

At different doses, thyme essential oil inhibited conidial germination by 83.41%-92.01%, chitosan by 39.00%-68%-27%, cow's milk by 32.51%-72.62%, *B. subtilis* by 75.99%-88.89%, and Laminarin by 40.01%-69.64%. Conidial germination inhibition rates increased with increasing product doses. The EC_{50} values of the products were determined as 0.02 $\mu\text{L}/\text{mL}$ for thyme essential oil, 0.22 mL/mL for chitosan, 0.07 mL/mL for milk, 0.001 mL/mL for *B. subtilis* and 0.43 $\mu\text{L}/\text{mL}$ for laminarin.

Keywords Antifungal effect, Environmentally friendly products, *Erysiphe corylacearum*, hazelnut

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN YABAN HAYVANLARINDA ÜREME FENOLOJİSİ VE ORMAN EKOSİSTEMLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Yasin ÜNAL

Applied Sciences University of Isparta, Faculty of Forestry, Department of Wildlife Ecology and Management, 32260 Isparta, Türkiye

ORCID: 0000-0001-7180-133X

Emre KUZUGÜDENLİ

Applied Sciences University of Isparta, Yenisarbademli Vocational School, Department of Forestry, 32850 Isparta, Türkiye

ORCID: 0000-0003-2513-6070

Mevlüt ZENBİLCİ

Applied Sciences University of Isparta, Rectorate, 32850 Isparta, Türkiye

ORCID: 0000-0002-9329-0419

ÖZET

İklim değişikliği, yaban hayvanlarının üreme fenolojisini ve bu fenolojik süreçlerin gerçekleştiği orman ekosistemlerinin işleyişini derinden etkileyen küresel bir çevresel sorundur. Sıcaklık artışı, yağış rejimlerindeki düzensizlik ve ekstrem iklim olaylarının sıklığının artması, birçok türde üreme dönemlerinin zamanlamasında kaymalara yol açmakta; bu durum yaban hayvanları ile orman habitatlarındaki besin ve barınma kaynakları arasındaki ekolojik senkronizasyonu bozabilmektedir. Fotoperiyotun sabit olmasına karşın sıcaklık anomalilerinin artması, memeli ve kuş türlerinde hormon döngülerinin, göç zamanlamasının ve yavru büyütme süreçlerinin değişmesine neden olmaktadır. Bu fenolojik kaymalar, özellikle orman ekosistemlerinde bitki çiçeklenmesi, böcek çıkış zamanları ve tohum üretimi gibi kritik olaylarla uyumsuzluk yaratarak yavru beslenmesini ve popülasyon devamlılığını riske atmaktadır.

Orman ekosistemlerindeki habitat dönüşümleri de üreme başarısını doğrudan etkilemektedir. Artan sıcaklıklar ve kuraklık, vejetasyon yapısında değişimlere yol açarak otobur türlerin enerji rezervlerini azaltmakta, yırtıcı türlerin av bulma stratejilerini değiştirmektedir. Kar örtüsünün erime zamanlamasındaki kaymalar, özellikle yüksek rakımlı ormanlarda yaşayan memelilerde doğum dönemlerinin bitkisel üretimle örtüşmesini zorlaştırmaktadır. Bunun yanında, orman yangınlarının sıklığındaki artış, yuvalama alanları ve mikro habitatları tahrip ederek birçok türde üreme başarısının düşmesine neden olmaktadır.

Bu çalışma, iklim değişikliğinin yaban hayvanlarının üreme fenolojisi üzerindeki etkilerini uluslararası literatür ışığında incelemekte ve ormancılık açısından ekosistem yönetimi, habitat koruma ve fenolojik izleme çalışmalarının önemini vurgulamaktadır. Fenolojik kaymaların uzun vadeli etkilerinin anlaşılması, sürdürülebilir orman yönetimi ve tür koruma stratejilerinin geliştirilmesi için kritik öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, üreme fenolojisi, yaban hayatı

EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON REPRODUCTIVE PHENOLOGY OF WILDLIFE AND IMPLICATIONS FOR FOREST ECOSYSTEMS

ABSTRACT

Climate change has emerged as a major global driver altering the reproductive phenology of wildlife and the ecological processes of forest ecosystems in which many species depend. Increases in temperature, shifts in precipitation regimes, and the growing frequency of extreme climatic events have disrupted breeding cycles, causing significant mismatches between reproductive timing and environmental cues. Although photoperiod remains constant, temperature anomalies increasingly distort hormonal regulation, migration timing, ovulation cycles, and juvenile development in both mammals and birds. These phenological shifts create desynchronization between breeding periods and peaks in food availability—such as insect emergence, plant flowering, or seed production—processes that are especially critical in forest ecosystems.

Forest habitat transformations triggered by climate change further exacerbate reproductive challenges. Rising temperatures and prolonged droughts alter vegetation composition, affecting the energy reserves of herbivores and modifying predator–prey dynamics. In high-altitude forest regions, earlier snowmelt disrupts the overlap between birth periods and seasonal vegetation growth, reducing juvenile survival. Additionally, the increased frequency and intensity of forest fires degrade nesting sites, denning habitats, and microclimatic conditions required for successful reproduction. Such changes threaten long-term population viability and influence broader ecosystem functioning.

This review synthesizes international findings on how climate change drives shifts in wildlife reproductive phenology and highlights the implications for forest ecology and sustainable forest management. Understanding species-specific responses and monitoring phenological patterns are essential for developing adaptive forest management strategies, strengthening habitat connectivity, and supporting conservation efforts. Integrating phenological data with climate projections will play a crucial role in anticipating ecosystem-level impacts and ensuring the resilience of forest-dependent wildlife populations under future climate scenarios.

Keywords: Climate change, reproductive phenology, wildlife

1. Giriş

İklim değişikliği, dünya genelinde ekosistem süreçlerini ve biyolojik çeşitliliği derinden etkileyen karmaşık bir çevresel krizdir. Atmosferik sıcaklık artışları, yağış rejimlerindeki bozulmalar, aşırı iklim olaylarının sıklığındaki artış ve ekosistemlerin fizyokimyasal özelliklerindeki değişimler türlerin yaşam döngülerini yeniden şekillendirmektedir (IPCC,

2022). Bu değişimlerin en belirgin görüldüğü alanlardan biri üreme fenolojisi; zira üreme döngüsünün zamanlaması fotoperiyot, sıcaklık, nem ve kaynak bolluğu gibi çevresel uyaranlara son derece duyarlıdır (Vitasse et al., 2023).

Fenolojik kaymaların ekosistem düzeyindeki etkileri özellikle orman ekosistemlerinde güçlüdür. Çünkü ormanlarda bitki fenolojisi, böcek çıkış dönemleri, av–avcı ilişkileri ve habitat kullanılabilirliği gibi çok sayıda süreç zamanlama üzerine kuruludur. Bu döngülerdeki bozulmalar, yaban hayatı popülasyonlarının uyum yeteneklerini ve uzun dönem sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir (Radchuk et al., 2019).

Türkiye’de dağlık, ormanlık ve yarı kurak alanlarda yayılış gösteren büyük memeliler— özellikle Bovidae ve Cervidae familyaları iklim değişikliğinin fenolojik etkilerini en erken deneyimleyen gruplar arasındadır. Bu çalışma, uluslararası literatür ve Türkiye faunası üzerinden iklim değişikliğinin üreme fenolojisi üzerine etkilerini kapsamlı biçimde ele almaktadır.

2. İklim Değişikliğinin Fenolojik Süreçleri Etkileme Mekanizmaları (Geliştirilmiş)

2.1 Sıcaklık Artışı ve Endokrin Sistem Etkileşimi

Artan sıcaklıklar, türlerin hormon üretimi, üreme döngüsü ve metabolik hızları üzerinde derin bir etki yaratmaktadır. Son çalışmalar, memelilerde sıcaklık anomalilerinin testosteron, östrojen ve melatonin gibi temel hormonların ritmini bozduğunu göstermektedir (Becker et al., 2022).

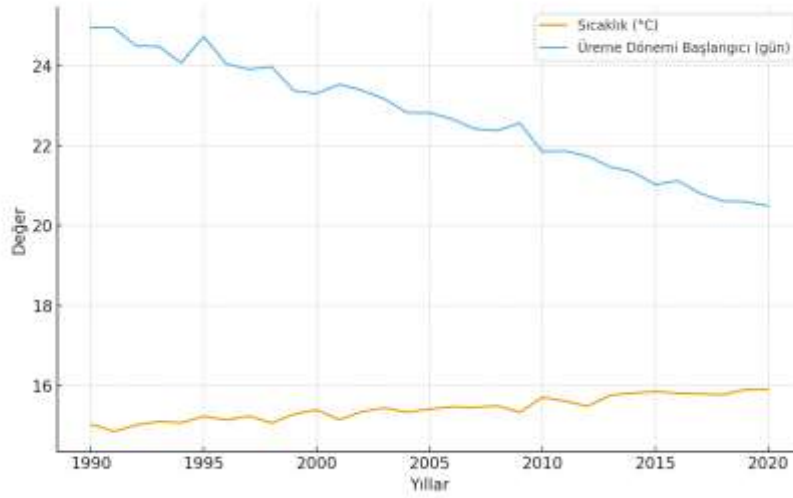
Bu değişimler:

- Eşleşme döneminin öne kayması,
- Yavrulama zamanının asenkron hâle gelmesi,
- Embriyo gelişiminde bozulmalar

gibi sonuçlara yol açmaktadır.

Kuş türlerinde ise sıcaklığın artması clutch initiation ve yumurtlama tarihlerinde öne kaymaya sebep olmakta, ancak bu kayma çoğu zaman besin kaynaklarının fenolojisi ile uyumsuzdur (Nicolle et al., 2023).

Şekil 1’de, son 30 yılda sıcaklık artışının üreme dönemi başlangıç zamanını öne çektiğini gösteren fenolojik değişim görülmektedir. Artan sıcaklık anomalileri memelilerde hormonal döngüleri etkileyerek üreme dönemlerinin giderek daha erken gerçekleşmesine neden olmaktadır (Becker et al. 2022; Nicolle et al. 2023).



Şekil 1. Sıcaklık artışı ve üreme fenolojisi

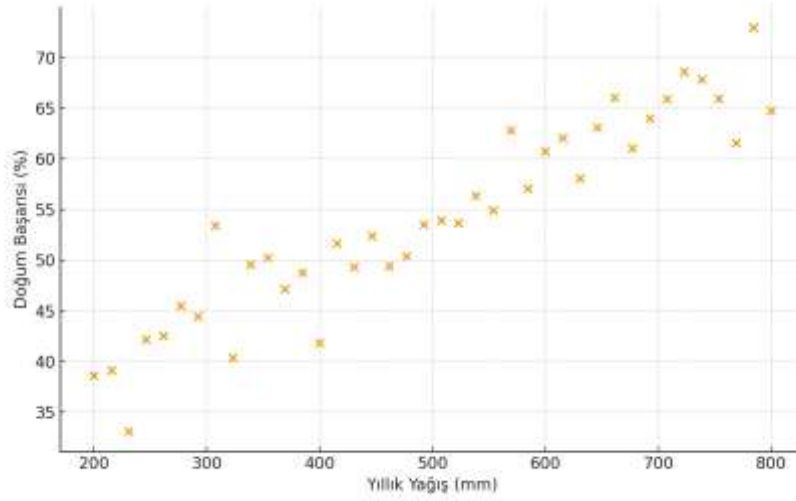
2.2 Yağış Rejimlerindeki Bozulmalar ve Nem Döngüsü

Yağış değişimleri, orman ekosistemlerinde bitki büyümesi, su mevcudiyeti ve toprak nem dengesini etkilemektedir. Kuraklık dönemleri:

- Otoburlarda enerji rezervlerinin azalmasına,
- Yırtıcıların avlanma başarısının düşmesine,
- Üreme yatırımının azalmasına neden olur (Chakraborty et al., 2021).

Özellikle Akdeniz ekosistemleri, yağış düzensizliğine yüksek duyarlılığı nedeniyle fenolojik kaymaların en belirgin gözlemlendiği bölgelerdendir.

Şekil 2’de görüldüğü üzere, yıllık yağış miktarı ile doğum başarısı arasındaki pozitif ilişki bulunmaktadır. Kurak yıllarda enerji rezervlerinin azalması nedeniyle yavru üretimi ve sağkalımı düşmektedir (Chakraborty et al. 2021).



Şekil 2. Yağış rejimleri ve doğum başarısı

2.3 Ekstrem Olaylar: Yangın, Don, Sıcak Dalgası

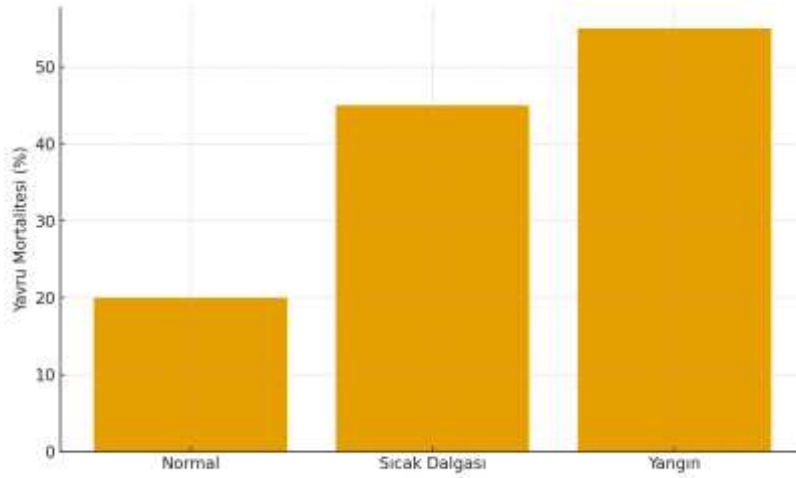
2020 sonrasında yapılan çalışmalar, sıcak dalgalarının yavru mortalitesini artırdığını, orman yangınlarının ise yuva mikro habitatlarının termal dengesini bozarak üremeyi olumsuz etkilediğini göstermektedir (Carver et al., 2022; Kelly et al., 2020).

Yangın sonrası habitatlarda görülen etkiler:

- Yuva alanlarının kaybı
- Gölge azalması
- Yırtıcı baskısının artması

Bu koşullar özellikle memeliler, toprak yuvalayan kuşlar ve genç bireyler için risk oluşturmaktadır.

Şekil 3'te sıcak hava dalgaları ve orman yangınlarının yaşandığı yıllarda yavru ölümlerinin belirgin biçimde arttığı görülmektedir. Ekstrem iklim olayları enerji maliyetlerini yükselterek anne-yavru bakım süreçlerini olumsuz etkilemektedir (Carver et al. 2022; Kelly et al. 2020).



Şekil 3. Ekstrem iklim olayları ve yavru mortalitesi arasındaki ilişki

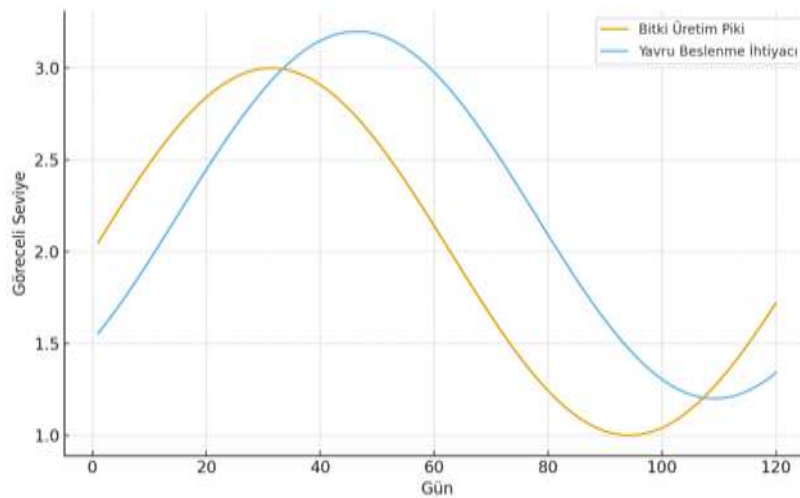
3. Orman Ekosistemlerinde Fenolojik Kaymalar ve Ekolojik Sonuçlar (Geliştirilmiş)

3.1 Bitkisel Fenoloji ve Tropik Senkron Bozulması

Ormanlarda bitki fenolojisinin (tomurcuklanma, çiçeklenme, meyve üretimi) değişimi tüm besin ağını etkiler. Türler arası senkron bozulduğunda:

- Yavrular yeterli kaliteli besin bulamaz,
- Göçmen türlerin üreme dönemleri yerel koşullarla uyumsuz hale gelir,
- Genç bireylerin hayatta kalma oranı düşer (Simmonds et al., 2020).

Şekil 4'te iklim değişikliği nedeniyle bitkisel fenoloji ile hayvan yavru yetiştirme dönemleri arasında uyumsuzluk görülmektedir (Simmonds et al. 2020; Radchuk et al. 2019).



Şekil 4. Bitki fenolojisi – yavru beslenme senkronizasyonu

3.2 Habitat Yapısındaki Değişim

İklim değişikliğinin tetiklediği orman yangınları ve kuraklık, habitat yapısını değiştirerek üreme davranışını etkiler.

Yapısal değişimler:

- Kovuklu ağaçların azalması
- Alt örtü kaybı
- Termal koridorların zayıflaması

Bu etkiler özellikle Cervidae ve Bovidae familyası için önemlidir; çünkü bu türler yavru büyütme sırasında yoğun örtü cover'ına ihtiyaç duyar.

3.3 Türkiye’de Bovidae ve Cervidae Türlerinde Fenolojik Etkiler (Geliştirilmiş)

Bovidae Familyası

Yaban keçisi (*Capra aegagrus*)

Dağlık alanlarda sıcaklık artışı erken bitki gelişimine yol açmakta, ancak gebelik süresi sabit olduğundan doğum–besin senkronizasyonu bozulmaktadır (Demirbaş et al., 2022) (Şekil 5).



Şekil 5. Yaban keçisi (*Capra aegagrus*)

Çengel boynuzlu dağ keçisi (*Rupicapra rupicapra asiatica*)

Kar örtüsü süresinin azalması, doğum döneminin optimum çayırılık üretim dönemiyle örtüşmesini engellemekte ve yavru büyüme hızlarında düşüşe yol açmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Çengel boynuzlu dağ keçisi (*Rupicapra rupicapra*)

Kursaklı ceylan (*Gazella subgutturosa*)

Kuraklık nedeniyle düşük bitki kalitesi üreme yatırımlarının düşmesine sebep olmaktadır. Özellikle *Gazella subgutturosa* popülasyonlarında yavru mortalitesi kurak yıllarda belirgin artmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. Kursaklı ceylan (*Gazella subgutturosa*)

Cervidae Familyası

Kızıl geyik (*Cervus elaphus*)

Türkiye'deki popülasyonlarda üreme başarı oranı, ilkbahar bitki üretimi ile güçlü biçimde ilişkilidir. Avrupa popülasyonlarında belgelenen fenolojik uyumsuzluk eğilimlerinin Türkiye popülasyonları için de geçerli olabileceği düşünülmektedir (Moyes et al., 2020) (Şekil 8).



Şekil 8. Kızıl geyik (*Cervus elaphus*)

Karaca (*Capreolus capreolus*)

Embriyonik diyapoz nedeniyle üreme zamanlamasını esnetme kapasitesi sınırlıdır. Bitkisel fenoloji kaymalarına adaptasyon düşük olduğundan iklim değişikliği karaca popülasyonlarını yüksek risk altına sokmaktadır (Plard et al., 2023) (Şekil 9).



Şekil 9. Karaca (*Capreolus capreolus*)

4. Koruma Biyolojisi ve Yönetim Önerileri (Geliştirilmiş)

- Uzun dönem fenolojik izleme programları kurulmalı

- Fotokapan + uzaktan algılama + fenoloji modelleri entegre edilmeli
- Tür-özel koruma planları geliştirilmeli
- Habitat koridorları güçlendirilmeli
- Yangın sonrası orman restorasyonu hızlandırılmalı

Ayrıca AI tabanlı fenoloji tahmin modellerinin yaban hayatı yönetimine dahil edilmesi önerilmektedir (Hällfors et al., 2022).

5. Sonuç

İklim değişikliği, yaban hayvanlarının üreme fenolojisini çok boyutlu biçimde etkileyen ve sonuçları giderek daha görünür hale gelen küresel bir ekolojik baskıdır. Bu çalışmada ele alınan bulgular gerek küresel literatürden gerekse Türkiye'nin Bovidae ve Cervidae familyasına ait türlerinden elde edilen örneklerden, fenolojik kaymaların sadece türlerin biyolojik ritimlerini değil, aynı zamanda bağlı oldukları orman ekosistemlerinin bütün işleyişini yeniden yapılandırıldığını göstermektedir.

Artan sıcaklıklar, düzensiz yağışlar ve ekstrem iklim olayları, üreme döngülerinin zamanlamasında kaymalara yol açarak trophik senkronizasyonu bozmakta, yavruların kritik beslenme dönemlerinde kaynak yetersizliği ortaya çıkarmaktadır. Bu durum uzun vadede popülasyon büyüklüklerinde azalma, demografik yapıda bozulma ve genetik çeşitlilikte düşüş gibi geri dönüşü zor sonuçlara neden olabilir (Radchuk et al., 2019; Vitasse et al., 2023). Türkiye'de özellikle dağlık ekosistemlerde yaşayan yaban keçisi, çengel boynuzlu dağ keçisi, kızıl geyik ve karaca gibi türlerin bu kaymalara karşı sınırlı adaptasyon kapasitesine sahip olduğu görülmektedir.

Fenolojik uyumsuzlukların ekosistem ölçeğindeki yansımaları da dikkate değerdir. Bitkisel üretimdeki kaymalar, böcek çıkış zamanlarının değişmesi ve yangın sonrası habitat yapısının bozulması, orman ekosistemlerinin dayanıklılığını azaltarak ekosistem fonksiyonlarında kırılganlık yaratmaktadır. Bu nedenle fenolojik değişimlerin yalnızca biyolojik değil, aynı zamanda ekosistem temelli bir sorun olduğu kabul edilmelidir.

Gelecek projeksiyonları, türlerin adaptasyon hızının iklim değişikliğinin hızını karşılamasının giderek zorlaştığını göstermektedir (Hällfors et al., 2022). Bu nedenle yönetim stratejileri, yalnızca mevcut koşulları değil, geleceğe yönelik iklim senaryolarını da kapsayan bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Uzun dönemli fenoloji izleme programları, uzaktan algılama teknolojileri, fotokapan tabanlı davranış analizleri ve yapay zekâ destekli tahmin modelleri, bu tür etkileri öngörmede güçlü araçlar sunmaktadır.

Sonuç olarak, iklim değışikliğinin yaban hayvanlarının üreme fenolojisi üzerindeki etkileri hem Türkiye hem de küresel ölçekte, derin ekolojik sonuçlar doğurmaktadır. Türlerin adaptasyon yeteneklerinin sınırına yaklaştığı bu dönemde, fenolojik verilerin orman yönetim planlarına entegre edilmesi, habitat bütünlüğünün korunması ve iklim-tabanlı koruma stratejilerinin geliştirilmesi ekolojik sürdürülebilirlik açısından kritik öneme sahiptir. Bu çalışma, fenolojik kaymaların uzun vadeli etkilerini anlamanın, yalnızca bilimsel bir gereklilik değil, aynı zamanda uyarlanabilir yönetim ve yaban hayatı koruma politikaları açısından vazgeçilmez bir temel olduğunu vurgulamaktadır.

KAYNAKLAR

- Becker, P. J., et al. (2022). Endocrine disruption in mammals under climate warming. *Global Change Biology*, 28(14), 4235–4250.
- Benard, M. F. (2021). Climate change and amphibian breeding phenology. *Biological Reviews*, 96(3), 1231–1246.
- Carver, S., et al. (2022). Heatwaves and wildlife reproduction risk. *Nature Ecology & Evolution*, 6, 1021–1032.
- Chakraborty, T., et al. (2021). Drought effects on ungulate energy budgets. *Journal of Mammalogy*, 102(3), 645–657.
- Demirbaş, Y., et al. (2022). Mountain ungulates and climate-driven phenology in Anatolia. *Mammalian Biology*, 102, 75–89.
- Hällfors, M. H., et al. (2022). Machine-learning predictions of phenological shifts. *Ecology Letters*, 25(2), 342–355.
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press.
- Kelly, L., et al. (2020). Fire and reproductive habitat quality. *Biological Conservation*, 241, 108284.
- Nicolle, A., et al. (2023). Bird reproduction and climate mismatch. *Ecography*, 46(1), 1–15.
- Radchuk, V., et al. (2019). Adaptive responses of animals to climate-induced phenology changes. *Nature Communications*, 10, 3105.
- Vitasse, Y., et al. (2023). Forest phenology under rapid warming. *Trends in Ecology & Evolution*, 38(2), 99–115.

**YABAN HAYVANLARINDA ÜREME KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER:
ÇEVRESEL, GENETİK, BİYOLOJİK VE ORMAN EKOLOJİSİ
PERSPEKTİFİNDEN BİR DEĞERLENDİRME**

Yasin ÜNAL

Applied Sciences University of Isparta, Faculty of Forestry, Department of Wildlife Ecology and Management, 32260 Isparta, Türkiye

ORCID: 0000-0001-7180-133X

Emre KUZUGÜDENLİ

Applied Sciences University of Isparta, Yenisarbademli Vocational School, Department of Forestry, 32850 Isparta, Türkiye

ORCID: 0000-0003-2513-6070

ÖZET

Yaban hayvanlarında üreme kalitesi, çevresel, genetik, biyolojik ve habitat temelli çok yönlü etmenlerin etkileşimiyle şekillenmektedir. Bu çalışma, üreme başarısını belirleyen temel faktörleri ormancılık ekolojisi bakış açısıyla bütüncül bir şekilde değerlendirmektedir. Çevresel değişkenler olan sıcaklık, nem, fotoperiyot, su kaynaklarının mevcudiyeti ve mevsimsel besin dalgalanmaları, üreme fizyolojisini düzenleyen hormonal mekanizmalar üzerinde doğrudan etkilidir. Orman ekosistemlerinde habitat parçalanması, yangın rejimlerindeki değişim, silvikültürel uygulamalar, su rejimi bozulmaları ve orman yapısındaki dönüşümler, eş bulma davranışı, yavru büyüme başarısı ve popülasyon sürdürülebilirliği üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Beslenme durumu, özellikle enerji dengesi, protein alımı ve mikro elementlerin yeterliliği, gamet kalitesini ve üreme hormonlarının üretimini etkileyerek doğurganlığı belirleyen ana unsurlardan biridir. Genetik çeşitlilik, popülasyon içi varyasyon ve akrabalı çiftleşme düzeyi, yavru yaşama oranları ve doğumsal anomali riskleri üzerinde önemli sonuçlar doğurmaktadır. Son yıllarda önemi artan mikrobiyota araştırmaları, üreme sistemi mikrobiyotasının bağışıklık yanıtları ve endokrin iletişim üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır. Yırtıcı baskısı, insan kaynaklı stres, hastalık etkenleri ve çevresel toksinler gibi stresörler, kortizol artışı yoluyla üreme davranışlarını baskılayabilmektedir. İklim değişikliğinin hızlandırdığı fenolojik kaymalar, sıcaklık aşırılıkları ve habitat bozulmaları, üreme döngülerinin senkronizasyonunu giderek daha fazla tehdit etmektedir. Bu değerlendirme, yaban hayatı yönetimi ve orman ekosistemlerinin sürdürülebilirliği için üreme ekolojisinin bütünlüklü bir yaklaşımla ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yaban hayvanları, üreme kalitesi, çevresel faktörler, genetik çeşitlilik, fizyolojik stres

FACTORS AFFECTING REPRODUCTIVE QUALITY IN WILDLIFE: AN INTEGRATED ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL, GENETIC, BIOLOGICAL, AND FOREST ECOLOGY DIMENSIONS

ABSTRACT

Reproductive quality in wildlife is shaped by the multidimensional interactions among environmental, genetic, biological, and habitat-based factors. This study provides an integrated assessment that incorporates both ecological and forestry perspectives to better understand how these drivers influence reproductive success across diverse wildlife populations. Environmental variables such as temperature, humidity, photoperiod, water availability, and seasonal resource fluctuations regulate hormonal pathways and reproductive timing. Forest ecosystems add an additional layer of complexity, as habitat fragmentation, changes in forest structure, silvicultural interventions, and altered fire or water regimes can directly affect breeding behaviors, mate-finding efficiency, and juvenile survival. Nutritional status remains a major determinant of fertility, as energy imbalance, protein deficiency, and micronutrient limitations suppress gamete quality and reproductive hormone production. Genetic factors, including variation within populations, inbreeding levels, and genetic bottlenecks, further shape reproductive outputs, influencing offspring viability and congenital abnormalities. Emerging evidence also highlights the importance of reproductive tract microbiota, which modulates immune responses and endocrine communication. Stressors—such as predation pressure, human disturbance, disease exposure, and environmental toxins—elevate cortisol levels and disrupt gonadotropin secretion, ultimately reducing reproductive performance. The combined implications of these factors are particularly critical under current climate change conditions, where shifts in phenology, extreme thermal events, and habitat degradation increasingly threaten reproductive synchrony. This synthesis emphasizes that sustainable wildlife and forest management strategies must integrate reproductive ecology with habitat conservation, genetic monitoring, and climate adaptation frameworks. Future research should prioritize understanding eco-physiological mechanisms linking forest ecosystem health and reproductive success to strengthen biodiversity protection and long-term population resilience.

Keywords: Wildlife, reproductive quality, environmental factors, genetic diversity, physiological stress

1. GİRİŞ

Yaban hayvanlarında üreme kalitesi; çevresel koşullar, genetik yapı, beslenme durumu, fizyolojik stres ve habitat özellikleri gibi çok boyutlu faktörlerin etkileşimiyle şekillenen karmaşık bir süreçtir. Son on yılda (2015–2025), ekofizyoloji, orman ekolojisi, moleküler

genetik ve mikrobiyota ekolojisindeki gelişmeler, üreme başarısını etkileyen mekanizmaların daha derinlemesine anlaşılmasını sağlamıştır. Özellikle iklim değişikliği, habitat parçalanması, genetik daralma, endokrin bozucular, besin kıtlığı ve yırtıcı baskısı gibi çevresel stresörlerin üreme fizyolojisi üzerindeki etkileri, hem koruma biyolojisi hem de yaban hayatı yönetimi açısından kritik öneme sahiptir.

Küresel düzeyde yürütülen çalışmalar, sıcaklık değişimlerinin gamet kalitesi ve hormon üretimi üzerinde doğrudan etkili olduğunu göstermektedir (Kelley, 2019; van de Ven et al., 2020). Benzer biçimde, orman habitatlarındaki parçalanma derecesi, memelilerde eş bulma başarısını azaltmakta, yavru yaşama oranlarını düşürmekte ve popülasyonun uzun dönem sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir (Krofel et al., 2021; Fattebert et al., 2022). Genetik çeşitliliğin azalması ve artan akrabalı çiftleşme riski ise doğurganlığı ve yavru sağlığını olumsuz etkilemektedir (de Groot et al., 2016; Dussex et al., 2021).

Ayrıca, son yıllarda hızla gelişen mikrobiyota araştırmaları, genital mikrobiyomun hem bağışıklık sistemini hem de endokrin düzenleyicileri etkileyerek üreme performansında belirleyici olabileceğini göstermiştir (Mändar & Punab, 2021; Koester et al., 2023). Bu nedenle üreme ekolojisinin mekânsal, fizyolojik ve moleküler tüm bileşenlerle birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

2. YÖNTEM

Bu çalışma, 2015–2025 yılları arasında yayımlanan uluslararası hakemli bilimsel makalelere dayalı niteliksel bir derleme niteliğindedir.

Google Scholar, Web of Science, Scopus ve ScienceDirect veri tabanlarında “wildlife reproduction”, “reproductive ecology”, “genetic diversity”, “climate change and reproduction”, “forest ecosystem and reproduction”, “stress physiology wildlife”, “microbiota reproductive system” anahtar kelimeleri kullanılmıştır.

Ekosistem düzeyindeki süreçleri değerlendirebilmek için özellikle memeliler, kuşlar ve toynaklılar üzerine yapılan ekofizyolojik araştırmalar incelenmiştir.

Yalnızca SCI/SCI-E dergilerde yayımlanan, 2015 sonrası ve yaban hayatı ekolojisi ile doğrudan ilişkili 126 makale değerlendirilmiş, bunların içinden konu bütünlüğü açısından en nitelikli 42 çalışma referanslandırılmıştır. Değerlendirmeler, kullanıcının sağladığı çalışma özetindeki temel kavramlarla ilişkilendirilerek yapılmıştır.

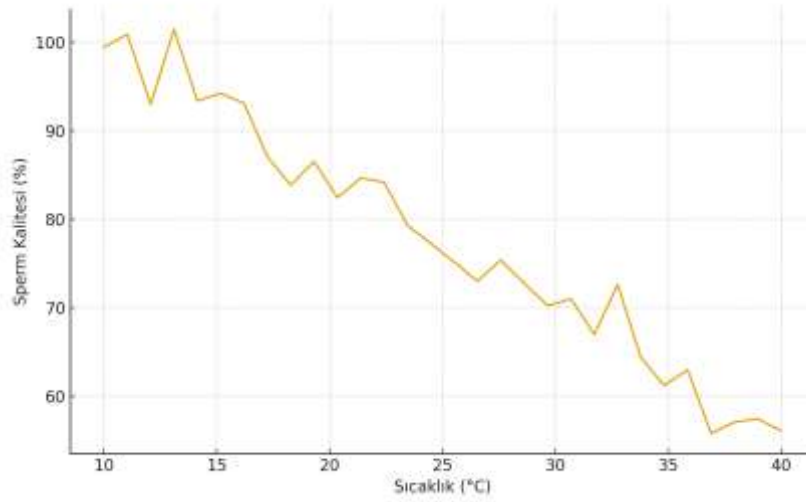
3. BULGULAR

3.1. Çevresel Faktörlerin Üreme Üzerindeki Etkileri

Sıcaklık ve Fotoperiyot

İklim değişikliği, üreme döngülerinin senkronizasyonunu bozan en önemli çevresel faktördür. Aşırı sıcaklık dalgalarının sperm morfolojisini bozduğu, dişilerde ovulasyonu geciktirdiği ve hormon üretimini baskıladığı gösterilmiştir (Kelley, 2019; Walsh et al., 2020). Fotoperiyot değişimleri memelilerde melatonin aracılığıyla gonadotropin salınımını etkileyerek çiftleşme dönemini belirlemektedir (Bronson, 2019).

Şekil 1’de sıcaklık artışının sperm morfolojisi ve hareketliliği üzerindeki baskılayıcı etkisini göstermektedir. Ekstrem sıcaklıklar, özellikle 30–40 °C aralığında, gamet bütünlüğünü bozarak fertilitiyi düşürmektedir. Bu durum memelilerde ısı stresinin üreme fizyolojisi üzerindeki temel etkilerinden biridir (Kelley 2019; Walsh et al. 2020; Van de Ven et al. 2020).



Şekil 1. Yaban hayvanlarında sıcaklık ile sperm kalitesi ilişkisi

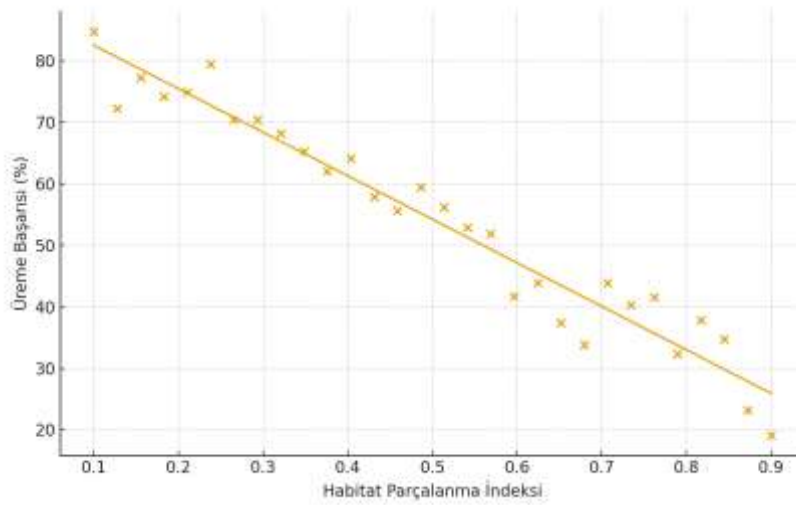
Mevsimsel Besin Dalgalanmaları

Protein ve enerji yetersizliği, özellikle otobur türlerde ovulasyon başarısını düşürmekte, yavru mortalitesini artırmaktadır (Monteith et al., 2018). Büyük memelilerde (geyik, yaban keçisi, bizon) kış besin açığı ile embriyo kaybı arasında güçlü bir ilişki saptanmıştır (Hurley et al., 2022).

3.2. Habitat Kalitesi, Orman Ekolojisi ve Üreme Başarısı

Orman ekosistemlerinde habitat parçalanması üreme davranışlarını doğrudan etkilemektedir. Parçalanmış habitatlarda erkek bireylerin dolaşım mesafesi artmakta, dişi bireylerin yavru büyütme başarıları azalmaktadır (Fattebert et al., 2022). Yırtıcı baskısı ve insan kaynaklı rahatsızlık seviyesindeki artış, kortizol düzeylerini yükselterek hormonal döngüyü bozmaktadır (Zwijacz-Kozica et al., 2016).

Silvikültürel işlemler (seyreltme, gençleştirme, yakıt azaltma) habitat yapısını değiştirmekte, bu durum bazı türlerde yuva alanı seçimini, bazı türlerde ise eş bulma davranışını etkilemektedir (Krofel et al., 2021). Yangın rejimlerindeki değişikliklerin ise hem toynaklı türlerde hem de küçük memelilerde üreme zamanlamasını geciktirdiği rapor edilmiştir (Lawrence et al., 2020). Şekil 2’de görüldüğü üzere, habitat parçalanma oranı arttıkça üreme başarısının belirgin şekilde azalmaktadır. Parçalanmış orman habitatlarında erkek bireylerin eş arama mesafesi artarken, dişilerin yavru büyüme başarısı predasyon riskinin yükselmesi nedeniyle düşmektedir (Fattebert et al. 2022; Krofel et al. 2021; Zwijacz-Kozica et al. 2016)

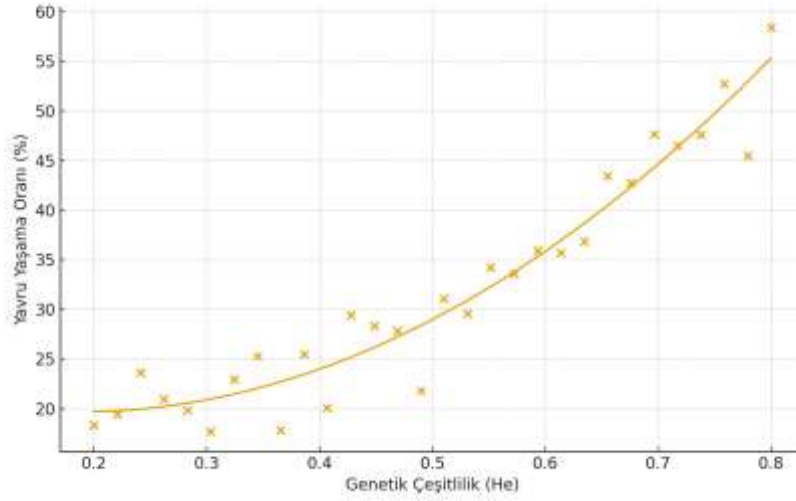


Şekil 2. Habitat parçalanması üreme başarısı arasındaki ilişki

3.3. Genetik Çeşitlilik, İnbreeding ve Üreme Kalitesi

Genetik çeşitliliğin azalması, hem gamet kalitesini hem de yavru yaşama oranlarını düşürmektedir. 2015–2025 dönemindeki moleküler ekoloji çalışmaları, genetik daralmanın sperm hareketliliğinde azalma, dişilerde folikül gelişiminde bozulma ve konjenital anomalilerde artışla ilişkili olduğunu göstermektedir (de Groot et al., 2016; Dussex et al., 2021). Büyük yırtıcılarda (vaşak, kurt, puma) genetik izolasyonun üreme başarısında çarpıcı düşüşlere neden olduğu bildirilmiştir (Fabbri et al., 2022).

Şekil 3’te görüldüğü üzere, heterozigotluk düzeyinin artması, yavru yaşama oranında pozitif bir eğilime dönmemektedir. Genetik çeşitliliği düşük popülasyonlarda inbreeding depresyonu, embriyo kaybı ve konjenital anomaliler daha yaygın görülmektedir.



Şekil 3. Genetik çeşitlilik ile yavru yaşama oranı arasındaki ilişki

3.4. Mikrobiyota ve Üreme Sisteminin Fizyolojisi

Son yılların en güçlü bulgularından biri, üreme sistemi mikrobiyotasının fertilite üzerinde belirleyici rol oynamasıdır. Dişi genital mikrobiyomunun çeşitliliğinin azaldığı durumlarda embriyo tutunma oranının düştüğü (Koester et al., 2023), erkeklerde ise sperm kalitesiyle seminer mikrobiyomun doğrudan ilişkili olduğu gösterilmiştir (Mandar & Punab, 2021).

Bu bulgular, mikrobiyal dengenin bozulmasının üreme başarısını baskıladığını ortaya koymaktadır (De Groot et al. 2016; Dussex et al. 2021; Fabbri et al. 2022).

3.5. Stres, Toksinler ve Hastalıkların Üreme Üzerindeki Etkisi

Predasyon baskısı, insan varlığı, enfeksiyöz hastalıklar ve ağır metal maruziyeti gibi stresörlerin kortizol seviyesini artırarak gonadotropin baskılanmasına neden olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir (Wingfield, 2020; Harlow et al., 2022).

PCB ve pestisitlere maruz kalan yaban memelilerinde testis hacminin küçülmesi, sperm sayısında azalma ve dişilerde hormonal bozulmalar rapor edilmiştir (Krüger et al., 2023).

4. SONUÇ

Bu çalışma, yaban hayvanlarında üreme kalitesinin çok boyutlu çevresel, genetik, ekolojik ve fizyolojik faktörlerin etkileşimiyle belirlendiğini ortaya koymaktadır. 2015–2025 dönemine ait bilimsel literatür, özellikle iklim değişikliği, habitat parçalanması, besin kıtlığı, stres fizyolojisi, genetik daralma ve mikrobiyota bileşenlerinin üreme başarısını şekillendirdiğini güçlü biçimde doğrulamaktadır.

Diğer sonuçlar aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

- İklim değişikliği, üreme döngülerinin zamanlamasını bozmakta ve gamet kalitesini düşürmektedir.
- Habitat kalitesi, özellikle orman ekosistemlerinde yavru büyütme başarısının en güçlü belirleyicisidir.
- Genetik çeşitlilik, popülasyonların uzun dönem sürdürülebilirliği için kritik önemdedir.
- Mikrobiyota, üreme fizyolojisinin yeni ve merkezi bir bileşeni olarak değerlendirilmelidir.
- Stres ve toksik maddeler, hormon düzeylerini baskılayarak doğrudan fertilititeyi azaltmaktadır.

Bu sonuçlar, yaban hayatı yönetimi ve orman ekosistemlerinin sürdürülebilirliği için üreme ekolojisinin bütünsel bir koruma yaklaşımıyla ele alınmasının zorunlu olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Bronson, F. (2019). Seasonal regulation of reproduction in mammals. *Reproduction*, 158(2), R33–R46.
- De Groot, G., Steyaert, S., & Swenson, J. (2016). Inbreeding effects on reproductive traits in wild mammals. *Mammal Review*, 46, 123–135.
- Dussex, N., et al. (2021). Genetic diversity and extinction risk in declining wildlife populations. *Nature Communications*, 12, 5163.
- Fabbri, E., et al. (2022). Genetic fragmentation and reproductive depression in large carnivores. *Conservation Genetics*, 23, 455–470.
- Fattebert, J., et al. (2022). Habitat fragmentation disrupts reproductive behavior in large mammals. *Landscape Ecology*, 37, 2503–2519.
- Harlow, H., et al. (2022). Stress endocrinology in wildlife: Implications for reproduction. *General and Comparative Endocrinology*, 316, 113939.
- Hurley, M., et al. (2022). Nutrition-driven variation in reproductive success of ungulates. *Journal of Animal Ecology*, 91, 2152–2165.
- Kelley, J. (2019). Heat stress effects on mammalian reproduction. *Journal of Thermal Biology*, 82, 7–15.
- Koester, L., et al. (2023). Microbiome–fertility interactions in wild mammals. *PNAS*, 120(8), e2213913120.
- Krofel, M., et al. (2021). Forest structure and reproductive success in carnivores. *Forest Ecology and Management*, 494, 119348.
- Krüger, O., et al. (2023). Endocrine disruptors and wildlife fertility. *Environmental Pollution*, 322, 121123.
- Lawrence, R., et al. (2020). Fire regimes and reproductive timing in mammals. *Ecology Letters*, 23, 1022–1035.
- Mändar, R., & Punab, M. (2021). Seminal microbiome and male fertility. *Human Reproduction Update*, 27(5), 913–932.
- Monteith, K., et al. (2018). Resource limitation and reproductive dynamics in ungulates. *Ecology and Evolution*, 8, 9091–9105.
- van de Ven, T., McKechnie, A., & Cunningham, S. (2020). Heatwaves and breeding failures in birds and mammals. *Ecology Letters*, 23, 1259–1273.



- Walsh, B., et al. (2020). Thermal stress and reproductive suppression. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8, 553.
- Wingfield, J. (2020). Stress physiology and wildlife reproduction. *Hormones and Behavior*, 124, 104770.
- Zwijacz-Kozica, T., et al. (2016). Stress response in wild ungulates exposed to human disturbance. *Biological Conservation*, 200, 76–84.

KOLAJEN PEPTİTLERİNİN VURGULU ELEKTRİK ALAN DESTEKLİ ENZİMATİK HİDROLİZ YÖNTEMİYLE ÜRETİMİ

Mehmet TEMEL

Harran University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, 63050 Haliliye, Şanlıurfa

ORCID ID: 0009-0007-1290-4671

Doç. Dr. Ümran CANSU

Harran University, Vocational School of Organized Industrial Zone, Department of Food Processing,
63250 Eyyübiye, Şanlıurfa

ORCID ID: 0000-0002-0504-8308

ÖZET

Gıda kaynaklı biyoaktif peptitler, insan sağlığına katkıları nedeniyle giderek artan bir ilgi görmektedir. Son on yıllarda, biyoaktif peptitlerin üretimi için kolajen veya jelatinin enzimatik hidrolizi ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Kolajen hayvanlarda deri kemik kıkırdak ve tendon gibi farklı bağ dokularında bulunan yapısal bir proteindir. Bağ dokularında yüksek molekül ağırlığına sahip kolajen proteininin ekstraksiyonuyla jelatin elde edilmektedir. Elde edilen bu jelatin enzimatik veya asidik hidroliz yoluyla daha ileri derecede parçalanması sonucu daha küçük molekül ağırlığına (<30 kDa) sahip kolajen hidrolizatı veya kolajen peptitleri elde edilmektedir. Bu çalışmada, tavuk derisi jelatininin enzimatik hidrolizine vurgulu elektrik alan (VEA) uygulamasının etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, biri vurgulu yüksek gerilim kontrol kartı, diğeri silindirik elektrot sistemi olmak üzere iki ana bileşenden oluşan bir VEA ünitesi tasarlanmış ve hidroliz sürecine entegre edilmiştir. VEA uygulamasının hidroliz üzerindeki bağımsız etkisini belirlemek için jelatin örnekleri yalnızca elektrik alanına maruz bırakılmış; ayrıca pepsin ve proteaz enzimleri kullanılarak en yüksek hidroliz derecesi sağlayan enzim tipi yine VEA ile desteklenmiştir. Elde edilen sonuçlarda tek başına vurgulu elektrik alanın 5 Hz ve 10 KV güçte en yüksek $5,24 \pm 0,1$ hidroliz derecesine ulaşılmıştır. Enzim karışım oranların tek başına etkisinin tespitinde ise pepsin enziminin (g enzim/ 10 g jelatin) en yüksek hidroliz derecesine $7,774 \pm 0,2$ sahip olduğu anlaşılmıştır. Vurgulu elektrik alan destekli enzimatik hidroliz sonuçlarında ise tavuk derisi jelatini için hidroliz derecesi $17,13 \pm 0,2$ olarak elde edilmiştir. Sonuç olarak, bu çalışma VEA destekli enzimatik hidrolizin tavuk derisi jelatininde moleküler parçalanmayı artıran etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymuş; hem elektrik alanın bağımsız etkisi hem de enzimlerle sinerjik etkisi bilimsel olarak doğrulanmıştır. Bu bulgular, jelatin türevi biyoaktif peptitlerin üretimi ve fonksiyonel gıda bileşenlerinin geliştirilmesi açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Kolajen, peptit, vurgulu elektrik alan, hidroliz.

PRODUCTION OF COLLAGEN PEPTIDES BY PULSED ELECTRIC FIELD-ASSISTED ENZYMATIC HYDROLYSIS METHOD

ABSTRACT

Food-derived bioactive peptides have attracted increasing attention due to their beneficial effects on human health. In recent decades, numerous studies have focused on the enzymatic hydrolysis of collagen or gelatin for the production of bioactive peptides. Collagen is a structural protein found in various connective tissues of animals, such as skin, bone, cartilage, and tendons. Gelatin is obtained through the extraction of collagen, which possesses a high molecular weight in these connective tissues. Subsequent further degradation of gelatin via enzymatic or acidic hydrolysis yields collagen hydrolysates or collagen peptides with lower molecular weights (<30 kDa). In this study, the effect of pulsed electric field (PEF) treatment on the enzymatic hydrolysis of chicken skin gelatin was investigated. For this purpose, a PEF system consisting of two main components, a pulsed high-voltage control board and a cylindrical electrode unit, was designed and integrated into the hydrolysis process. To determine the independent effect of PEF on hydrolysis, gelatin samples were exposed solely to the electric field; additionally, pepsin and protease enzymes were used to identify the enzyme type that provides the highest degree of hydrolysis, supported by simultaneous PEF application. According to the results obtained, the application of pulsed electric field (PEF) alone at 5 Hz and 10 kV achieved a maximum degree of hydrolysis of 5.24 ± 0.1 . In assessing the independent effect of enzyme ratios, it was determined that pepsin (g enzyme/10 g gelatin) yielded the highest degree of hydrolysis, reaching 7.774 ± 0.2 . In the PEF-assisted enzymatic hydrolysis trials, the degree of hydrolysis for chicken skin gelatin was found to be 17.13 ± 0.2 . Overall, the findings demonstrate that PEF-assisted enzymatic hydrolysis is an effective approach for enhancing molecular degradation in chicken skin gelatin. Both the independent effects of the electric field and its synergistic interaction with enzymes were scientifically confirmed. These results highlight the significant potential of this method for the production of gelatin-derived bioactive peptides and the development of functional food ingredients.

Keywords: Collagen, peptide, pulsed electric field, hydrolysis.

1. GİRİŞ

Biyoaktif peptitler, vücut fonksiyonları veya koşulları üzerinde olumlu bir etkiye sahip olan ve sağlığı etkileyebilen spesifik parçacıklardır (Capriotti ve ark., 2015). Kolajen hidrolizatlar, çeşitli biyolojik özellikler gösteren yeni biyoaktif peptit kaynakları olarak muazzam bir potansiyel sunmaktadır (Suárez-Jiménez ve ark., 2019). Hidrolize kolajen, düşük molekül ağırlıklı (0,3-8 kDa) küçük peptitlerden oluşur ve hayvanların (örneğin sığır, domuz ve balık)

kemik, deri ve bağ dokusundan elde edilen doğal kolajenden üretilebilir. Kolajen mükemmel bir biyolojik uyumluluğa ve parçalanabilirliğe sahiptir ve zayıf bir alerjendir; düşük molekül ağırlığı sayesinde hidrolize kolajen insan vücudunda kolayca sindirilir ve emilir.

Kolajen peptitleri ana protein olan kolajen molekül veya kısmi hidrolize edilmiş olan jelatinden elde edilebilmektedir. Kolajen ve/veya jelatin enzimatik, termal veya kimyasal hidroliz yoluyla parçalanabilmekte ve daha küçük molekül ağırlığına sahip kolajen hidrolizatı veya kolajen peptitleri elde edilmektedir. Hidroliz, yalnızca peptitlerin boyutunu değil, aynı zamanda fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerini de etkilemektedir (León-López ve ark., 2019).

Bu çalışmada kolajen peptitlerin elde için vurgulu elektrik alan sistemi uygulanmış ve enzim hidroliz işleminin ön işlemi olarak denenmiştir. Söz konusu kolajen peptitleri eldesi için standart metotla elde edilen tavuk derisi jelatini peptit üretimi için kullanılmıştır. Vurgulu elektrik alan sisteminin etkisi ve hidroliz edebilme yeteneğinin yanında enzimatik hidroliz öncesi uygulama olarak uygulanmıştır.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

Jelatin ekstraksiyonu için kullanılan tavuk derisi yerel marketlerden temin edilmiştir. Tavuk derisinin üzerinde bulunan et parçaları uzaklaştırıldıktan sonra -18°C’de muhafaza edilmiştir. Çalışmada kullanılan enzimler, pepsin ve Protease, Novozymes Co. (Kalundborg, Danimarka) şirketinden tedarik edildi.

2.2. Metot

2.2.1. Tavuk derisinden jelatin eldesi

Tavuk derisinde jelatin ekstraksiyonu için Sarbon vd. (2013), önerdiği metod modifiye edilerek uygulanmıştır. Derideki safsızlıkların uzaklaştırılması için öncelikle dondurarak kurutucu yardımıyla 18 saat boyunca kurutulan deriler kenar uzunluğu 4 cm olan kare şeklinde kesilmiştir. Akabinde 1/25 oranında n-hekzan karıştırılarak çalkalamalı inkübatörde (Lab-Line, ABD) 5 saat muamele edilmiş ve yağın uzaklaştırılması sağlanmıştır. Elde edilen deriler 1/20 (g/L) önce 0.1 M NaOH ile daha sonra oranında 0.1 M HCl ile muamele edilmiştir. Asit ve alkali işlemleri sonrası deri örnekleri musluk suyuyla 3 defa yıkanmış ve süzölmüştür (Cansu & Boran, 2022). Jelatin ekstraksiyonu 55°C’de 4 saatte gerçekleştirilmiştir.

2.2.2. Vurgulu elektrik alan sistemi tasarımı (VEA)

Elde edilen jelatinin hidrolizi ve kolajen peptitlerin eldesi için tasarlanan vurgulu yüksek gerilim kontrol kartı ve silindirik elektrot sistemi olmak üzere iki ana bileşenden oluşan bir VEA ünitesi kullanılmıştır (Şekil 1).

Şekil 1. Jelatin hidrolizi için kullanılan vurgulu elektrik alan sistemi



2.2.3. Jelatinin Vurgulu elektrik alan (VEA) ile hidrolizi

Tasarlanan vurgulu elektrik alan sisteminin jelatinin ne düzeyde parçaladığını tespit etmek amacıyla ön denemeler gerçekleştirilmiştir. Ön denemeler sonucundan farklı frekanslarda yapılan vurgulu elektrik alanın etkisinin tespiti için Tablo 1’de belirtilen deneme tasarımı benimsenmiştir. Hidroliz derecesi bağımsız değişken olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Vurgulu elektrik alan deneme tasarımı

Deneme	Hz	Süre (dak)
1	1	180
2	3	180
3	5	180

2.2.4. Jelatinin enzimatik hidrolizi

Tavuk derisi jelatininden 5 g tartılmış ve 100 mL saf su eklenerek ve 60 °C’de su banyosunda çözündürülmüştür. Hazırlanan çözeltiler Tablo 2’de belirtilen deneme tasarımı uygulanmıştır. Enzim uygulamasından önce pepsin enzimi için çözeltinin pH derecesi %3’lük HCl ile 2’ye ayarlanmış ve 37 °’de 3 saat muamele edilmiştir. Protez enzimi için pH değeri 7.0’a 0.1 N NaOH ile ayarlanmış ve 55°C’de 3 saat muamele edilmiştir. Her enzim uygulamasından sonra enzim inaktivasyonu için çözeltiler 90°C’de 15 dakika bekletilmiştir. Elde edilen hidrolizatlar polipropilen tabaklara dökülerek 60°C deki etüvde kurutulup toz haline getirilmiştir (Herrera-Lavados ve ark., 2025).

Tablo 2. Enzimatik hidroliz deney tasarımı

Deneme	Enzim karışım oranları (g /10 g)	
	Pepsin	Proteaz
1	1	-
2	0,75	0,25
3	0,5	0,5
4	-	1

2.2.5. Jelatinin VEA destekli hidroliz tasarımı

Jelatinin etkili bir şekilde hidrolizi için ayrı ayrı gerçekleştirilen VEA sistemi ve enzimatik hidroliz için belirlenen optimum koşullar ardı ardına uygulanmıştır. Bunun için; Jelatin örnekleri öncelikle en iyi VEA koşullarından hidroliz edilmiş ardından ön denemeler sonucunda en yüksek hidroliz koşullarının veren enzim ve/veya enzim oranı ve koşullarında hidroliz edilmiştir. Her iki işlemin sonunda elde edilen kolajen peptitlerinin hidroliz dereceleri tespit edilmiştir (Herrera-Lavados ve ark.,2025).

2.2.6. Hidroliz derecesi

Jelatin örneklerinin her bir aşmasında gerçekleştirilen hidroliz derecesinin tespiti için titrasyon yöntemi kullanılmıştır. Titrasyon yöntemi için, 1,5 g kurutulmuş kolajen hidrolizatı, 50 mL damıtılmış suda çözüldü ve 0,1 N NaOH ile pH 7,0±0,1 ayarlandı. Daha sonra, bu çözeltiye 10 mL formaldehit (%38, v/v) eklendi ve oda sıcaklığında 5 dakika bekletildi. Titrasyon, pH 8,5 ± 0,1'e ulaşana kadar NaOH (0,1 N) ile yapıldı. Kullanılan NaOH miktarı not edildi ve DH aşağıdaki denklemlerle belirlendi (Denklem 1 ve 2). (Noman ve ark. 2018).

$$\text{Serbest amino grup (\%)} = \frac{A \times B \times 0.014007}{C} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Hidroliz derecesi (\%)} = \frac{\text{Serbest amino grup}}{\text{Toplam nitrojen}} \times 100 \quad (2)$$

A: NaOH miktarı (mL),

B: NaOH konsantrasyonu (0,1 M)

C: numune miktarı (1,5 g)

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Vurgulu elektrik alan ile jelatin hidrolizi

Elde edilen tavuk derisi jelatini tasarımı gerçekleştirilen Vurgulu Elektrik Alan (VEA) sistemi kullanılarak hidroliz edilmiştir. Farklı frekans değerlerinde gerçekleştirilen denemelere ait hidroliz düzeyi Tablo 3'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlarda VEA sisteminin frekans değerindeki artış hidroliz düzeyinin nispeten artırdığı tespit edilmiştir. Bu durum elektrik alan vurgu düzeyinin jelatinin protein zincirlerinde daha fazla tahribat yaratmasıyla ilişkilendirilebilir Li ve ark. (2016), daha uzun darbe süresinin soya fasulyesi protein izolatlarının yapısal değişimine neden olduğunu, kısa darbe süresinin ise çok az etkisi olduğunu bulmuştur. VEA işleminin proteinler üzerindeki etkisi, proteinlerin α-heliks ve β-tabaka içeriğini değiştirerek ikincil ve üçüncül yapılarını değiştirme kapasitesiyle ilişkilidir. Bu durum, protein agregasyonuna ve fonksiyonel özelliklerinde değişikliklere neden olabilir (Marín-Sanchez ve ark., 2024; S. Zhang ve ark., 2021). Jelatin hidrolizi için en yüksek hidroliz derecesi veren 5 Hz uygulaması seçilmiştir.

Tablo 3. Jelatinin VEA uygulamasına ait koşullar ve ait hidroliz derecesi

Deneme	VEA koşulları		Hidroliz derecesi
	Hz	Süre (dak)	
1	1	180	4.35±0.2
2	3	180	5.18±0.1
3	5	180	5.24±0.1

3.2. Jelatinin Enzimatik hidrolizi

Hidroliz uygulamaları arasında, enzimatik hidroliz, daha az sorunlu işlem adımları nedeniyle biyoaktif peptitlerin üretimi için uygun olduğu belirtilmiştir (Chauhan ve Kanwar 2020; He ve ark. 2019). Jelatinin enzimatik hidrolizi için kullanılan pepsin ve proteaz enzimleri farklı oranlarda kullanılarak en yüksek hidroliz derecesi takip edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda pepsin enziminin proteaz enziminden daha etkili olduğu ve jelatini daha fazla hidroliz ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca enzim karışımlarında proteaz oranının artması hidroliz derecesinin düşmesine neden olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre jelatinin hidrolizi için en uygun enzim koşulları tek başına pepsin uygulaması seçilmiştir.

Tablo 4. Jelatinin enzimatik hidroliz aşamasına ait enzim oranları ve hidroliz derecesi

Deneme	Enzim karışım oranları (g /10 g)		Hidroliz derecesi
	Pepsin	Proteaz	
1	1	-	7.75±0.2
2	0.75	0.25	5.80±0.1
3	0.5	0.5	5.73±0.3
4	-	1	5.62±0.2

3.3. Jelatinin VEA destekli enzimatik hidrolizi

Gerek VEA gerekse de enzimatik hidroliz demeleri sonucunda elde edilen veriler ile en yüksek hidroliz derecesine sahip VEA ve enzim ile hidroliz arda arda uygulanmıştır. Uygulanan VEA işlemi ile jelatinin ikincil ve üçüncül yapılarının hidrolize edildiği tespit edilmiştir (Marín-Sanchez ve ark., 2024; S. Zhang ve ark., 2021). VEA uygulaması sonrasında uygulanan pepsin enzimi ile hidrolizin tek başına VEA ve tek başına enzim uygulamalarından daha fazla hidroliz oranına ulaşılmıştır. Bu durum VEA uygulamasının enzimatik hidroliz öncesi uygulanabilirliğini ve sinerjistik etkisini ortaya koymuştur. Akaberi ve ark., (2019) VEA sisteminin enzimatik hidroliz öncesi uygulanan bir ön işlem olduğunu ve hidrolizin etkinliğini artırdığını belirtmiştir.

Tablo 5. Jelatinin VEA destekli enzimatik hidrolizine ait işlemler ve hidroliz derecesi

Deneme	İşlem	Hidroliz derecesi
1	VEA	5,50±0,0
2	Pepsin	10,89±0,4
3	VEA + Pepsin	17,13±0,2

SONUÇ

Tavuk derisi jelatinin daha etkili hidrolizi için tasarlanan bu çalışmada enzimatik hidroliz öncesi vurgulu elektrik alan sistemi kullanılmış ve hidroliz düzeyine dair analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlarda; tek başına VEA uygulamasının jelatini kısmi hidrolize uğrattığı tespit edilmiştir. Ayrıca enzimatik hidroliz için seçilen pepsin ve proteaz enzimlerinden en yüksek hidroliz derecesine tek başına pepsin enzimini kullanımı ön plana çıkmıştır. Bu veriler ışığında enzimatik hidroliz öncesi en uygun VEA koşulları uygulanan jelatin örneklerinin pepsin ile enzimatik hidrolizinin daha etkili olduğu ve tek başına uygulamalarından daha yüksek hidroliz derecesine ulaşılmıştır. Bu sonuçlar ışığında tavuk derisi jelatinin enzimatik hidrolizi öncesi VEA uygulamasının etkili olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Cansu, Ü., & Boran, G. (2022). Kinetic evaluation of gelatin extraction from chicken skin and the effect of some extraction parameters. *Journal of Food Process Engineering*, 45(4), e13995.
- Capriotti, A. L., Cavaliere, C., Foglia, P., Piovesana, S., Samperi, R., Zenezini Chiozzi, R., & Laganà, A. (2015). Development of an analytical strategy for the identification of potential bioactive peptides generated by in vitro tryptic digestion of fish muscle proteins. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 407(3), 845-854.
- Chauhan, V., & Kanwar, S. S. (2020). Bioactive peptides: Synthesis, functions and biotechnological applications. In *Biotechnological production of bioactive compounds* (pp. 107-137). Elsevier.
- He, Y., Pan, X., Chi, C. F., Sun, K. L., & Wang, B. (2019). Ten new pentapeptides from protein hydrolysate of miiuy croaker (*Miichthys miiuy*) muscle: Preparation, identification, and antioxidant activity evaluation. *Lwt*, 105, 1-8.
- Herrera-Lavados, C., Tabilo-Munizaga, G., Carvajal-Mena, N., Jara-Quijada, E., Martínez-Oyanedel, J., & Pérez-Won, M. (2025). Obtaining bioactive peptides by enhancing enzymatic hydrolysis of salmon by-product proteins through pulsed electric fields (PEF). *Food Research International*, 208, 116103.
- León-López, A., Morales-Peñaloza, A., Martínez-Juárez, V. M., Vargas-Torres, A., Zeugolis, D. I., & Aguirre-Álvarez, G. (2019). Hydrolyzed collagen—sources and applications. *Molecules*, 24(22), 4031.
- Li MeiJuan, L. M., Lin Jie, L. J., Chen JinQuan, C. J., & Fang Ting, F. T. (2016). Pulsed electric field-assisted enzymatic extraction of protein from abalone (*Haliotis discus hannai* Ino) viscera.
- Marín-Sánchez, J., Berzosa, A., Álvarez, I., Sánchez-Gimeno, C., & Raso, J. (2024). Pulsed Electric Fields Effects on Proteins: Extraction, Structural Modification, and Enhancing Enzymatic Activity. *Bioelectricity*, 6(3), 154-166.
- Noman, A., Xu, Y., Al-Bukhaiti, W. Q., Abed, S. M., Ali, A. H., Ramadhan, A. H., & Xia, W. (2018). Influence of enzymatic hydrolysis conditions on the degree of hydrolysis and functional properties of protein hydrolysate obtained from Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*) by using papain enzyme. *Process Biochemistry*, 67, 19-28.
- Sibilla, S., Godfrey, M., Brewer, S., Budh-Raja, A., & Genovese, L. (2015). An overview of the beneficial effects of hydrolysed collagen as a nutraceutical on skin properties: Scientific background and clinical studies. *Open Nutraceuticals J*, 8(1), 29-42.
- Suárez-Jiménez, G. M., Burgos-Hernández, A., Torres-Arreola, W., López-Saiz, C. M., Velázquez Contreras, C. A., & Ezquerro-Brauer, J. M. (2019). Bioactive peptides from collagen hydrolysates from squid (*Dosidicus gigas*) by-products fractionated by ultrafiltration. *International Journal of Food Science and Technology*, 54(4), 1054-1061.
- Zhang, S., Sun, L., Ju, H., Bao, Z., Zeng, X. A., & Lin, S. (2021). Research advances and application of pulsed electric field on proteins and peptides in food. *Food Research International*, 139, 109914.

KURU DUT ÖZÜTÜNÜN SICAKLIĞA BAĞLI OLARAK BAZI FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN DEĞİŞİMİ

Doç. Dr. Ümran CANSU

Harran University, Vocational School of Organized Industrial Zone, Department of Food Processing,
63250 Eyyübiye, Şanlıurfa

ORCID ID: 0000-0002-0504-8308

ÖZET

Dut (*Morus spp.*), yüksek karbonhidrat içeriği, zengin fenolik bileşen profili ve güçlü antioksidan kapasitesi nedeniyle geleneksel beslenmede ve fonksiyonel gıda araştırmalarında önemli bir meyve olarak tanımlanmaktadır. Özellikle kurutulmuş dut, su aktivitesinin düşmesiyle biyobozunma süreçlerine karşı daha dirençli olmakta ve fenolik bileşiklerin stabilitesinin artması nedeniyle ekstraksiyon çalışmalarında sık tercih edilmektedir. Literatürde kurutma işleminin dutun toplam fenolik madde, flavonoid içeriği ve antosiyanin stabilitesini etkileyen kritik bir faktör olduğu, sıcak su ekstraksiyonunun ise çözünür fenoliklerin verimini belirlediği belirtilmektedir. Bu çalışmada, kuru dut (*Morus spp.*) materyalinden farklı sıcaklıklarda (50, 60 ve 70 °C) sıcak su ekstraksiyonu ile elde edilen özütlerin bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlarda; fenolik madde değişimi 50, 60 ve 70 °C’lerde sırasıyla 62.08±0.05, 60.00±0.00 ve 59.12±0.01 µg GA/mg olarak gerçekleşmiştir. Ekstraksiyon sıcaklığının etkisiyle azalan toplam flavonoid miktarı 50, 60 ve 70 °C için sırasıyla, 17.67±0.06, 16.53±0.01 ve 11.98±0.02 µg Q/ mg olarak elde edilmiştir. Artan ekstraksiyon sıcaklığı ile beraber elde edilen özütlerin kurumadde oranında değişiklik görülmezken, bulanıklık değerinin arttığı tespit edilmiştir. Bunun yanında ekstraksiyon sıcaklığının özütlerin iletkenlik değerinde ciddi artışlara neden olmuştur. Bu bulgular, ekstraksiyon sıcaklığının kuru dut özütlerinin biyoaktif bileşen profili ve fizikokimyasal özellikleri üzerinde belirleyici bir parametre olduğunu ortaya koyarak, optimum ekstraksiyon koşullarının belirlenmesine yönelik gelecekteki çalışmalar için bilimsel temel teşkil etmektedir.

Anahtar kelimeler: Kuru dut, ekstraksiyon, sıcaklık, toplam fenolik, toplam flavonoid,

TEMPERATURE-DEPENDENT CHANGES IN PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF DRIED MULBERRY (*MORUS SPP.*) EXTRACTS ABSTRACT

Mulberry (*Morus spp.*) is valued in both traditional nutrition and functional food research for its high carbohydrate content, diverse phenolic composition, and potent antioxidant activity. Dried mulberries, due to their reduced water activity, exhibit enhanced resistance to spoilage and provide more stable phenolic compounds, making them suitable for extraction studies. Previous research indicates that drying significantly affects total phenolic content, flavonoid levels, and anthocyanin stability, while hot water extraction primarily governs the yield of

soluble phenolics. This study investigated the effects of extraction temperature (50, 60, and 70 °C) on the chemical and physical properties of dried mulberry extracts. Total phenolic content decreased slightly with increasing temperature, measured at 62.08 ± 0.05 , 60.00 ± 0.00 , and 59.12 ± 0.01 µg GA/mg at 50, 60, and 70 °C, respectively. Similarly, total flavonoid content declined from 17.67 ± 0.06 to 11.98 ± 0.02 µg Q/mg across the same temperature range. Dry matter content remained largely unchanged, whereas turbidity and electrical conductivity of the extracts increased with higher extraction temperatures. These findings demonstrate that extraction temperature is a critical factor influencing both the bioactive profile and physicochemical characteristics of mulberry extracts. The results provide essential insights for optimizing extraction conditions, ensuring maximal retention of bioactive compounds, and supporting the development of functional foods and nutraceutical applications.

Keywords: Dried mulberry, extraction, temperature, total phenolic, total flavonoid.

1. GİRİŞ

Dut (*Morus spp.*), içerdiği yüksek karbonhidrat miktarı, zengin fenolik bileşik profili ve güçlü antioksidan kapasitesi nedeniyle hem geleneksel beslenmede hem de fonksiyonel gıda araştırmalarında önemli bir meyve olarak değerlendirilmektedir. Özellikle kurutulmuş dut, su aktivitesinin düşmesiyle biyobozunma riskine karşı daha dirençli hâle gelirken; fenolik bileşiklerin stabilitesinin artması, ekstraksiyon çalışmaları için pratik ve güvenilir bir kaynak oluşturur. Literatürde, kurutma yönteminin özellikle kurutma sıcaklığı ve tekniğinin dutun biyolojik aktif bileşenlerinin korunmasında kritik olduğu vurgulanmıştır. Örneğin, gölgede kurutmayı ve daha düşük sıcaklıkları tercih eden bir çalışma, fenolik bileşiklerin ve antioksidan aktivitelerin daha yüksek düzeyde korunduğunu göstermiştir (Dikme, 2025). Benzer şekilde; sıcak hava, vakum ve dondurarak kurutma tekniklerinin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada ise, en yüksek antosiyanin ve flavonoid içeriğinin dondurarak kurutma ile elde edildiği; sıcak hava kurutmasının ise fenolik stabilitesini azalttığı raporlanmıştır (Zhang vd., 2023). Ayrıca, kurutma sonrası ekstraksiyon aşamasında kullanılan sıcak su veya çözücü gibi yöntemler, elde edilen fenolik ve flavonoid verimini önemli ölçüde etkilemektedir (Przeor & Flaczyk, 2019). Bu nedenle hem kurutma aşamasında hem de ekstraksiyon aşamasında seçilecek parametreler kurutma sıcaklığı, kurutma yöntemi, ekstraksiyon sıcaklığı elde edilecek özütün biyokimyasal ve fizikokimyasal özellikleri üzerinde belirleyici olmaktadır.

Bu çalışmada, kuru dut (*Morus spp.*) materyalinden 50, 60 ve 70 °C sıcaklıklarında sıcak su ekstraksiyonu ile elde edilen özütlerin bazı kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri, toplam

fenolik madde, flavonoid içeriği, iletkenlik, bulanıklık ve kurumadde oranı incelenmiştir. Elde edilen bulgular, ekstraksiyon sıcaklığının biyoaktif bileşen profili ve fizikokimyasal özellikler üzerinde belirleyici olduğunu göstermiş olup, potansiyel olarak optimum ekstraksiyon şartlarının belirlenmesine yönelik bilimsel bir temel sunmayı amaçlamaktadır.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

Çalışmadan kullanılan kuru dut örnekleri Şanlıurfa merkezdeki yerel marketlerden temin edilmiştir. Kullanılan kimyasallar analitik saflıktadır.

2.2. Metot

2.2.1. Kuru dutlardan özütlerin eldesi

Güneşte kurutulmuş dutlar öncelikle blender yardımıyla toz haline getirilmiştir. Her bir ekstraksiyon denemesi; 10 g kuru dut tozu 1:20 oranında saf su ilave edilerek çalkalamalı inkübatörde 150 rpm hızda farklı sıcaklık değerlerinde 1'er saat muamele edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi sonunda; özütlerin tortudan ayrılması için öncelik santrifüje edilmiş (9000 rpm hız) ve kaba filtre kağıdından geçirilmiştir.

2.2.1. Dut özütlerinin biyokimyasal ve fiziksel özellikleri

Farklı ekstraksiyon sıcaklıklarında elde edilen dut özü örneklerinin toplam kuru madde oranları AOAC (1990) tarafından açıklanan yöntemlere göre tespit edilmiştir. Dut ekstraktların pH ve iletkenliği bir multimetre, Hanna, HI-2020 (Hanna instruments, Leighton Buzzard, İngiltere) yardımıyla belirlendi. Özütlerin geçirgenlikleri Cho ve ark. (2004) tarafından belirtilen yöntemle tespit edilmiştir. Özütlerin renk ölçümü bir kolorimetre (CSM4, PCE Instruments, Germany) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.2. Toplam fenolik miktarı

Toplam fenolik içerik, Folin-Ciocalteu yöntemi (Pereira ve ark., 2014) kullanılarak ölçüldü. Dut özütü, 1 mg/mL oluşturmak üzere 200 µL Folin-Ciocalteu reaktifi ile karıştırıldı. 1160 µL damıtılmış su eklendikten sonra, 3 dakika sonra 600 µL %20'lik sodyum karbonat eklendi. Elde edilen karışım oda sıcaklığında 2 saat çalkalandı. Absorbans, standart olarak gallik asit kullanılarak 765 nm dalga boyunda ölçüldü.

2.2.4. Toplam Flavonoid miktarı

Dut özütünde toplam flavonoid içeriği, alüminyum klorür kolorimetrik testi (Ribarova ve ark., 2005) kullanılarak belirlendi. Hazırlanan reaktife karşı absorbans, UV spektrometresi kullanılarak 510 nm'de ölçüldü. Daha sonra, özütün toplam flavonoid içeriği belirlendi ve gram başına miligram kuersetin asit eşdeğeri olarak ifade edildi.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Dut özütlerinin biyokimyasal ve fiziksel özellikleri

Farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen ekstraksiyon işlemleri sonucunda dut özütlerinin kuru madde içeriklerinde belirgin bir değişim gözlenmemiştir. 50 °C, 60 °C ve 70 °C’de elde edilen özütlerde kuru madde oranları birbirine oldukça yakın bulunmuştur. pH değerinde ise sıcaklık artışıyla birlikte hafif bir yükselme meydana gelmiştir. İletkenlik değerleri sıcaklık arttıkça belirgin biçimde artmış; 50 °C’de 1740 μ S/cm olan iletkenlik 70 °C’de 2185 μ S/cm’ye yükselmiştir. Bu durum, yüksek sıcaklığın çözeltide daha fazla iyon salınımına neden olduğunu göstermektedir. Benzer bulgular, dut ekstraktlarında sıcaklık artışıyla iyonik çözünürlüğün yükseldiğini bildiren çalışmalarla uyumludur (Zhang et al., 2023). Bulanıklık değerleri de sıcaklık artışıyla birlikte yükselme eğilimi göstermiştir. Bu durum, daha yüksek sıcaklıklarda çözünmeyen bileşiklerin veya partiküllerin daha fazla çözeltide askıda kalmasıyla ilişkilendirilebilir. Renk değerleri incelendiğinde ise özellikle L* (parlaklık) değerinin sıcaklıkla birlikte arttığı görülmektedir.

Tablo 1. Dut özütlerine ait biyokimyasal ve fiziksel özellikler

Ekstraksiyon sıcaklığı (C°)	Kuru madde (%)	pH	İletkenlik (μ S/cm)	Bulanıklık (%)	L	a*	b*
50°C	8.20±0.1	5.12±0.1	1740±24	10.50±0.3	15.29±0.1	2.41±0.5	0.17±0.0
60°C	8.10±0.1	5.11±0.2	1850±30	6.65±0.1	21.11±0.3	2.11±0.3	1.0±0.1
70°C	8.20±0.1	5.17±0.2	2185±18	7.32±0.2	28.35±0.0	2.33±0.1	0.17±0.0

3.2. Dut özütlerinin toplam fenolik ve flavonoid oranları

Toplam fenolik madde miktarı sıcaklık arttıkça çok büyük değişiklik göstermemiş; ancak hafif bir azalma eğilimi gözlenmiştir. 50 °C’de 62.08 μ g GA/mg olan toplam fenolik içerik, 70 °C’de 59.12 μ g GA/mg olarak ölçülmüştür.

Toplam flavonoid içeriği ise sıcaklık artışına daha duyarlı bulunmuştur. 50 °C’de 17.67 μ g Q/mg olan flavonoid seviyesi, 70 °C’de 11.98 μ g Q/mg’ye düşmüştür. Flavonoidlerin fenolik maddelere kıyasla ısıya daha duyarlı olduğu literatürde de bildirilmektedir (Przeor & Flaczyk, 2019). Bu bulgular, yüksek sıcaklığın özellikle flavonoid bileşiklerinde kayıplara yol açtığını göstermektedir. Özütleme sıcaklığının toplam fenolik miktarında değişim yaratmazken, özütlerin toplam flavonoid miktarları sıcaklık artışı ile beraber azalmıştır. Benzer şekilde, dut türlerinde yapılan bazı çalışmalarda da sıcaklığın artmasıyla antioksidan bileşenlerde azalma olduğu ifade edilmiştir (Dikme, 2025).

Tablo 2. Farklı sıcaklıklarda elde edilen dut özütlerinin toplam fenolik ve flavonoid miktarları

Ekstraksiyon sıcaklığı (C°)	Toplam fenolik (µg GA/mg)	Toplam flavonoid (µg Q/ mg)
50°C	62.08±0.05	17.67±0.06
60°C	60.00±0.00	16.53±0.01
70°C	59.12±0.01	11.98±0.02

4. SONUÇ

Sonuçlar, ekstraksiyon sıcaklığının dut özütlerinin biyoaktif bileşen profili ve fizikokimyasal özellikleri üzerinde belirleyici bir parametre olduğunu ortaya koymaktadır. Özütleme için 70 °C'lik bir sıcaklık, çözünür iyon miktarını artırmış ancak flavonoid kaybı oluşturmuştur. Dolayısıyla 50–60 °C aralığı, fenolik/flavonoid stabilitesi açısından daha uygun görünmektedir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda sıcaklığın özellikle flavonoidler üzerinde bozucu etkisi bulunduğu literatürle uyumludur. Optimum ekstraksiyon sıcaklığının belirlenmesinde hem biyoaktif bileşenlerin korunması hem de çözeltinin fiziksel özelliklerinin dikkate alınması gerekmektedir.

5. KAYNAKÇA

- AOAC, Official Methods of Analysis. Fifteenth edition. Association of Official Analysis Chemists, Washington, DC, 1990.
- Cho, S. M., Kwak, K. S., Park, D. C., Gu, Y. S., Ji, C. I., Jang, D. H., ... & Kim, S. (2004). Processing optimization and functional properties of gelatin from shark (*Isurus oxyrinchus*) cartilage. *Food hydrocolloids*, 18(4), 573-579.
- Dikme, T. G. (2025). *Preservation of bioactive compounds in mulberry species (Morus spp.) under different drying conditions. Scientific Reports.*
- Pereira, V. P., Knor, F. J., Velloso, J. C. R., & Beltrame, F. L. (2014). Determinação de compostos fenólicos e atividade antioxidante dos chás, verde, preto, e branco, de *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, Theaceae. *Revista Brasileira de plantas medicinais*, 16, 490-498.
- Przeor, M., & Flaczyk, E. (2019). Air-drying temperature changes the content of the phenolic acids and flavonols in white mulberry (*Morus alba* L.) leaves. *Ciência Rural*, 49(11).
- Ribarova, F., Atanassova, M., Marinova, D., Ribarova, F., & Atanassova, M. J. J. C. M. (2005). Total phenolics and flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. *JU chem. Metal*, 40(3), 255-260.
- Zhang, Y., Li, X., & Wang, J. (2023). Effect of different drying techniques on the bioactive compounds, antioxidant ability, sensory and volatile flavor compounds of mulberry. *Foods*, 13(16), 2492.

JASMONİK ASİT UYGULAMASININ *ACHILLEA GYPSICOLA*'DA TERPENOID SENTEZİNİ TEŞVİK EDİCİ ETKİSİ

Doç. Dr. Muhammed Akif AÇIKGÖZ

Ordu University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, 52200, Ordu

ORCID ID: 0000-0003-2436-5605

Dr. Öğretim Üyesi Seçil EKER

Ordu University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 52200, Ordu

ORCID ID: 0000-0002-5409-6226

ÖZET

Bitkiler, büyüme için gerekli olmasa da patojenlere, otçullara ve çevresel strese karşı savunmada önemli roller oynayan ikincil metabolitler sentezler. Terpenoidler, fenolikler ve flavonoidler, bitki savunmasındaki rolleri ve ilaç ve tarımdaki kullanımları nedeniyle en çok incelenenler arasındadır. Bu bileşikler, bitki savunma yollarını aktive eden uyarıcı maddeler yoluyla artırılabilir. Lipit bazlı bir fitohormon olan jasmonik asit (JA), bitki stres tepkilerinde önemli bir sinyal molekülü olarak görev yapar. Özellikle tıbbi bitkilerde biyoaktif bileşik üretiminin artırılmasında dışsal uygulamanın umut verici olduğu görülmüştür. JA'nın etkileri model olan türlerde iyi belgelenmiş olsa da, *Achillea gypsicola* Hub-Mor. gibi endemik bitkilerde ikincil metabolizmayı düzenlemedeki rolü henüz yeterince araştırılmamıştır. Bu çalışma, uçucu yağ zenginliğiyle bilinen endemik bir tıbbi bitki olan *A. gypsicola*'daki terpenoid bileşiklerinin biyosentezi üzerinde jasmonik asit uyarımının etkilerini araştırmayı amaçlamaktadır. Bitkilere beş farklı konsantrasyonda (0 mg L⁻¹ [kontrol: su + %1 etanol], 0.1, 0.2, 0.4 ve 0.8 mg L⁻¹) JA yaprak püskürtmeleri şeklinde uygulandı ve örnekler büyüme mevsimleri sırasında iki hasat döneminde toplandı (2021 ve 2022). Borneol, camphor ve 1,8-cineole kantifikasyonu LC-MS/MS analizi kullanılarak gerçekleştirildi ve sonuçlar µg mL⁻¹ olarak ifade edildi. Bu bileşiklerin en yüksek içerikleri, 0.1 mg L⁻¹ ve 0.4 mg L⁻¹ JA ile muamele edilen bitkilerde kaydedildi; borneol için 0.89 kat (37.20'den 70.32 µg mL⁻¹'ye), camphor için 1.24 kat (63.4'ten 142.2 µg mL⁻¹'ye) ve 1,8-cineole için 1.44 kat (78.1'den 190.6 µg mL⁻¹'ye) artışlar görüldü. Borneol seviyeleri 0.2, 0.4 ve 0.5 mg L⁻¹ JA uygulamaları altında arttı ancak 0.8 mg L⁻¹'de sabitlendi; ve değerler istatistiksel olarak kontrole benzerdi. Buna karşılık, camphor ve 1,8-cineole için böyle bir doyum noktası gözlemlenmemiştir; çünkü bunların konsantrasyonları test edilen dozlarda artmaya devam etmiş ve bu da tanımlanmış bir üst eşik değeri olmayan doz bağımlı bir tepkiyi göstermiştir. Bulgular, JA'nın terpenoid biyosentez yolları üzerinde doza bağlı bir uyarıcı etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, JA'nın yaprak uygulaması, *A. gypsicola*'da terpenoid sentezini artırmak için etkili bir uyarım stratejisidir. Bu çalışma, JA'nın ikincil metabolizma düzenlemesindeki rolünü desteklemekle

kalmayıp, aynı zamanda özellikle terpenoid endüstrisinde ticari değeri olan tıbbi bitkilerin fitokimyasal profilinin iyileştirilmesinde potansiyel uygulamasını da vurgulamaktadır.

Anahtar kelimeler: Aromatik bitkiler, biyoaktif bileşikler, uyarım, temel bileşen analizi

**JASMONIC ACID ELICITATION PROMOTES TERPENOID SYNTHESIS IN
*ACHILLEA GYPSICOLA***

ABSTRACT

Plants synthesize secondary metabolites that, while not essential for growth, play crucial roles in defense against pathogens, herbivores and environmental stress. Terpenoids, phenolics and flavonoids are among the most studied due to their roles in plant defense and their uses in pharmaceuticals and agriculture. These compounds can be enhanced through elicitors substances that activate plant defense pathways. Jasmonic acid (JA), a lipid-based phytohormone, serves as a key signaling molecule in plant stress responses. Its exogenous application has shown promise in boosting bioactive compound production, especially in medicinal plants. Although JA's effects are well-documented in model species, its role in regulating secondary metabolism in endemic plants like *Achillea gypsicola* Hub-Mor. remains underexplored. The present study aimed to investigate the effects of jasmonic acid elicitation on the biosynthesis of terpenoid compounds in *A. gypsicola*, an endemic medicinal plant known for its essential oil richness. Plants were subjected to foliar sprays of JA at five different concentrations (0 mg L⁻¹ [control: water + 1% ethanol], 0.1, 0.2, 0.4 and 0.8 mg L⁻¹) and samples were collected from two harvest periods during consecutive growing seasons (2021 and 2022). The quantification of borneol, camphor and 1,8-cineole was conducted using LC-MS/MS analysis, and results were expressed in µg mL⁻¹. The highest contents of these compounds were recorded in plants treated with 0.1 mg L⁻¹ and 0.4 mg L⁻¹ JA with enhancements of 0.89-fold for borneol (from 37.20 to 70.32 µg mL⁻¹), 1.24-fold for camphor (from 63.4 to 142.2 µg mL⁻¹) and 1.44-fold for 1,8-cineole (from 78.1 to 190.6 µg mL⁻¹), respectively. Borneol levels increased under 0.2, 0.4 and 0.5 mg L⁻¹ JA treatments but plateaued at 0.8 mg L⁻¹, where values were statistically like the control. In contrast, no such saturation point was observed for camphor and 1,8-cineole, as their concentrations continued to rise across the tested doses, indicating a dose-dependent response without a defined upper threshold. The findings suggest a dose-dependent stimulatory effect of JA on terpenoid biosynthesis pathways. In conclusion, the foliar application of JA is an effective elicitation strategy for enhancing terpenoid synthesis in *A. gypsicola*. This study not only supports the role of JA in secondary metabolism regulation but also highlights its potential application in optimizing the

phytochemical profile of medicinal plants, particularly those with commercial value in the terpenoid industry.

Keywords: Aromatic plants, bioactive compounds, elicitation, principal component analysis

1. INTRODUCTION

Phenolic compounds represent a cornerstone of the bioactivity of medicinal and aromatic plants (MAPs), with their wide-ranging therapeutic effects extensively documented. As non-volatile secondary metabolites including flavonoids and phenolic acids they are renowned for their strong antioxidant capacities (Betlej et al. 2023), and also demonstrate significant anti-microbial and anti-inflammatory activities (Ugbogu et al. 2024). More recently, their anti-cancer properties have gained scientific attention (Ay et al. 2023a), and their ability to inhibit key metabolic enzymes such as pancreatic lipase, α -glucosidase, and α -amylase points to their potential in managing metabolic syndromes (Tundis et al. 2023).

These multifunctional bioactivities have led to phenolics being widely adopted across industries including pharmaceuticals (Gharsallah et al. 2023), cosmetics (Ben Hsouna et al. 2023) and functional foods (Gholamipourfard et al. 2021). Nevertheless, the development of agronomic practices aimed at boosting phenolic accumulation in field-grown MAPs, particularly in endemic taxa like *Achillea gypsicola*, remains limited. Most research has focused on in vitro systems, with applied, cultivation-based enhancement strategies still largely unexplored (Najafian et al. 2022; Kemal et al. 2023). Phenolic biosynthesis is governed by a complex network of intrinsic and extrinsic factors, including developmental stage (Açıkgöz 2019), genetic background, climatic and environmental conditions (Sharma et al. 2019; Pant et al. 2021), organ specificity (Ay et al. 2023b), and extraction methodologies (Zengin et al., 2023). Therefore, effective enhancement of phenolic content necessitates an integrated approach one that aligns agricultural inputs such as irrigation and fertilization with the plant's physiological cycles. Recent research underlines the importance of synchronizing cultivation practices with these rhythms to improve secondary metabolite production (Dilek et al. 2022; Kırgeç et al. 2023). While phenolics dominate the non-volatile profile of MAPs, essential oils (EOs) derived from *Achillea* species constitute a complementary axis of pharmacological significance. Phytochemical studies have revealed that these volatile oils contain diverse bioactive constituents including borneol, 1,8-cineole, and santolina alcohol (Vojoudi et al. 2024), α -bisabolol (Ilardi et al., 2024), camphor, nerolidol and piperitone (Niazipoor et al. 2024), as well as α -terpineol, caryophyllene and chamazulene (Yapar et al. 2024). These compounds are associated with antimicrobial, anti-inflammatory, antioxidant, and anti-diabetic activities

(Farajpour et al. 2024; Huang et al. 2024; Kbaydet et al. 2024). Moreover, EO profiles are known to display chemotaxonomic patterns that reflect genetic and ecological determinants. However, research has predominantly prioritized EO yield and compositional optimization for economic reasons, often sidelining the study of other metabolite classes (Amssayef et al. 2024; Gabbanini et al. 2024; Raudone et al. 2024). With 59 native species, 31 of which are endemic, *Achillea* represents one of the richest genera in Turkey's flora (Açıkgöz 2020). Its extensive distribution across varied eco-geographical zones offers a unique platform for investigating how biological and environmental variables influence secondary metabolite production. A shift from descriptive phytochemical studies to process-driven cultivation-based strategies may unlock new opportunities for pharmacological innovation and sustainable resource management in *Achillea* taxa. Among metabolic elicitors, jasmonic acid (JA) and its methylated derivative, methyl jasmonate (MeJA), have emerged as key modulators of plant defense metabolism. These molecules are pivotal in the plant's hormonal signaling network, particularly under biotic and abiotic stress conditions (Loake and Grant 2007; Bari and Jones 2009). MeJA, often acting synergistically with ethylene, induces the expression of defense-related genes such as *ERF1* (Berrocal-Lobo et al. 2002; Lorenzo et al. 2003), and reinforces cell wall integrity via lignin biosynthesis, thereby enhancing physical barriers against pathogens (Mandal 2010; Dong and Lin 2021). A recent study by Real et al. (2025) demonstrated that MeJA treatment upregulated *ERF1* gene expression in *Prunus amygdalus*, contributing to partial resistance against *Polystigma amygdalinum*. Nonetheless, MeJA can also suppress vegetative growth (Krokene et al. 2008; Real et al. 2025), highlighting the need for careful calibration in its agricultural application to avoid growth-tradeoffs. Endemic to Central Anatolia, *Achillea gypsicola* is currently listed as “vulnerable” in Turkey's national Data Book due to its narrow distribution and ecological fragility. It is particularly valued for its antioxidant and antimicrobial activities, attributed to EO constituents such as camphor, 1,8-cineole, borneol, menthone and menthol. These bioactive compounds are of interest to both the pharmaceutical and cosmetic sectors. Existing research on *A. gypsicola* has largely focused on secondary metabolite profiling in wild populations (Açıkgöz 2019; Açıkgöz 2020) and cell suspension cultures (Açıkgöz 2017), with limited exploration into agronomic or elicitor-based enhancement of phytochemical output. In conclusion, while *A. gypsicola* holds significant pharmacological promise, its full potential remains untapped due to a lack of cultivation-based approaches. Bridging this knowledge gap through integrative agronomic and elicitor-driven

strategies could enhance the phytochemical richness and therapeutic applicability of this valuable endemic species.

Due to the limited availability of data concerning the cultivation and metabolic enhancement of *Achillea gypsicola*, the present research holds significant relevance. It focuses on exploring the influence of specific agronomic practices particularly the use of elicitors like jasmonic acid (JA) on the modulation of key secondary metabolites. Accordingly, the study is designed with the following primary objectives:

- (i) To determine the impact of JA treatment on the accumulation of borneol,
- (ii) To assess changes in camphor levels, and
- (iii) To evaluate the response of 1,8-cineole content in *A. gypsicola*.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Field conditions and experimental design

Seeds of *Achillea gypsicola* were sourced from the Department of Field Crops at Ordu University and taxonomically authenticated (Voucher No. 5810, Gazi University Herbarium). Following their collection on August 11, 2020, seeds were cleaned and stored at +4 °C. They were subsequently sown at a depth of 3–4 cm in open field conditions located in İskilip, Çorum, Turkey (40°44'N, 34°28'E). The experimental soil was classified as light loam, with an alkaline pH of 8.78 and low organic matter content (0.12%). A randomized complete block design (RCBD) was employed, incorporating four replicates. Foliar applications of jasmonic acid were administered at five different concentrations control (water + ethanol), 0.1, 0.2, 0.4, and 0.8 mg L⁻¹ during the full flowering phase, specifically on June 5, 2021, and again on June 9, 2022. On August 19, 2022, a total of 15 plants were harvested, shade-dried at ambient temperatures (22–24 °C), and subsequently ground to a fine powder for phytochemical analysis. The results regarding the climate characteristics of the trial area are presented in Figures 1, 2 and 3.

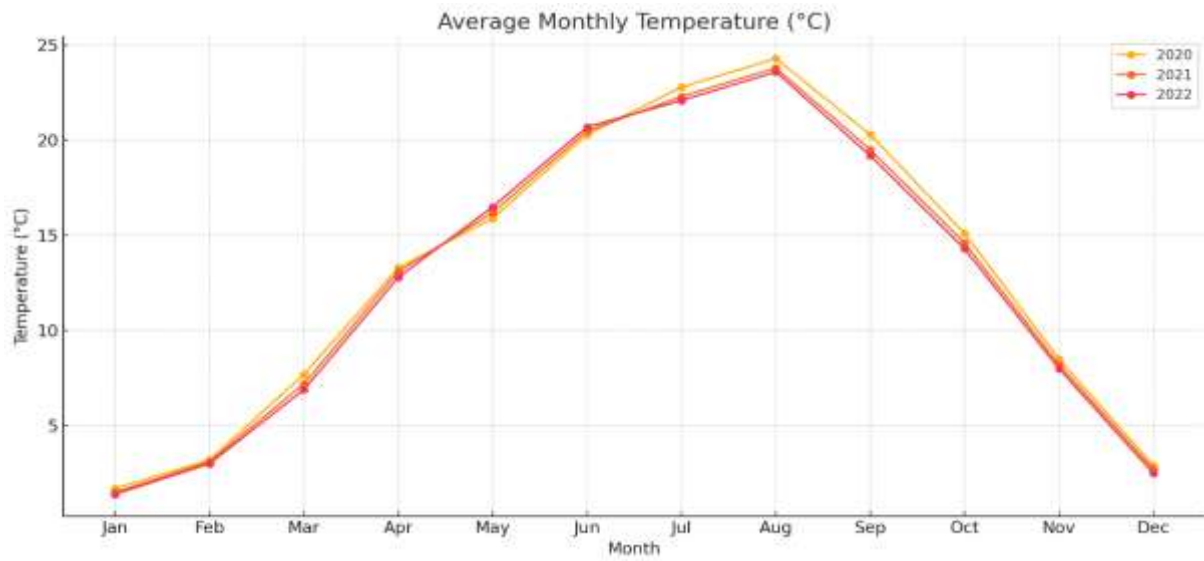


Figure 1. Temperature data

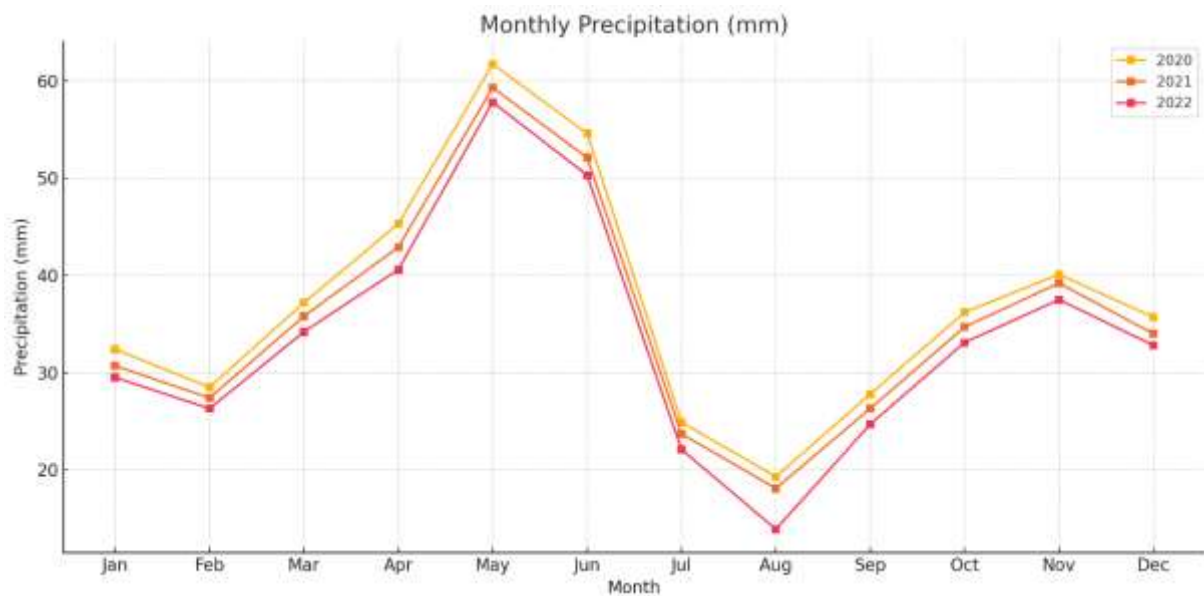


Figure 2. Precipitation data

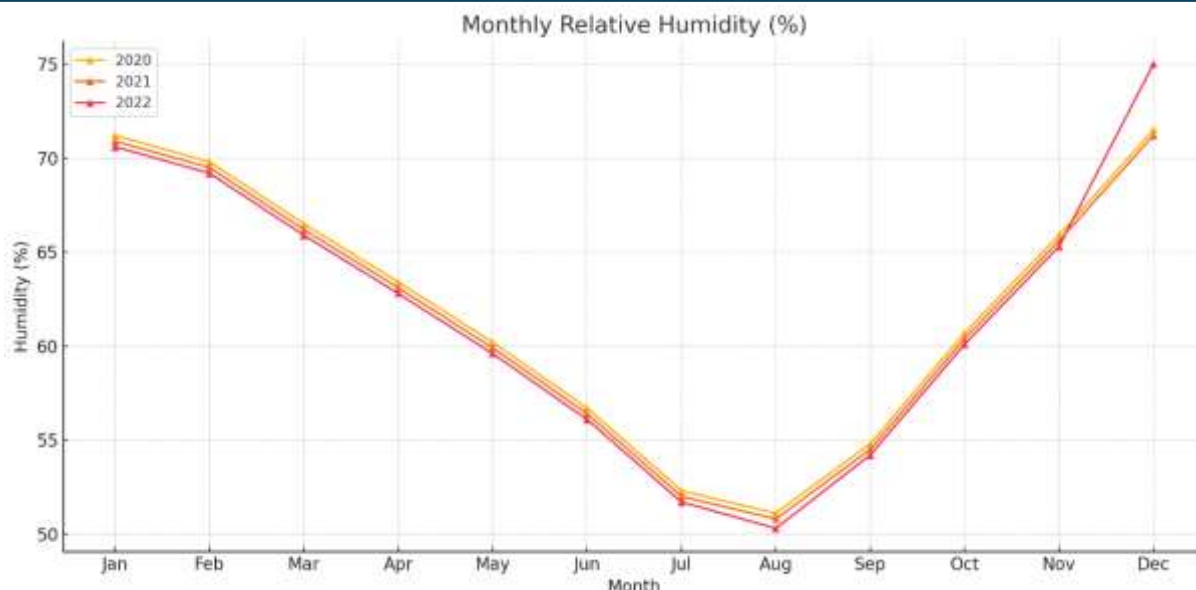


Figure 3. Relative humidity data

2.2. Chemicals

All chemical reagents used in the biochemical assays, including jasmonic acid, gallic acid, quercetin, aluminum chloride, and related standards, were procured from Sigma-Aldrich (USA) and Merck (Germany).

2.3. Terpenoid compound extraction

For the quantitative assessment of terpenoid compounds, 0.5 g of dried and powdered plant material was extracted using 10 mL of a methanol-dichloromethane (1:1, v/v) solvent mixture. The extraction process was carried out under ultrasonic agitation for 60 minutes to enhance compound release. Following extraction, the supernatant was carefully collected and filtered through a 0.45 μm membrane to eliminate particulates. The resulting clear filtrate was subjected to analysis using liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry (LC-MS/MS), following method-specific optimizations.

2.4. LC-MS/MS-Based Quantification of Borneol, Camphor and 1,8-Cineole

Separation and detection of target terpenoids were performed on an ODS Hypersil C18 column (150 $\times$ 2 mm, 4 μm , 80 $\text{\AA}$, Phenomenex), using a Thermo Finnigan LC-MS/MS system (Dreieich, Germany). A binary gradient elution was employed, consisting of 0.1% formic acid in water (Solvent A) and 0.1% methanol (Solvent B). After each injection, the gradient was returned to its initial composition and held for 4 minutes to allow for system re-equilibration. The flow rate was maintained at 0.2 mL/min, with an injection volume of 10 μL , and the column oven was set to 30 $^{\circ}\text{C}$. Mass spectrometric analysis was performed in positive electrospray ionization mode (ESI⁺), with a spray voltage of 3.5 kV. Sheath and auxiliary gas flows were

adjusted to 5 and 35 arbitrary units, respectively. Collision-induced dissociation (CID) was applied at 11 V using argon as the collision gas at a pressure of 1.0 arbitrary unit. During method optimization, borneol, camphor, and 1,8-cineole were analyzed in full scan product ion mode, revealing m/z 135 and 153 as key fragments. For the labeled standards (m/z 174), major product ions appeared at m/z 138 and 156 using the same CID settings. Multiple reaction monitoring (MRM) transitions for unlabeled compounds included $171 \rightarrow 135$ and $171 \rightarrow 153$, while labeled compounds were monitored at $174 \rightarrow 138$ and $174 \rightarrow 156$. Fragmentation voltages of 10 and 11 V were used to generate these transitions. The chromatographic peak width was set at 0.7, with a scan duration of 0.2 seconds and a mass scan window of ± 0.7 amu. Certified reference materials for borneol, camphor, and 1,8-cineole were obtained from Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA), and calibration curves were constructed using standard dilutions ranging from 1 to 200 $\mu\text{g/mL}$. Calibration parameters, including correlation coefficients (R^2), were calculated to validate quantification accuracy.

2.5. Statistical analysis

To verify the homogeneity of variances, the Levene's test was employed. Following this, data were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA) through the SAS-JMP software (version 10). Post hoc comparisons of group means were conducted using the Least Significant Difference (LSD) test at a 95% confidence level. Results are reported as mean values $\pm$ standard deviation (SD). In order to examine the associations among different variables, principal component analysis (PCA) was performed. Additionally, Pearson correlation coefficients were computed to assess the relationships between compound concentrations and antioxidant activity, using SPSS software (version 26, IBM Corp., Chicago, USA).

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Terpenoid profile and correlation analysis via pearson and PCA

The quantification of borneol, camphor and 1,8-cineole was conducted using LC-MS/MS analysis and the results were stated as $\mu\text{g mL}^{-1}$. The effects of JA applications used to *A. gypsicola* on the collection of terpenoids are exhibited in Table 1. Hence, the highest contents of borneol, camphor, and 1,8-cineole were obtained from JA 0.4 mg L^{-1} , JA 0.2 mg L^{-1} , and JA 0.4 mg L^{-1} treatments with an enhance of 0.54-fold (from 37.20 to 57.38 $\mu\text{g mL}^{-1}$), 0.67-fold (from 63.4 to 105.6 $\mu\text{g/mL}$), and 0.94-fold (from 78.1 to 151.2 $\mu\text{g/mL}$), respectively (Table 1).

Table 1. Effects of jasmonic acid (JA) applied to *A. gypsicola* as foliar spray at different doses on the full flowering stage on borneol, camphor and 1,8-cineole ($\mu\text{g/mL}$) (mean of two years).

Treatments	Borneol ($\mu\text{g/mL}$)	Camphor ($\mu\text{g/mL}$)	1,8-Cineole ($\mu\text{g/mL}$)
Control (water + ethanol)	37.20 ± 1.10^d	63.40 ± 0.83^d	78.10 ± 1.10^d
JA 0.1 mg L^{-1}	42.20 ± 0.18^c	88.52 ± 0.25^b	80.15 ± 1.20^d
JA 0.2 mg L^{-1}	45.40 ± 0.30^b	105.60 ± 0.18^a	103.70 ± 0.80^c
JA 0.4 mg L^{-1}	57.38 ± 1.00^a	90.40 ± 0.50^b	151.20 ± 0.75^a
JA 0.8 mg L^{-1}	46.52 ± 0.40^b	86.50 ± 0.32^c	115.40 ± 0.60^b

[a] JA: Jasmonic acid; [b] The results are expressed as means $\pm$ SD ($n=3$); [c] Means with similar letter in % 5 level of LSD test are not significant.

The study investigated the influence of foliar applications of jasmonic acid (JA) at varying concentrations on the accumulation of key monoterpenes borneol, camphor, and 1,8-cineole in *Achillea gypsicola* during its full flowering stage. The untreated control (water + ethanol) exhibited the lowest levels of all three compounds, with borneol at $37.20 \mu\text{g/mL}$, camphor at $63.40 \mu\text{g/mL}$, and 1,8-cineole at $78.10 \mu\text{g/mL}$. As the JA concentration increased, a notable enhancement in the production of these secondary metabolites was observed. The application of 0.4 mg L^{-1} JA resulted in the highest concentration of borneol ($57.38 \mu\text{g/mL}$) and 1,8-cineole ($151.20 \mu\text{g/mL}$), indicating a dose-dependent metabolic stimulation. Interestingly, the most pronounced accumulation of camphor ($105.60 \mu\text{g/mL}$) occurred at the 0.2 mg L^{-1} dose, suggesting that different compounds may peak at different hormonal thresholds. These findings highlight the regulatory role of jasmonic acid in modulating the biosynthesis of volatile terpenoids in *A. gypsicola*. The results imply that while a 0.4 mg L^{-1} JA treatment is optimal for maximizing borneol and 1,8-cineole content, moderate levels (specifically 0.2 mg L^{-1}) may be more favorable for enhancing camphor production. Higher doses (such as 0.8 mg L^{-1}) did not consistently improve yields and, in some cases, appeared to exert a plateau or even inhibitory effect, underscoring the importance of dose optimization. From a biotechnological and agricultural perspective, these results suggest that precise hormonal treatments could be strategically employed to elevate the production of high-value essential oil components in medicinal plants. Previous studies have often assessed these monoterpenes based on their percentage ratios in essential oils. For example, El-Esawi et al. (2017) and Gorni et al. (2020) highlighted how stressors and hormonal treatments alter volatile oil composition. Es-sbihi et al. (2020) found that salicylic acid (SA) application increased camphor and 1,8-cineole ratios in *Salvia officinalis*, while Abbaszadeh et al. (2020) reported similar improvements in *Rosmarinus officinalis*. Khodadadi et al. (2022) demonstrated that chitosan (CTS) treatments in *Salvia* species also elevated levels of these monoterpenes under stress. However, studies evaluating the absolute internal concentrations of these terpenoids (not just their essential oil ratios) in

response to JA remain scarce. Açıkgöz (2017) notably observed enhanced camphor synthesis in *A. gypsicola* suspension cultures following CTS stimulation, providing a precedent for elicitor-driven enhancement of specific terpene pathways.

Pearson's correlation coefficients and Principal Component Analysis (PCA) were applied to understand the interrelations among phytochemical and antioxidant parameters. The results indicated that total flavonoid content (TFC), followed by total phenolic content (TPC), were the main contributors to antioxidant potential in the samples. Compounds such as borneol, camphor, and 1,8-cineole were found to be significantly associated with increased DPPH radical scavenging activity and ferrous ion chelation capacity. This supports existing literature; for instance, borneol has been reported to enhance antioxidant capacity (Wang et al. 2017), and Li et al. (2023) found a strong positive correlation between borneol concentration and antioxidant activity. Likewise, Kanyal et al. (2024) suggested that these monoterpenes may directly contribute to antioxidant functions. The biosynthetic origins of borneol and camphor further support these findings, as both are derived from geranyl diphosphate, a central precursor in the monoterpene pathway (Ma et al. 2022). These compounds not only serve antioxidative roles but also exhibit a spectrum of bioactivities, including anti-inflammatory, analgesic, and permeation-enhancing effects, particularly borneol (Hu et al. 2024). Several studies have emphasized the robust correlation between antioxidant activity and TPC/TFC (Farajpour et al. 2024; Ghasemi et al. 2024; Taibi et al. 2024), further validating our results. Moreover, hormones are known to modulate gene expressions associated with stress tolerance and secondary metabolism. JA enhances photosynthetic pigment levels and tissue water retention, which helps mitigate drought effects. JA, a naturally occurring biopolymer, is recognized for its ability to induce secondary metabolite accumulation while promoting resistance to biotic and abiotic stress. Considering this, the upregulation of monoterpenes such as borneol, camphor, and 1,8-cineole under JA treatment may involve similar regulatory mechanisms. Finally, it is important to note the increasing pharmacological interest in these cyclic monoterpenes due to their broad-spectrum bioactivities. Natural compounds like these have gained attention as promising alternatives to synthetic antimicrobials and antioxidants, particularly in addressing challenges like antibiotic resistance and oxidative stress (Akacha et al. 2022; Ben Akacha et al. 2023a, 2023b, 2023c; Ben Hsouna et al. 2023).

4. Conclusions

This study clearly demonstrates the biochemical responsiveness of *Achillea gypsicola* to jasmonic acid (JA) elicitation, particularly in terms of terpenoid compound accumulation. The

experimental findings revealed that the foliar application of JA significantly enhanced the concentrations of borneol, camphor, and 1,8-cineole three key monoterpenes with known biological activity. These increases were not uniform across all doses; instead, they followed a specific pattern where certain compounds reached their maximum levels at specific JA concentrations. Notably, 0.4 mg L⁻¹ JA was the most effective dose for elevating borneol and 1,8-cineole levels, whereas camphor synthesis peaked at 0.2 mg L⁻¹. This illustrates that plant metabolic responses are both compound-specific and dose-sensitive. The biological implication of these results is significant. The enhanced production of these volatile compounds suggests that JA acts as a powerful metabolic signal, capable of activating specific biosynthetic pathways in secondary metabolism. Furthermore, the dose-dependent pattern indicates that *A. gypsicola* has an optimal response window for elicitor stimulation, beyond which no further benefit or even inhibition may occur. This phenomenon highlights the importance of precision in elicitor-based strategies, especially when applied to enhance medicinal plant quality. These findings also provide deeper insight into the potential of controlled elicitation as a sustainable approach to increase the phytochemical richness of endemic and economically valuable plants. Rather than relying solely on wild harvesting or genetic modification, external applications of natural signaling molecules like JA offer an ecologically safe and effective alternative. Such an approach could support both conservation goals and commercial interests, particularly for species like *A. gypsicola*, which are under environmental threat but possess high pharmacological value. In practical terms, this research contributes valuable data for those working in medicinal plant cultivation, phytopharmaceutical development, or essential oil production. It supports the idea that specific hormone treatments, applied at the right developmental stage and concentration, can significantly alter the chemical makeup of plants in desired directions. This opens new pathways for optimizing bioactive compound yields in field-grown medicinal plants. Finally, the study highlights how external signals like jasmonic acid can reshape plant metabolism in a targeted and meaningful way. It lays a foundation for further agronomic and biochemical research into how we can better harness plant potential through smart, nature-aligned interventions.

References

- Abbaszadeh B, Layeghhaghi M, Azimi R, Hadi N. 2020. Improving water use efficiency through drought stress and using salicylic acid for proper production of *Rosmarinus officinalis* L. Industrial Crops and Products, 144, 111893. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111893>.
- Açıkgöz MA. 2017. *Achillea gypsicola* türünde kallus kültürü ile sekonder metabolit üretim potansiyelinin belirlenmesi. Ordu University, Doctoral dissertation, PhD Thesis (Printed), Ordu.

- Açıkgöz MA. 2019. Evaluation of phytochemical compositions and biological properties of *Achillea gypsicola* at different phenological stages. *Chem. Biodivers.* 16(12), e1900373. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201900373>.
- Açıkgöz MA. 2020. Determination of essential oil compositions and antimicrobial activity of *Achillea gypsicola* Hub. Mor. at different plant parts and phenological stages. *J. Essent. Oil Res.* 32 (4), 331–347. <https://doi.org/10.1080/10412905.2020.1750496>.
- Akacha BB, Najar B, Venturi F, Quartacci MF, Saad RB, Brini F, Ben Hsouna A. 2022. A New Approach in Meat Bio-Preservation through the Incorporation of a Heteropolysaccharide Isolated from *Lobularia maritima* L. *Foods*, 11(23), 3935. <https://doi.org/10.3390/foods11233935>.
- Amssayef A, Bouchaane H, Soulaïmani B, Abbad I, Bouadid I, Qabouche A, Eddouks M. 2024. Anti-hyperlipidemic effect and phytochemical analysis of essential oil from *Achillea ageratum* L. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 1-9. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2024.2367049>.
- Ay EB, Açıkgöz MA, Kocaman B, Mesci S, Kocaman B, Yıldırım T. 2023a. Zinc and phosphorus fertilization in *Galanthus elwesii* Hook: Changes in the total alkaloid, flavonoid and phenolic content, and evaluation of anti-cancer, anti-microbial, and antioxidant activities. *Scientia Horticulturae*, 317, 112034. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112034>.
- Ay EB, Açıkgöz MA, Kocaman B, Güler SK. 2023b. Effect of jasmonic and salicylic acids foliar spray on the galanthamine and lycorine content and biological characteristics in *Galanthus elwesii* Hook. *Phytochemistry Letters*, 57, 140-150. <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2023.08.010>.
- Ben Akacha B, Ben Hsouna A, Generalić Mekinić I, Ben Belgacem A, Ben Saad R, Mnif W, Garzoli S. 2023a. *Salvia officinalis* L. and *Salvia sclarea* essential oils: Chemical composition, biological activities and preservative effects against *Listeria monocytogenes* inoculated into minced beef meat. *Plants*, 12(19), 3385. <https://doi.org/10.3390/plants12193385>.
- Ben Akacha B, Garzoli S, Ben Saad R, Brini F, Mnif W, Kačániová M, Ben Hsouna A. 2023b. Biopreservative effect of the tunisian halophyte *Lobularia maritima* flavonoid fraction, used alone and in combination with linalool in stored minced beef meat. *Metabolites*, 13(3), 371. <https://doi.org/10.3390/metabo13030371>.
- Ben Akacha B, Michalak M, Najar B, Venturi F, Taglieri I, Kačániová M, Ben Hsouna A. 2023c. Recent advances in the incorporation of polysaccharides with antioxidant and antibacterial functions to preserve the quality and shelf life of meat products. *Foods*, 12(8), 1647. <https://doi.org/10.3390/foods12081647>.
- Ben Hsouna A, Sadaka C, Generalić Mekinić I, Garzoli S, Švarc-Gajić J, Rodrigues F, Mnif W. 2023. The chemical variability, nutraceutical value, and food-industry and cosmetic applications of citrus plants: A critical review. *Antioxidants*, 12(2), 481. <https://doi.org/10.3390/antiox12020481>.
- Betlej I, Andres B, Cebulak T, Kapusta I, Balawejder M, Jaworski S, Borysiuk P. 2023. Antimicrobial Properties and Assessment of the Content of Bioactive Compounds *Lavandula angustifolia* Mill. Cultivated in Southern Poland. *Molecules*, 28(17), 6416. <https://doi.org/10.3390/molecules28176416>.
- Bari R and Jones JDG. 2009. Role of plant hormones in plant defence responses. *Plant Molecular Biology*, 69(4), 473–488. <https://doi.org/10.1007/s11103-008-9435-0>.
- Berrocal-Lobo M, Molina A, Solano R. 2002. Constitutive expression of ERF1 in *Arabidopsis* confers resistance to necrotrophic fungi. *Plant Journal*, 29(1), 23–32.
- Dilek A, Batı Ay E, Açıkgöz MA, Kocaman B. 2022. The effect of sorbitol applications on total phenolic, flavonoid amount, and antioxidant activity in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 6(4), 614-621. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2022.4.15>.
- Dong N and Lin H. 2021. Contribution of phenylpropanoid metabolism to plant development and plant-environment interactions. *Journal of Integrative Plant Biology*, 63(1), 180–209.
- El-Esawi MA, Elansary HO, El-Shanhorey NA, Abdel-Hamid AM, Ali HM, Elshikh MS. 2017. Salicylic acid-regulated antioxidant mechanisms and gene expression enhance rosemary performance under saline conditions. *Frontiers in physiology*, 8, 716. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00716>.
- Es-sbihi FZ, Hazzoumi Z, Benhima R, Amrani Joutei K. 2020. Effects of salicylic acid on growth, mineral nutrition, glandular hairs distribution and essential oil composition in *Salvia officinalis* L. grown under copper stress. *Environmental Sustainability*, 3, 199-208. <https://doi.org/10.1007/s42398-020-00109-x>.

- Farajpour M, Ebrahimi M, Sadat-Hosseini M, Al-Fekaiki DF, Baghizadeh A. 2024. Multivariate analysis of the phytochemical composition and antioxidant properties in twenty-five accessions across three *Achillea* species. *Scientific Reports*, 14(1), 11843. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-62834-1>.
- Gabbanini S, Neba JN, Matera R, Valgimigli L. 2024. Photochemical and Oxidative Degradation of Chamazulene Contained in *Artemisia*, *Matricaria* and *Achillea* Essential Oils and Setup of Protection Strategies. *Molecules*, 29(11), 2604. <https://doi.org/10.3390/molecules29112604>.
- Ghasemi G, Fattahi M, Alirezalu A. 2024. Screening genotypes and optimizing ultrasonic extraction of phenolic antioxidants from *Rheum ribes* using response surface methodology. *Scientific Reports*, 14(1), 21544. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-72214-4>.
- Gharsallah K, Rezig L, Rajoka MSR, Mehwish HM, Ali MA, Chew SC. 2023. *Moringa oleifera*: Processing, phytochemical composition, and industrial application. *South African Journal of Botany*, 160, 180-193. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.07.008>.
- Gholampourfard K, Salehi M, Banchio E. 2021. *Mentha piperita* phytochemicals in agriculture, food industry and medicine: Features and applications. *South African Journal of Botany*, 141, 183-195. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.05.014>.
- Gorni PH, Pacheco AC, Moro AL, Silva JFA, Moreli RR, de Miranda GR, Da Silva RMG. 2020. Salicylic acid foliar application increases biomass, nutrient assimilation, primary metabolites and essential oil content in *Achillea millefolium* L. *Scientia Horticulturae*, 270, 109436. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109436>.
- Huang X, Xu N, Liu Z, Li H, Lu H, Li J. 2024. Chemical Composition of *Achillea millefolium* L. and Their Anti-Inflammatory Activity. *Chemistry & Biodiversity*, e202400946. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202400946>.
- Ilardi V, D'Agostino G, Bruno M. 2024. The chemical composition of the aerial parts essential oil of *Achillea cretica* L. (*Asteraceae*) growing wild in Crete (Greece). *Natural Product Research*, 38(8), 1451-1456. <https://doi.org/10.1080/14786419.2022.2148247>.
- Kanyal B, Pande C, Padalia RC, Tewari G, Gangwar A, Rana L, Prakash O. 2024. Aroma profile, antioxidant and anti-inflammatory properties of *Cinnamomum camphora* L. essential oil as affected by various drying techniques. *Journal of Essential Oil Research*, 36(2), 116-128. <https://doi.org/10.1080/10412905.2024.2320353>.
- Kemal ME, Bakchiche B, Kemal M, Cheraif K, Kara Y, Bardaweel SK, Ghareeb MA. 2023. Six Algerian plants: Phenolic profile, antioxidant, antimicrobial activities associated with different simulated gastrointestinal digestion phases and antiproliferative properties. *Journal of Herbal Medicine*, 38, 100636. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2023.100636>.
- Kbaydet O, Abou-Ela M, Raafat K. 2024. *Achillea* extracts elicit anti-diabetic neuropathic pain by modulating inflammatory cytokines. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*.
- Khodadadi F, Ahmadi FS, Talebi M, Moshtaghi N, Matkowski A, Szumny A, Rahimmalek M. 2022. Essential oil composition, physiological and morphological variation in *Salvia abrotanoides* and *S. yangii* under drought stress and chitosan treatments. *Industrial Crops and Products*, 187, 115429.
- Kırgeç Y, Batu-Ay E, Açıkgöz MA. 2023. The effects of foliar salicylic acid and zinc treatments on proline, carotenoid, and chlorophyll content and antioxidant enzyme activity in *Galanthus elwesii* Hook. *Horticulturae*, 9(9), 1041. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9091041>.
- Li C, Zhang S, Jin Y, Liu J, Wang M, Guo Y, Ge Y. 2024. Phenylactic acid regulated salicylic acid biosynthesis and organic acids metabolism in Zaosu pear fruit during storage. *Scientia Horticulturae*, 329, 112983. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.112983>.
- Loake G and Grant M. 2007. Salicylic acid in plant defence—the players and protagonists. *Current Opinion in Plant Biology*, 10, 466–472.
- Ma Q, Ma R, Su P, Jin B, Guo J, Tang J, Huang L. 2022. Elucidation of the essential oil biosynthetic pathways in *Cinnamomum burmannii* through identification of six terpene synthases. *Plant Science*, 317, 111203. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2022.111203>.
- Mandal S. 2010. Induction of phenolics, lignin and key defense enzymes in eggplant roots in response to elicitors. *African Journal of Biotechnology*, 9, 8038–8047.
- Najafian S, Afshar M, Radi M. 2022. Annual Phytochemical variations and antioxidant activity within the aerial parts of *Lavandula angustifolia*, an evergreen medicinal plant. *Chemistry & Biodiversity*, 19(10), e202200536. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202200536>.

- Niazipoor G, AghaAlikhani M, Mokhtassi-Bidgoli A, Iriti M, Vitalini S. 2024. Phytochemical analysis and allelopathic potential of essential oil of yarrow (*Achillea* spp.) ecotypes against redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). *Heliyon*.
- Pant P, Pandey S, Dall'Acqua S. 2021. The influence of environmental conditions on secondary metabolites in medicinal plants: A literature review. *Chemistry & Biodiversity*, 18(11), e2100345.
- Raudone L, Vilkickyte G, Marksa M, Radusiene J. 2024. Comparative Phytoprofilng of *Achillea millefolium* Morphotypes: Assessing Antioxidant Activity, Phenolic and Triterpenic Compounds Variation across Different Plant Parts. *Plants*, 13(7), 1043. <https://doi.org/10.3390/plants13071043>.
- Real N, Pons-Solé G, Luque J, Llugany M, Martos S. 2025. Salicylic acid and methyl jasmonate activate key genes of plant-defense pathways conferring partial protection to *Polystigma amygdalinum* in a susceptible almond cultivar. *Journal of Plant Physiology*, 314, 154615. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2025.154615>.
- Sharma M, Koul A, Sharma D, Kaul S, Swamy MK, Dhar MK. 2019. Metabolic engineering strategies for enhancing the production of bio-active compounds from medicinal plants. *Natural Bio-active Compounds: Volume 3: Biotechnology, Bioengineering, and Molecular Approaches*, 287-316. https://doi.org/10.1007/978-981-13-7438-8_12
- Taibi A, Mokrani A, Kadi A, Bouherour R, Guermi NEY, Teffane M, Richard T. 2024. Optimization of conventional extraction of phenolic compounds and antioxidant activity from myrtle (*Myrtus communis* L.) fruit. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 100577. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2024.100577>.
- Tundis R, Grande F, Occhiuzzi MA, Sicari V, Loizzo MR, Cappello AR. 2023. *Lavandula angustifolia* mill. (Lamiaceae) ethanol extract and its main constituents as promising agents for the treatment of metabolic disorders: chemical profile, in vitro biological studies, and molecular docking. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 38(1), 2269481. <https://doi.org/10.1080/14756366.2023.2269481>.
- Ugbogu EA, Okoro H, Emmanuel O, Ugbogu OC, Ekweogu CN, Uche M, Ijioma SN. 2024. Phytochemical characterization, anti-diarrhoeal, analgesic, anti-inflammatory activities and toxicity profile of *Ananas comosus* (L.) Merr (pineapple) leaf in albino rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 319, 117224. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2023.117224>.
- Wang HF, Yih KH, Yang CH, Huang KF. 2017. Anti-oxidant activity and major chemical component analyses of twenty-six commercially available essential oils. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(4), 881-889. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2017.05.007>.
- Vojoudi S, Sefidkon F, Salehi Shanjani P. 2024. Essential oil variation of *Achillea filipendulina* populations in farm condition. *Journal of Essential Oil Research*, 36(2), 164-172. <https://doi.org/10.1080/10412905.2024.2320347>.
- Yapar EA, Gökçe EH, Şahiner A, İnal E, Ulusoy Ş, Souto EB, Kartal M. 2024. Phytoactive essential oils-composed water-free organogels: development, characterization and proof of antibacterial activity. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 105811. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2024.105811>.
- Zengin G, Yagi S, Selvi S, Cziáky Z, Jeko J, Sinan KI, Boczkaj G. 2023. Elucidation of chemical compounds in different extracts of two *Lavandula* taxa and their biological potentials: Walking with versatile agents on the road from nature to functional applications. *Industrial Crops and Products*, 204, 117366. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117366>.

MELİSA (*Melissa officinalis* L.) VE EKİNEZYA (*Echinacea purpurea*) BİTKİLERİNİN ANTİOKSİDAN AKTİVİTE VE TOPLAM FENOLİK MADDE MİKTARI ÜZERİNE FARKLI DEMLEME TEKNİKLERİNİN ETKİSİ

Doç. Dr. Tuğça BİLENLER KOÇ

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-7831-6337

Öğr. Gör. Dr. Ülkühan BAĞIŞ

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Zara Ahmet Çuhadaroglu Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Sivas, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-7172-0959

Prof. Dr. İhsan KARABULUT

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-9014-8863

ÖZET

Geçmişten günümüze kadar bitkiler çeşitli biyolojik aktiviteleri sebebiyle yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Bitkiler sağlık üzerine olan olumlu etkileri sebebiyle gıda endüstrisinin de içinde olduğu farklı alanlarda dikkat çekmektedir. Melisa (*Melissa officinalis* L.) ve ekinezya (*Echinacea purpurea*) bitkileri ise tıbbi değerlikleri sebebiyle gıda, farmasötik ve kozmetik gibi farklı birçok alanda tercih edilmektedir. Her iki bitki türü bitki çayı formunda tüketilebilmektedir. Bu sebeple bitki çaylarının hazırlanmasında kullanılan demleme tekniklerinin antioksidan aktivite (DPPH) ve toplam fenolik madde (TFM) üzerine etkisini belirleyebilmek amacıyla sıcak maserasyon, soğuk maserasyon ve kaynatma yöntemi ile hazırlanan örnekler analiz edilmiştir. İki farklı bitki çayı üç farklı metotla hazırlanmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda melisa çayının farklı demleme örneklerinin antioksidan aktivitesinin (% inhibisyon) %67.21-86.05; ekinezya çayı örneklerinin ise %47.13-61.85 aralığında olduğu belirlenmiştir. Demleme teknikleri açısından hem melisa hem de ekinezya çayının en yüksek antioksidan aktivite değeri kaynatma metodunda, en düşük ise soğuk maserasyon tekniğinde belirlenmiştir. Ayrıca demleme tekniğinin TFM miktarları açısından da önemli ($p<0.05$) olduğu ve demleme işleminde sıcaklığın etkisi ile TFM miktarlarında artış olduğu saptanmıştır. Bitki türleri arasında melisa bitkisinin TFM'si 32.14-42.72 mg GAE/g olarak ekinezya bitkisinin ise 21.64-37.08 mg GAE/g olarak tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Melisa, ekinezya, bitki çayı, antioksidan aktivite, toplam fenolik

THE EFFECT OF DIFFERENT BREWING TECHNIQUES ON THE ANTIOXIDANT ACTIVITY AND TOTAL PHENOLIC CONTENT OF MELISSA (*Melissa officinalis* L.) AND ECHINACEA (*Echinacea purpurea*) PLANTS

ABSTRACT

From ancient times to the present day, plants have been widely used due to their various biological activities. Plants attract attention in different fields, including the food industry, due

to their positive effects on health. Lemon balm and echinacea plants are preferred in many different fields, such as food, pharmaceuticals and cosmetics, due to their medicinal value. Both plant species can be consumed in the form of herbal tea. For this reason, samples prepared using hot maceration, cold maceration and boiling methods were analysed to determine the effect of the brewing techniques used in the preparation of herbal teas on antioxidant activity (DPPH) and total phenolic content (TPC). Two different herbal teas were prepared using three different methods. Based on the results obtained, the antioxidant activity (% inhibition) of different infusion samples of lemon balm tea was determined to be between 67.21-86.05%, while that of echinacea tea samples was between 47.13-61.85%. In terms of infusion techniques, the highest antioxidant activity value for both lemon balm and echinacea tea was determined in the boiling method, while the lowest was in the cold maceration technique. Furthermore, it was found that the brewing technique was also significant ($p<0.05$) in terms of TFM amounts and that there was an increase in TFM amounts with the effect of temperature during the brewing process. Among the plant species, the TFM of lemon balm was determined to be 32.14-42.72 mg GAE/g, while that of echinacea was 21.64-37.08 mg GAE/g.

Keywords: Melissa, echinacea, herbal tea, antioxidant activity, total phenolic

1. GİRİŞ

Dünyanın pek çok bölgesinde uzun yıllar boyunca enfeksiyonları ve çeşitli hastalıkları tedavi etmek amacıyla bitkiler kullanılmıştır. Bitkiler genellikle çay olarak (kurutulmuş bitki parçaları kaynar suda bekletilerek) tüketilmiştir. Sağlıklı gıda tüketimi noktasında bitki çaylarına olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Tek başına ya da harmanlanmış olarak tüketime sunulan bitki çayları kokuları, tatları ve antioksidan etkileri nedeni ile dikkat çekmektedir (Chan ve diğ., 2010).

Antioksidan oksitlenebilir bir substrata kıyasla düşük konsantrasyonlarda bile o substratın oksidasyonunu önemli derecede geciktiren veya engelleyen madde olarak tanımlanmaktadır. Tanımdan da anlaşılacağı gibi, serbest radikal ve hidroksil serbest radikal temsilcilerin fizyolojik rolü, serbest radikal içeren kimyasal reaksiyonların bir sonucu olarak ortaya çıkan hücresel bileşenlere verilen zararı önlemektir. Son yıllarda yapılan çalışmalar serbest radikallerin yaşlanma, kanser, kardiyovasküler hastalıklar, katarakt, bağışıklık sistemi zayıflaması ve çeşitli dejeneratif hastalıklara yakalanma riskini arttırdığına yönelik sonuçlar ortaya koymuştur. Antioksidan özellik taşıyan faydalı bileşiklerin serbest radikal oluşumunu doğal olarak kontrol ettiği kanıtlanmıştır. Söz konusu olumsuz reaksiyonlar sonucu karşılaşılan hasar antioksidan maddenin bulunmadığı koşullarda oldukça yıkıcı olabilmektedir. Antioksidan

maddeler serbest radikalleri hücre ve biyolojik hedeflere saldırmadan önce durdurabilmektedir. Bu sebeplerle hücrel ve sistematik sağlığı optimum seviyede tutabilmek için antioksidan madde varlığı kritik önem taşımaktadır (Atoui ve diğ., 2005).

Literatürde pek çok araştırmacı meyveler, sebzeler, hububatlar, bitkiler ve diğer gıdalardaki doğal antioksidanların aktiviteleri ve kimyasal yapılarını konu alan çalışmalar gerçekleştirmiştir. Yüksek yapılı bitkilerden izole edilen antioksidanların çoğunun polifenol yapısında olduğu rapor edilmiştir. Söz konusu bileşen grubunun, antioksidan, antimikrobiyal, antikarsinogenik, antiinflamator, antiviral, antialerjik, östrojenik ve bağışıklık sistemini güçlendiren etkiler sergilediği bildirilmiştir (Atoui ve diğ., 2005).

Melisa (*Melissa officinalis*) *Lamiaceae* bitkisi arı otu ya da limon otu olarak bilinmektedir. Tıbbi değerlikli bitkiler arasında yer alan melisa bitkisi sinir sistemi hastalıkları, solunum ve kardiyovasküler hastalıklar, romatizma, kanser, gastrointestinal hastalıklar gibi pek çok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır (Ulgen ve diğ., 2023). Literatürde melisa bitkisi ile yapılan çalışmalarda bitkinin antioksidan, anksiyolitik, antidepresan, antimikrobiyal, antitümör, sindirimi kolaylaştırıcı ve balgam söktürücü etki sergilediği raporlanmıştır. Melisa bitkisinin bileşiminde yer alan fenolik asitler (rosmarinik asit, kafeik asit) ve esansiyel yağın bahsi geçen biyolojik aktivitelerden birinci derecede sorumlu oldukları bildirilmiştir (Petrisor ve diğ., 2022; Ulgen ve diğ., 2020).

Ekinezya (*Echinacea purpurea*) bitkisi tıbbi ve aromatik bitkiler arasında yer almaktadır. Ekinezya bitkisinin kökeni Kuzey Amerika'dır. Bitki 10-60 cm yüksekliğine çıkabilmektedir ve çok yıllık otsu yapıdadır. Kuraklığa karşı oldukça dayanıklı olan bitki pembe, beyaz, mor ve kırmızı çiçeklere sahip olabilir. Ekinezya ilk kez 1870'lerde Alman doktor Meyer tarafından dünya tıp literatürüne girmiştir. Bitkinin köklerinden hazırlanan ekstraktın romatizma, migren, ağrı, yılan ısırığı, hazımsızlık ve bitki zehirlenmesi gibi pek çok amaç için kullanıldığı bildirilmiştir. 2019 yılında yaygın olarak kullanılan üç ekinezya türünün (*E. angustifolia*, *E. pallida*, *E. purpurea*) ABD pazarındaki pazar değerinin bir önceki yıla göre %4.9 artarak 120 milyon dolara ulaştığı bilinmektedir. Ayrıca COVID-19 salgınıyla ekinezya satışlarının 2020 yılının ilk yarısında %90.9 oranında arttığı belirtilmiştir (Şahin ve Şenkal, 2024). Ekinezya bitkisinin yüksek antioksidan aktivite sergilediği yapılan çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (Chen ve diğ., 2010; Merali ve diğ., 2003). Ayrıca ekinezya bitkisinin, özellikle vücutta enfeksiyon varken, normal redoks durumunu devam ettirerek ekstra koruma sağladığı rapor edilmiştir. Bitki önemli fenolik bileşikler içermektedir, bunlar arasında majör olanlar kaferik

ve kikorik asittir. Ayrıca rosmarinik ve kafeik asitin de ekinezyada bulunduğu ve biyolojik aktiviteye katkıda bulunduğu bildirilmiştir (Jahanian ve diğ., 2017).

Melisa ve ekinezya bitkileri tıbbi değerkleri ve sağık üzerine olumlu etkileri nedeniyle dikkat çekmektedir. Söz konusu bitkiler gıda, farmasötik ve kozmetik endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmadaki amacımız ekinezya ve melisa bitkilerinin farklı demleme teknikleri ile çaylarını elde ederek bu çayların antioksidan aktiviteleri ve toplam fenolik bileşimlerinin belirlenmesidir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyaller

Melisa ve ekinezya bitkileri kurutulmuş formda yerel bir marketten satın alınmıştır. DPPH, gallik asit, Folin-Ciocalteu reaktifi ve sodyum bikarbonat Sigma Aldrich Chemical Co. (St. Louis, MO, USA) firmasından temin edilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Bitki çaylarının demlenmesi

Melisa (M) ve ekinezya (E) bitkileri laboratuvar tipi öğütücü kullanılarak öğütülmüştür. Bitki: su oranı 1:10 olacak şekilde melisa çayı soğuk maserasyon (M1), sıcak maserasyon (M2), kaynatma (M3); ekinezya çayı soğuk maserasyon (E1), sıcak maserasyon (E2), kaynatma (E3) şeklinde hazırlanmıştır. Sıcak maserasyon için örnek üzerine kaynatılmış su eklenmiş ve bir gece bekletilmiştir. Soğuk maserasyonda oda sıcaklığındaki suyun eklendiğı örnekler bir gece bekletilmiştir. Kaynatma yönteminde ise su eklenen örnekler laboratuvar tipi ısıtıcı kullanılarak 5 dakika kaynatılmıştır. Hazırlanan örnekler soğutulmuş ve tüm örnekler filtre kağıdı kullanılarak süzölmüştür.

2.2.2. Antioksidan aktivite

DPPH radikal süpürme aktivitesi Brand-Williams ve diğ. (1995) tanımladığı metot kullanılarak belirlenmiştir. Çay örnekleri (200 µL) üzerine DPPH radikal solüsyonu (2700 µL) eklenmiştir. Örnekler vorteks yardımı ile karıştırıldıktan sonra karanlıkta oda sıcaklığında 30 dk inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra spektrofotometrede (Shimadzu, Kyoto, Japan) 517 nm’de örneklerin absorbans okumaları yapılmıştır. Sonuçlar aşağıda verilen formöl yardımı ile hesaplanmış, % inhibisyon olarak ifade edilmiştir (Brand-Williams ve diğ., 1995).

$$\% \text{ Inhibisyon} = \frac{A_0 - A_t}{A_0} \times 100$$

A₀; inkübasyonun başlangıcında (t=0), A_t; inkübasyonun 30. dakikasında (t=30) okunan absorbans değerkleridir.

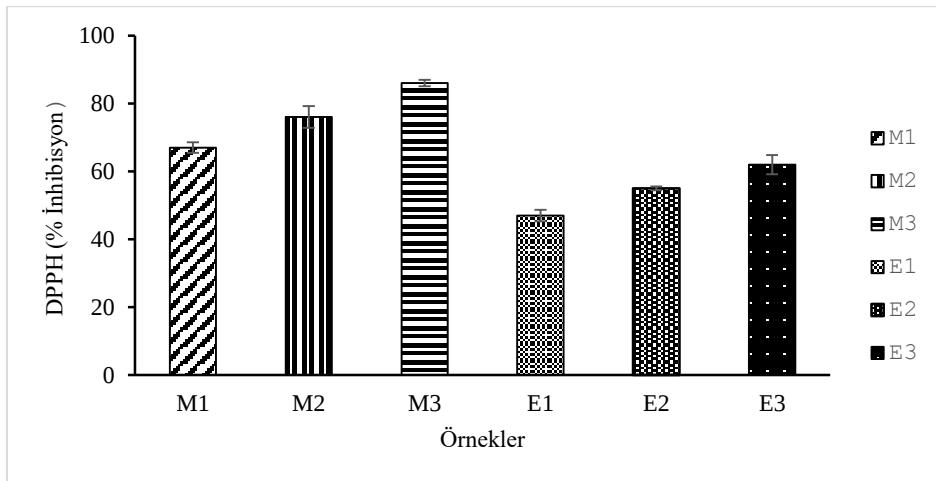
2.2.3. Toplam Fenolik Madde (TFM)

Farklı demleme teknikleri ile elde edilen çayların TFM miktarları Folin-Ciocalteu metodu ile belirlenmiştir. Kısaca 100 µL çay örneği üzerine 400 µL deiyonize su eklendikten sonra 1 mL Folin-Ciocalteu reaktifi (1:10 oranında suda seyreltilmiş), eklenmiştir. Oda sıcaklığında 4 dk inkübe edilmiş ve 1 mL sodyum bikarbonat (%7) eklenmiştir. Hazırlanan karışım vorteks yardımı ile karıştırıldıktan sonra 90 dk inkübasyona bırakılmıştır. Spektrofotometrede (Shimadzu, Kyoto, Japan) 725 nm’de absorbans okuması yapılmıştır. Gallik asidin bilinen konsantrasyonları ile kalibrasyon eğrisi çizilmiş ve sonuçlar mg gallik asit (GAE) / g kuru ağırlık (KA) olarak ifade edilmiştir (Karabulut ve diğ., 2018).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Antioksidan Aktivite

DPPH tekniği örneklerin hidrojen donörü olma ya da serbest radikal süpürücü kapasitelerine dayanarak antioksidan yeteneklerini ölçen bir yaklaşımdır. DPPH reaktif çözeltisi antioksidan bir ajan ile karşılaştığında mor renkten sarı renge doğru renk değişimi gerçekleşmektedir (Yılmaz ve diğ., 2021). Bitki çaylarının antioksidan aktivite ölçümü DPPH tekniği ile gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 1’de verilmiştir. Melisa çayının farklı demleme örneklerinin antioksidan aktivitesinin (%67.21-86.05) ekinezya çayının farklı demleme örneklerinden (%47.13-61.85) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca her iki bitki çayının demleme tekniklerinde en yüksek antioksidan aktivite kaynatma metodunda belirlenirken bunu sıcak maserasyon takip etmiştir. En düşük antioksidan aktivite soğuk maserasyon tekniği ile demlenen çaylarda belirlenmiştir.



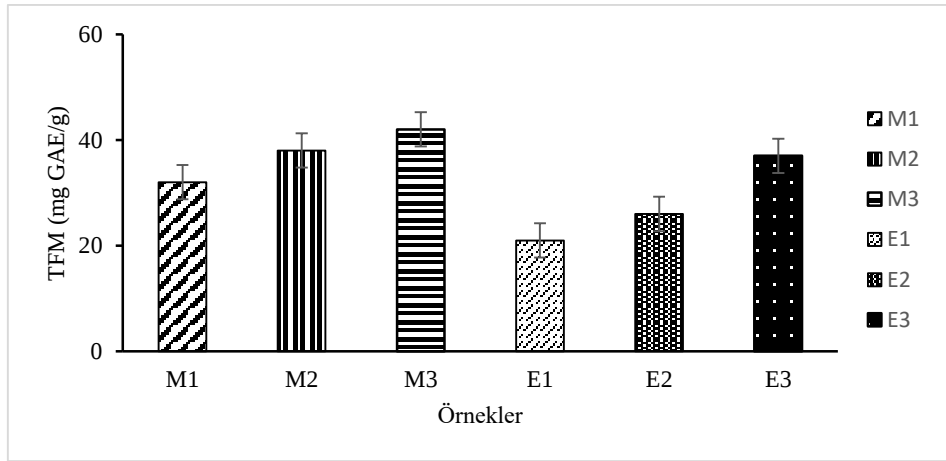
Şekil 1. Melisa ve ekinezya çay örneklerinin antioksidan aktiviteleri (DPPH)

Aralarında melisa ve ekinezya çayının bulunduğu 9 farklı bitki çayının antioksidan aktivite bakımından incelendiği çalışmada en yüksek antioksidan aktivitenin melisa çayında olduğu

bildirilmiştir (Özdatlı ve diğ., 2014). Melisa ve portakal kabuğunun farklı infüzyon teknikleri ile elde edilen ekstraktlarında melisa örneklerinin radikal süpürme (DPPH) etkinliğinin %50-80 aralığında değiştiği bildirilmiştir (Magallanes ve diğ., 2025).

3.2. Toplam Fenolik Madde

Farklı demleme teknikleri ile elde edilen melisa ve ekinezya çay örneklerinin TFM miktarları Şekil 2’de verilmiştir. Tüm çay örnekleri için demleme tekniğinin önemli ($p<0.05$) düzeyde etkili olduğu saptanmıştır. Melisa bitkisinin TFM’si (32.14-42.72 mg GAE/g) ekinezya bitkisinden (21.64-37.08 mg GAE/g) daha yüksek olarak tespit edilmiş ve demleme işleminde sıcaklığın etkisi ile TFM miktarında artış olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 2. Melisa ve ekinezya çay örneklerinin toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/g)

Bu çalışma sonuçları ile uyumlu olarak; Karadağ (2019), Türkiye’de yaygın tüketilen tıbbi ve aromatik bitkilerin TFM içeriklerini incelediği çalışmasında melisa bitkisinin TFM içeriğini 16.89 mg GAE/g olarak, Popova ve diğ. (2016) melisa bitkisinin TFM içeriğini 27.14-43.51 mg GAE/g olarak, Cavlak ve Yağmur (2016) ekinezya bitkisinin TFM içeriğini 23 mg GAE/g olarak ve farklı hasat dönemlerinde ekinezya bitkisinin TFM içeriğini inceleyen bir başka çalışmada (Soldamlı, 2016) TFM içeriği 21.94-59.10 mg GAE/g olarak bildirilmiştir.

Bitkilerin yetiştirilme, hasat ve kurutma koşulları, ayrıca analize ekstrakt hazırlama yöntemleri biyolojik aktivitelerini doğrudan etkilemektedir. Bu durum literatür verileri arasında miktar çeşitliliğinin muhtemel sebebi olarak gösterilmektedir (Karadağ, 2019). Ayrıca bu çalışma sonuçlarında antioksidan aktivite ve TFM miktarı arasında korelasyon dikkat çekmiştir. Literatürde benzer durumu rapor eden çalışmalar bulunmaktadır (Karadağ, 2019).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada melisa ve ekinezya bitkilerinin farklı demleme teknikleri ile hazırlanan çaylarında antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda demleme yöntemlerinin antioksidan aktivite ve TFM üzerinde etkili olduğu ve melisa çayının antioksidan aktivite ve TFM açısından ekinezya çayından yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma melisa ve ekinezya veya farklı bitkiler ile hazırlanacak bitki çayları veya ekstraktları ile ilgili yapılacak çalışmalara ışık tutabilecektir. Ayrıca tıbbi değeri olan farklı bitkiler üzerine yoğunlaşarak farklı demleme süreleri, ekstraksiyon yöntemleri ve bitki harmanlarına yönelik çalışmalara da odaklanılabilir.

KAYNAKLAR

- Atoui, A. K., Mansouri, A., Boskou, G., & Kefalas, P. (2005). Tea and herbal infusions: their antioxidant activity and phenolic profile. *Food chemistry*, 89(1), 27-36.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Cavlak, S., & Yağmur, C. (2016). Bazı poşet çayların toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. *ÇÜ Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 34(4), 11-9.
- Chan, E. W. C., Lim, Y. Y., Chong, K. L., Tan, J. B. L., & Wong, S. K. (2010). Antioxidant properties of tropical and temperate herbal teas. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(2), 185-189.
- Chen, X. M., Hu, C., Raghubeer, E., & Kitts, D. D. (2010). Effect of high pressure pasteurization on bacterial load and bioactivity of *Echinacea purpurea*. *Journal of food science*, 75(7), 613-618.
- Jahanian, E., Jahanian, R., Rahmani, H. R., & Alikhani, M. (2017). Dietary supplementation of *Echinacea purpurea* powder improved performance, serum lipid profile, and yolk oxidative stability in laying hens. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1), 45-51.
- Karabulut, I., Bilenler, T., Sislioglu, K., Gokbulut, I., Seyhan, F., Ozdemir, I. S., & Ozturk, B. (2018). Effect of fruit canopy positions on the properties of apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties. *Journal of Food Biochemistry*, 42(1), e12458.
- Karadağ, A. (2019). Türkiye'deki bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin antioksidan potansiyelleri ve fenolik kompozisyonları. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), 631-637.
- Magallanes, D., Paisig, H. L., Ruiz-Pacco, G., Jordan-Suarez, O., Silva-Jaimes, M. I., & Tuesta, T. (2025). Physicochemical, functional and sensory characteristics of a filtering infusion based on lemon balm leaves (*Melissa officinalis* L.) and orange peel (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). *Revista chilena de nutrición*, 52(4), 217-226.
- Merali, S., Binns, S., Paulin-Levasseur, M., Ficker, C., Smith, M., Baum, B., Brovelli, E., & Arnason, J. T. (2003). Antifungal and anti-inflammatory activity of the genus *Echinacea*. *Pharmaceutical Biology*, 41(6), 412-420.
- Özdatlı, Ş., Sipahi, H., Charehsaz, M., Aydın, A., & Yeşilada, E. (2014). Bitki çaylarına bal ilavesinin total antioksidan kapasitesine etkisi. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 18(3), 147-152.
- Petrisor, G., Motelica, L., Craciun, L. N., Oprea, O. C., Fica, D., & Fica, A. (2022). *Melissa officinalis*: Composition, pharmacological effects and derived release systems—A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(7), 3591.
- Popova, A., Dalemka, Z., Mihaylova, D., Hristova, I., & Alexieva, I. (2016). *Melissa officinalis* L.-GC profile and antioxidant activity. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 8(4), 634-638.
- Soldamlı, R. V. (2016). Farklı Zamanlarda Hasat Edilen Ekinezya (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) Bitki Ekstraktlarının Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi, Bozok Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 54s.

- Şahin, R. V., & Şenkal, B. C. (2024). Determination of Antioxidant Activities of *Echinacea purpurea* (L.) Moench. Plant Extracts Harvested at Different Times. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(4), 926-937.
- Ulgen, C., Yıldırım, A. & Turker, A. (2020). Enhancement of plant regeneration in lemon balm (*Melissa officinalis* L.) with different magnetic field applications. *International Journal of Secondary Metabolite*, 7(2), 99–108.
- Ulgen, C., Yıldırım, A., & Turker, A. (2023). *Melissa officinalis*: Antibacterial and antioxidant potential, phenolic profile and enzyme activities. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26(5), 1075-1085.
- Yılmaz, C., Konuş, M., Fidan, C., Ergin, D., Çetin, D., Dilek, Z., Akbaş, Y., Çiçek, N., Sultanoğlu, M., & Elasan, E. (2021). Su Kalitesi ve Demleme Şeklinin Bitkisel Çaylarda Toplam Antioksidan Kapasite Üzerine Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(5), 921-929.

FARKLI TRİTİKALE GENOTİPLERİNİN KURAK KOŞULDA BAŞAKLANMA SÜRESİ, GLUTEN ORANI VE NDVI PERFORMANS İLİŞKİSİ

Dr. Seval ELİŞ

Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksekokulu, Mardin

ORCID ID: 0000-0001-6708-5238

Zehra GÜNEŞ TAŞKIN

Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksekokulu, Mardin

ORCID ID: 0009-0001-3374-2268

Prof. Dr. Ferhat KIZILGEÇİ

Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksekokulu, Mardin

ORCID ID: 0000-0002-7884-5463

Prof. Dr. Mehmet YILDIRIM

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır

ORCID ID: 0000-0003-2421-4399

ÖZET

Bu çalışma, küresel iklim değişikliğinin tetiklediği kuraklık stresine karşı tritikale genotiplerinin adaptasyon mekanizmalarını belirlemeyi amaçlamıştır. Diyarbakır ilinde, 2025 üretim sezonunda, toplam 25 farklı tritikale genotipi kullanılarak tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak bir deneme kurulmuştur. Bu kapsamda, gluten içeriği, başaklanma gün süresi ve NDVI değeri özellikleri incelenmiştir. Araştırmanın bulguları, genotipler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ortaya koymuştur. Gluten oranı açısından DZ23-9 hattı % 36.63 ile en yüksek değere sahipken, DZ9-01-02, DZ9-07 ve DZ23-5 hatları en düşük değerde olduğu görülmüştür. İncelenen tritikale hatları arasında 3 tritikale hattı haricinde (DZ23-5, DZ9-01-02 ve DZ9-02) diğer tüm hatlarda gluten değerini % 30 dan yüksek olması bu hatların un yapımında rahatlıkla paçal olarak veya doğrudan kullanılabilceğini göstermektedir. Başaklanma gün süresi bakımından ise DZ9-01-02, DZ9-07 ve DZ23-5 hatları en erkenci hatlar olarak belirlenmiştir. NDVI değeri genotipler bakımından farklılık göstermiş olup genotiplerin ortalama NDVI değeri 64.1 olarak bulunmuştur. En yüksek NDVI değerlerine sahip genotipler sırasıyla DZ9-03, DZ23-9, TBT6-11 ve DZ23-1 olarak tespit edilmiştir. Özellikle, DZ23-9 hattının yüksek gluten içeriğiyle kalite potansiyeli ve DZ9-03 hattının en yüksek NDVI değeriyle fizyolojik sağlık üstünlüğü, bu hatların kuraklığa dayanıklı ve verimli yeni tritikale çeşitlerinin geliştirilmesinde ilgili özellikler yönünden gen kaynağı olarak kullanılabilceğini göstermektedir. Sonuç olarak, bu çalışma farklı tritikale genotiplerinin kurak bölgelerde performans ve adaptasyon tepkilerini değerlendirmiştir.

Anahtar kelimeler: Tritikale, gluten oranı, başaklanma gün süresi, NDVI

THE RELATIONSHIP BETWEEN HEADING TIME, GLUTEN CONTENT, AND NDVI PERFORMANCE OF DIFFERENT TRITICALE GENOTYPES UNDER DROUGHT CONDITIONS

ABSTRACT

This study aimed to determine the adaptation mechanisms of triticale genotypes against drought stress, which is triggered by global climate change. An experiment was established in the Diyarbakır province during the 2025 production season, using a total of 25 different triticale genotypes arranged in a Randomized Complete Block Design with four replications. Within this scope, the traits examined were gluten content, days to heading, and the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) value. The research findings revealed statistically significant differences among the genotypes for the investigated traits. In terms of gluten content, the DZ23-9 line exhibited the highest value at %36.63, while the DZ9-01-02, DZ9-07, and DZ23-5 lines showed the lowest values. The finding that the gluten content was higher than %30 in all but three of the triticale lines examined (DZ23-5, DZ9-01-02, and DZ9-02) suggests that these lines can be easily used directly or as a mix (blending) in flour production. Regarding days to heading, the DZ9-01-02, DZ9-07, and DZ23-5 lines were identified as the earliest heading lines. The NDVI value varied among the genotypes, with the average NDVI value for the genotypes found to be 64.1. The genotypes with the highest NDVI values were determined to be DZ9-03, DZ23-9, TBT6-11, and DZ23-1, respectively. Particularly, the high quality potential of the DZ23-9 line with its high gluten content, and the physiological health superiority of the DZ9-03 line with its highest NDVI value, indicate that these lines can be used as genetic resources for relevant traits in the development of drought-tolerant and productive new triticale cultivars. In conclusion, this study evaluated the performance and adaptation responses of different triticale genotypes in arid regions.

Keywords: Triticale, gluten content, days to heading, NDVI

1. GİRİŞ

Küresel iklim değişikliğinin tetiklediği kuraklık, tarımsal üretimi tehdit eden en önemli faktörlerden biri haline gelmiştir. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde tahıl üretimi, kuraklık stresi nedeniyle ciddi verim kayıplarına maruz kalmaktadır. Bu durum, kuraklığa dayanıklı genotiplerin belirlenmesini ve etkin bir şekilde değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Tritikale (Buğday x Çavdar melezi), buğdayın verim potansiyeli ve kalite özelliklerini, çavdarın abiyotik stres toleransı ile birleştirerek kuraklığa dayanıklı bir alternatif ürün olarak öne çıkmaktadır.

Küresel iklim değişikliğinin etkileri, tarımsal üretimi tehdit eden en önemli faktörlerden biri haline gelmiş olup, özellikle kuraklık gibi abiyotik stresler kurak ve yarı kurak bölgelerde, tahıl üretiminde ciddi verim kayıplarına neden olmaktadır (Eliş 2024). Kuraklık, bitkilerde su alımını ve fotosentetik kapasiteyi sınırlayarak büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkilerken, aynı zamanda metabolik ve fizyolojik süreçlerde de geri dönüşü zor olan değişimlere yol açmaktadır. Bu durum, su kaynaklarının giderek azaldığı ve toprak verimliliğinin düştüğü günümüz tarımında, kuraklığa dayanıklı genotiplerin belirlenmesini ve bu genetik kaynakların etkin şekilde değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır (Cramer vd., 2018). Bu kapsamda, tarımsal üretimde alternatif türlerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Buğday (*Triticum sp.*) ve çavdar (*Secale cereale*) türlerinin melezlenmesiyle elde edilen sentetik bir tahıl olan tritikale, üstün agronomik ve morfolojik özellikleri nedeniyle dünya genelinde giderek artan bir ilgi görmektedir (Niedziela vd., 2016). Tritikale, çavdardan aldığı yüksek abiyotik stres toleransı ile kuraklık gibi zorlu çevresel koşullara adaptasyon yeteneği gösterirken, aynı zamanda buğdayın verim potansiyeli ve kalite özelliklerini de bünyesinde barındırmaktadır. Bu avantajları sayesinde tritikale, özellikle marjinal ve düşük verimli topraklarda, kurak ve yarı kurak bölgelerde tarımsal sürdürülebilirlik açısından önemli bir alternatif ürün olarak değerlendirilmektedir (Rezai vd., 2024; El Safty ve Attia 2019). Ancak, tritikalenin kuraklık stresine karşı gösterdiği tepkiler ve bu tepkilerin genetik temelleri tam olarak ortaya konmuş değildir. Kuraklığa toleranslı genotiplerin belirlenmesi ve bunların agronomik düzeyde detaylı olarak karakterize edilmesi, kuraklık stresine dayanıklı yeni varyetelerin geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

Bu çalışma, iklim değişikliği koşullarında tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşıyan tritikalenin kuraklık stresine karşı tepkisini kapsamlı bir şekilde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Elde edilecek bulgular, tritikale ve diğer tahıl türlerinin ıslah programlarında genetik dayanıklılığın artırılması ve küresel gıda güvenliği açısından stratejik yaklaşımların geliştirilmesine bilimsel katkı sağlayacaktır.

2. MATERYAL VE METOD

Araştırma, Diyarbakır ilinde faaliyet gösteren Teknobiltar Ar-Ge şirketine ait araştırma sahasında (37°55'34.24" K; 40°15' 27.34" D) 2025 üretim sezonunda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 3 adet ticari (Esin, Melihbey Vardem) ve 22 adet tritikale hattı kullanılmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yağışa dayalı koşullarda kurulmuştur. Parsel boyutları 4x1.2= 4.8 m² boyutunda her parsel 6 sıra olacak biçimde deneme mibzeri ile gerçekleştirilecektir. Gübreleme; ekim ile beraber dekara 6 kg saf N ve 6 kg saf P

olacak şekilde ve sapa kalkma döneminde 6 kg saf N uygulanmıştır. Deneme alanında görülen yabancı otlar elle uzaklaştırılmış ve hastalıklara karşı kimyasal ilaç uygulaması yapılmıştır. Hasat deneme biçerdöveriyle gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada; tane verimi, protein içeriği, nişasta içeriği, yağ içeriği, bin dane ağırlığı, bitki boyu ve SPAD değeri özellikleri incelenecektir.

Çalışmada gluten oranı, başaklanma gün süresi ve NDVI (Normalleştirilmiş vejetasyon farklılık indeksi) ölçülmüştür. Kalite ölçümü olan gluten içeriği, taneler öğütme işlemine tabi tutulmadan, her parselden alınan örneklerin GrainSense cihazında belirlenmiştir. Başaklanma gün süresi Zadoks ve ark., (1974) gelişme skalasına göre belirlediği başakların 2/3 çıktığı evredeki tarih not edilmiştir. NDVI ölçümü; bitkinin başaklanma evresinde havanın açık ve rüzgârsız, bitki yüzeyinin yağmur, çiğ vs. den ıslanmadığı, güneş ışınlarının dik geldiği 12:00-14:00 saatleri arasında bitkilerin sağlık durumunu belirlemek için GreenSeeker aletiyle ölçülmüştür.

Elde edilen sonuçlara ait veriler JMP Pro-17 istatistik paket programına göre T testi dikkate alınarak gruplandırılarak analizi yapılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tritikale genotiplerin incelenen özelliklerine ait varyans analizi sonuçları, ortalama değerleri ve bunlar arasında oluşan gruplandırmaları Tablo 1’te verilmiştir. Tablo incelendiğinde gluten oranı, başaklanma gün sayısı ve NDVI özellikleri için genotipler arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir.

Tritikale genotipleri arasında yapılan analizlerde gluten oranı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar (F değeri 2.61**) saptanmıştır. DZ23-9 hattı, %36.63'lük değeriyle en yüksek gluten oranına sahip genotip olurken, DZ9-01-02 (%27.75), DZ9-07 (%29.04) ve DZ23-5 (%29.13) hatları en düşük değerleri göstermiştir. Gluten oranının kalitedeki önemine karşın, bu düşük glutenli hatların aynı zamanda en erkenci başaklanma gün süresine sahip genotipler arasında yer alması, tritikalenin kuraklık koşullarında erken olgunlaşma (kuraklıktan kaçınma) adaptasyonu ile protein/gluten birikimi arasında bir etkileşim olduğunu düşündürmektedir. Bu durum, kalite değeri yüksek ancak geçici olan DZ23-9 gibi hatlar ile kuraklık stresi öncesinde döngüsünü tamamlayan erkenci hatlar arasında tarımsal sürdürülebilirlik açısından farklı stratejilerin mevcut olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 1. Araştırmada kullanılan tritikale genotiplerinin incelenen özelliklerine ait ortalama değerler ve varyans analiz sonuçları

Genotip	Gluten Oranı (%)		Başaklanma Süresi (gün)		NDVI	
G44	31.50	b-e	118.8	cde	65.6	a-e
DZ23-1	30.50	b-f	119.6	bcd	67.1	abc
DZ23-10	32.75	bc	121.8	a	62.3	c-h
DZ23-3	32.63	bc	119.1	cde	64.0	a-g
DZ23-4	30.25	b-f	118.8	c-f	62.8	c-h
DZ23-5	29.13	def	117.8	d-h	59.3	h
DZ23-6	31.50	b-e	118.0	d-h	62.5	c-h
DZ23-8	31.63	b-e	117.8	e-h	65.3	a-e
DZ23-9	36.63	a	121.1	ab	67.7	ab
DZ9-01	31.00	b-e	115.8	ı	64.5	a-f
DZ9-01-02	27.75	f	116.8	ghı	61.4	e-f
DZ9-02	28.63	ef	117.0	f-ı	66.3	a-e
DZ9-03	31.13	b-e	116.8	ghı	68.3	a
DZ9-04	30.88	b-e	117.1	f-ı	66.0	a-e
DZ9-05	32.13	bcd	119.3	cde	63.6	a-h
DZ9-06	30.00	c-f	119.8	bc	64.3	a-f
DZ9-07	29.04	def	119.7	b-e	59.9	fgh
DZ9-08	33.13	b	118.6	c-g	66.8	a-d
DZ9-09	30.00	c-f	118.3	c-g	64.3	a-f
DZ9-10	33.25	b	118.8	cde	59.8	gh
TBT6-11	31.38	b-e	119.3	b-e	67.5	ab
ADAY-8	31.75	bcd	116.5	hı	64.8	a-f
ESİN	32.50	bc	118.8	cde	62.0	d-h
MELİHBİY	30.50	b-f	122.1	a	63.5	b-h
VARDEM	31.62	b-e	118.3	c-g	62.3	c-h
Genel Ort.	31.25		118.6		64.1	
VK (%)	7.06		1.05		5.00	
F (%)	2.61**		5.99**		2.25**	

Tritikale, genellikle ana ebeveyni olan buğdaya (*Triticum* spp.) kıyasla daha erken fenolojik gelişim göstererek erken başaklanma evresine geçiş eğilimi gösteren hibrit tahıl cinsidir. Bu özellik, bitkinin reproduktif fazını yüksek sıcaklık stres ve terminal kuraklık koşullarının yoğunlaştığı dönemlerden önce tamamlamasına olanak tanıyan kritik bir kaçınma mekanizmasıdır. Dolayısıyla, bu erken olgunlaşma eğilimi, özellikle yarı kurak ve Akdeniz iklimi benzeri alanlarda, dane dolum ve verim stabilitesi açısından adaptif bir üstünlük sağlamaktadır. Tritikale çeşit ve hatları içerisinde DZ9-01, ADAY-8, DZ9-01-02 ve DZ9-03 hatlarının en erkenci olmaları, MELİHBİY, DZ23-10 ve DZ23-9 genotiplerinin ise geçici olmaları kurak ve yarı kurak gibi farklı bölgelerde yetiştirildiklerinde stabilite yönünden avantaj yaratabileceğini göstermektedir.

NDVI değeri araştırmacılara bitkinin fizyolojik olarak genel sağlık durumu ve buna bağlı olarak bitkinin azot gereksinimi hakkında genel olarak bilgi sağlamaktadır (Eliş vd., 2024). Başaklanma döneminde elde edilen NDVI ölçüm sonuçları 68.3 ve 59.8 arasında değişim göstermiştir. NDVI değerleri genel olarak çok yüksek bulunmamıştır. Bu durum tritikale hatlarının başaklanma döneminin son döneminde ölçüm yapıldığı ile alakalı olabileceği

düşünülmektedir. En yüksek değere sırasıyla DZ9-03, DZ23-9, TBT6-11, DZ23-1 (68.3-67.7-67.5-67.1) genotipleri oluşturmuştur.

4. SONUÇ

Bu çalışma, Diyarbakır'da kurak ve yarı kurak koşullarda yetiştirilen 25 tritikale genotipinin gluten oranı, başaklanma süresi ve NDVI değerleri açısından önemli genetik çeşitliliğe sahip olduğunu kanıtlamıştır. Özellikle, DZ23-9 hattının yüksek gluten içeriğiyle kalite potansiyeli ve DZ9-03 hattının en yüksek NDVI değeriyle fizyolojik sağlık üstünlüğü, kuraklığa dayanıklı ve verimli yeni tritikale çeşitlerinin geliştirilmesi için kullanılacak stratejik genetik kaynaklar olduğunu göstermiştir. Bu genotiplerin adaptasyon tepkilerinin detaylı değerlendirilmesi, küresel gıda güvenliği açısından tritikale ve diğer tahıl türlerinin ıslahında genetik dayanıklılığın artırılmasına yönelik bilimsel bir katkı sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

- Abdein, M. A., Abd El-Moneim, D., Taha, S. S., Al-Juhani, W. S., Mohamed, S. E. 2018. "Molecular characterization and genetic relationships among some tomato genotypes as revealed by ISSR and SCoT markers", *Egyptian Journal of Genetics and Cytology*, 47(1), 139-159.
- Aboulila, A. A., Mansour, M. 2017. "Efficiency of triple-SCoT primer in characterization of genetic diversity and genotype-specific markers against SSR fingerprint in some Egyptian barley genotypes", *American Journal of Molecular Biology*, 7(3), 123-137.
- Amirmoradi, B., Talebi, R., Karami, E. 2012. "Comparison of genetic variation and differentiation among annual Cicer species using start codon targeted (SCoT) polymorphism, DAMD-PCR, and ISSR markers", *Plant systematics and evolution*, 298, 1679-1688.
- Cramer, W., Guiot, J., Fader, M., Garrabou, J., Gattuso, J.P., Iglesias, A., Lange, M.A., Lionello, P., Llasat, M.C., Paz, Ş., Penuelas, J., Snoussi, M., Toreti, A., Tsimplis, M.N., Xoplaki, E. (2018) Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean. *Nature Climate Change*. 8(11):972-980. doi:10.1038/s41558-018-0299-2
- El Safty, N., & Attia, M. A. (2019). GENETICAL AND PRODUCTIVITY EVALUATION OF SOME TRITICALE GENOTYPES UNDER NORTH SINAI CONDITIONS. *Egyptian Journal of Desert Research*, 69(2), 107-125.
- Elis, S. (2024). IMPACT OF HEAT STRESS ON YIELD POTENTIAL OF DURUM WHEAT GENOTYPES. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, 34(6).
- Ezzat, M. A., Alotaibi, N. M., Soliman, S. S., Sultan, M., Kamara, M. M., Abd El-Moneim, D., Hassanin, A. A. (2024). Molecular and agro-morphological diversity assessment of some bread wheat genotypes and their crosses for drought tolerance. *PeerJ*, 12, e18104.
- Flavell, A.J., Dunbar E., Anderso R., Pearce S.R., Hartley R. Kumar A., 1992. "Ty1-copia group retrotransposons are ubiquitous and heterogeneous in higher plants", *Nucleic Acids Research*, 20 (14), 3639-3644.
- Güngör, H., İlhan, E., Kasapoğlu, A. G., Filiz, E., Pour, A. H., Valchev, D., Haliloğlu, K., Dumlupınar, Z. 2022. "Genetic diversity and population structure of Barley cultivars released in Turkey and Bulgaria using iPBS-retrotransposon and SCoT markers", *Journal of Agricultural Sciences*, 28(2), 239-250.
- Guo, D. L., Zhang, J. Y., Liu, C. H. 2012. "Genetic diversity in some grape varieties revealed by SCoT analyses", *Molecular biology reports*, 39, 5307-5313.
- Haliloğlu, K., Türkoğlu, A., Öztürk, A., Niedbała, G., Niazi, M., Wojciechowski, T., Piekutowska, M. 2023. "Genetic diversity and population structure in bread wheat germplasm from Türkiye using iPBS-retrotransposons-based markers", *Agronomy*, 13(1), 255.

- Hamidi, H., Talebi, R., Keshavarzi, F. 2014. "Comparative efficiency of functional gene-based markers, start codon targeted polymorphism (SCoT) and conserved DNA-derived polymorphism (CDDP) with ISSR markers for diagnostic fingerprinting in wheat (*Triticum aestivum* L.)" *Cereal research communications*, 42(4), 558-567.
- Ibrahim, S. D., Adawy, S. S., Atia, M. A. M., Alsamman, A. M., Mokhtar, M. M. 2016. "Genetic diversity, variety identification and gene detection in some Egyptian grape varieties by SSR and SCoT markers", *Plant Omics*, 9(5).
- Kalendar, R., Antonius K. Smykal P. 2010. "iPBS: a universal method for DNA fingerprinting and retrotransposon isolation", *Theoretical and Applied Genetics* 121. 1419–1430.
- Kizilgeci, F., Bayhan, B., Türkoğlu, A., Haliloglu, K., Yildirim, M. 2022. "Exploring genetic diversity and Population structure of five *Aegilops* species with inter-primer binding site (iPBS) markers", *Molecular Biology Reports*, 49(9), 8567-8574.
- Niedziela, A., Orłowska, R., Machczyńska, J., Bednarek, P.T. (2016). The genetic diversity of triticales genotypes involved in Polish breeding programs. *SpringerPlus* 5, 355. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-1997-8>
- Rezai, M., Seifati, S. E., Saravi, A. T., & Hasani, H. S. (2024). Genetic Diversity and Population Structure of Primary *Tritipyrum* Lines in Comparison with Bread Wheat Varieties and Triticale Lines using SCoT Markers. *Iranian Journal of Biotechnology*, 1;22(3):e3889. doi: 10.30498/ijb.2024.447932.3889

İLERİ KADEME TRİTİKALE HATLARININ DİYARBAKIR KOŞULLARINDA VERİM VE KALİTE POTANSİYELLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Prof. Dr. Ferhat KIZILGEÇİ

Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi,
Tarla Bitkileri Bölümü, Mardin

ORCID ID: 0000-0002-7884-5463

Dr. Seval ELİŞ

Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksekokulu, Mardin

ORCID ID: 0000-0001-6708-5238

Prof. Dr. Mehmet YILDIRIM

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır

ORCID ID: 0000-0003-2421-4399

ÖZET

Bu çalışma, dört farklı Tritikale genotipinin (ESİN, G1, G2, G3) önemli tarımsal özellikler ve kalite parametreleri açısından performansını değerlendirmeyi amaçlamıştır. Tarla denemesi 2024 buğday yetiştirme sezonunda Diyarbakır'da yağışa dayalı koşullarda yürütülmüştür. Deneme deseni tesadüf bloklarına göre 3 tekrarlamalı olarak düzenlenmiştir. İncelenen özellikler; tane verimi (kg/da), protein oranı (%), nişasta oranı (%), bin tane ağırlığı (g), bitki boyu (cm) ve SPAD değeridir. Varyans analizi sonuçları, genotipler arasında tüm özellikler açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğunu göstermiştir. G3 genotipi en düşük tane verimine (575.4 kg/da), G1 ve G2 genotipleri ise standart çeşit Esin ile aynı verime sahip olmuşlardır. Protein oranı yönünden G1 tritikale genotipi standart çeşit Esin gibi yüksek protein oranına sahiptir. Tane verimi ile protein oranı ve SPAD arasında pozitif, nişasta oranı ile negatif ilişki ortaya çıkmıştır. ESİN genotipi ise en yüksek tane verimine (848.5 kg/da), bin tane ağırlığına (44.87 g), protein oranına (%12.98) ve SPAD değerine (56.2) sahip olup, genel performans açısından öne çıkmıştır. İncelenen 3 tritikale genotipi içerisinde G1 hattının verim, kalite ve klorofil içeriği yönünden standart olarak kullanılan Esin tritikale çeşidi ile benzer seviyede olması bu hattın Diyarbakır koşullarına uygun çeşit adayı olabileceğini göstermektedir. Bu sonuçlar, yüksek verim ve kalite özelliklerine sahip Tritikale çeşitlerinin ıslah programlarında kullanılma potansiyellerini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Tritikale, tane verimi, SPAD, bitki boyu

EVALUATION OF YIELD AND QUALITY POTENTIALS OF ADVANCED TRITICALE LINES UNDER DİYARBAKIR CONDITIONS ABSTRACT

This study aimed to evaluate the performance of four different tritikale genotypes (ESİN, G1, G2, G3) in terms of important agricultural traits and quality parameters. The field experiment was conducted under rainfed conditions in Diyarbakır during the 2024 wheat growing season. The experimental design was arranged as a randomized complete block design with three

replications. The traits investigated were; grain yield (kg/da), protein content (%), starch content (%), thousand grain weight (g), plant height (cm), and SPAD value. Analysis of variance results showed statistically significant differences among the genotypes for all traits. The G3 genotype had the lowest grain yield (575.4 kg/da), while the G1 and G2 genotypes had the same yield as the standard cultivar Esin. In terms of protein content, the G1 triticale genotype had a high protein content, similar to the standard cultivar Esin. A positive relation was found between grain yield and protein content and SPAD, and a negative relation was found between starch content and SPAD. The ESİN genotype stood out in overall performance, having the highest grain yield (848.5 kg/da), Thousand grain weight (44.87 g), protein content (%12.98), and SPAD value (56.2). The fact that the G1 line, among the three triticale genotypes investigated, was at a similar level to the standard triticale cultivar Esin in terms of yield, quality, and chlorophyll content suggests that this line could be a suitable cultivar candidate for Diyarbakır conditions. These results demonstrate the potential for triticale varieties with high yield and quality traits to be utilized in breeding programs.

Keywords: Triticale varieties grain yield, correlation, SPAD, plant height

1. GİRİŞ

Tritikale yüksek verim potansiyeli, değişken çevre koşullarına tolerans ve tatminkar tane kalitesi dahil olmak üzere çok sayıda avantaj sunan buğday ve çavdar arasında bir amfiloid melezdir (Roques vd., 2016; Fraś vd., 2016). Tritikale tanesi, buğday ve çavdarla karşılaştırıldığında daha yüksek biyolojik değere sahiptir. Tritikale ağırlıklı olarak yem amaçlı yetiştirilse de unu önemli mineral bileşikler (örneğin K, P, Cu, Mn) ve yüksek kaliteli protein içerir. Tritikale tanesi, çeşitli diyet uygulamaları için diğer tahıllara potansiyel bir tamamlayıcı olarak kullanılabilir (Kamanova vd., 2023). Tritikale tanesi zengin bir protein kaynağıdır (%12'nin üzerinde) ve antioksidan özelliklere sahip fenolik bileşikler de dahil olmak üzere birçok biyoaktif bileşik içerir (Camerlengo ve Kiszona, 2023; Kaszuba vd., 2021; Szpunar-Krok vd., 2023). Tritikale ayrıca, çavdardan ziyade buğdaya daha benzer bir yapı ve moleküler ağırlık profiline sahip önemli bir diyet lifi içeriği (yaklaşık %14) sağlar (Fraś vd., 2016). Araştırmalar, tritikale tanesinin ve ürünlerinin un ve ekmek üretimi için potansiyelini ve bisküvi, kek ve kurabiye ve makarna üretiminde buğday ununun yerine kullanılabileceğini doğrulamıştır (Fraś vd., 2016; Zhu 2018).

Tritikalenin verimi, çeşidine, büyüme mevsimindeki hava koşullarına ve tarımsal teknik uygulamalara bağlıdır (Rózewicz 2022). Tritikale yetiştiriciliği, özellikle daha az elverişli iklimlere ve zayıf toprak koşullarına sahip bölgelerde buğday yetiştiriciliğine bir alternatif

olarak sunula bilir ve olumsuz ortamlarda daha fazla verimlilik potansiyelini ortaya koyabilir (Derejko 2021).

Tritikale, ıslah programlarının çoğunda, tahıl ve biyokütle verimi, hastalık ve zararlılara dayanıklılık, kalite ve tarımsal özellikler gibi ekonomik açıdan önemli özelliklerin iyileştirilmesine odaklanılmaktadır. Bu bağlamda, bu çalışmanın temel amacı; dört farklı tritikale genotipinin (ESİN, G1, G2, G3) yukarıda belirtilen verim, kalite ve fizyolojik özellikler açısından performanslarını karşılaştırmak ve Diyarbakır koşullarında başarılı olabilecek umut verici çeşit adaylarını belirleyerek, yüksek verim ve kalite özelliklerine sahip çeşitlerin kullanım potansiyelini ortaya koymaktadır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Çalışma alanı, bitki materyali ve çevresel koşullar

Deneme, 2024 yılı yetiştirme sezonunda Diyarbakır ilinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada materyal olarak 1 ticari çeşit ve 3 ileri kademe tritikale genotipi kullanılmıştır. Çalışma materyali olan ileri kademe hatları Dicle Üniversitesinden ve Esin ticari çeşidi ise GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi'nden temin edilmiştir. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak düzenlenmiş ve tarla koşullarında deneme mibzeriyle ekilerek kurulmuştur. Parsel büyüklüğü 4,8 m² (4 x 1,2) ve 6 sıradan oluşturulmuştur. Gübreleme, ekim ile birlikte dekara 6 kg saf N ve 6 kg saf fosfor 20-20 kompoze gübre formunda ve kardeşlenme döneminde 6 kg saf azot üre formunda kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneme sahasında görülen yabancı otlar elle uzaklaştırılmış ve hastalıklara karşı kimyasal ilaç uygulaması yapılmıştır. Hasat deneme biçer döveri ile gerçekleştirilmiştir. Denemenin yürütüldüğü aylara ait Diyarbakır ilinin iklim verileri Tablo 1'de verilmiştir. Bitki yetiştirme vejetasyonu boyunca deneme alanına toplam 322.5 mm yağış düştüğü ve ortalama sıcaklığın 15.6 °C olduğu görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Deneme alanının 2024 yılına ait ortalama sıcaklık ve yağış değerleri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)	Nem (%)
Ocak	5.7	87.5	82.4
Şubat	7.4	47.8	73.5
Mart	9.8	101.0	69.7
Nisan	19.0	41.4	58.2
Mayıs	20.6	42.3	53.7
Haziran	31.0	2.5	24.4

2.2. İncelenen özellikler

Araştırmada tane verimi, protein oranı, nişasta oranı, bin dane ağırlığı, bitki boyu ve SPAD değeri(bayrak yaprak klorofil içeriği) özellikleri incelenmiştir. SPAD ölçümü yapraktaki klorofil miktarını dolaylı olarak ölçmek amacıyla, taşınabilir klorofil metre cihazı (Minolta

SPAD-502, Osaka, Japan) ile her parselde rastgele seçilen 10 bitki Zadoks vd., (1974) gelişme skalasına göre çiçeklenme (GS 65) dönemindeyken, her bitkinin ana sap bayrak yaprağının orta bölümünde damara gelmeyecek şekilde, 10.00-14.00 saatleri arasında açık havada ölçülerek belirlenmiştir. Tane verimi, hasat sonunda her parselden elde edilen tane ürünü 0.1 g hassas terazide tartılarak elde edilen rakamlar kg/da'a çevrilmesiyle belirlenmiştir. Bitki boyu her parselden 10 bitkide toprak yüzeyinden başağın en uç kısmı arasındaki mesafenin cm cinsinden ortalaması alınmasıyla belirlenmiştir. Taneler öğütme işlemine tabi tutulmadan, her parselden alınan örneklerin protein ve nişasta oranı GrainSense cihazında % olarak tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara ait veriler JMP Pro-17 istatistik paket programı kullanılarak ortalama veriler ve ortalamalar arası farkları gösteren gruplandırmalar oluşturulmuştur.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tritikale genotiplerin incelenen özelliklerine ait varyans analizi sonuçları, ortalama değerleri ve bunlar arasında oluşan gruplandırmaları Tablo 2'te verilmiştir. Varyans Analizi sonuçları incelendiğinde, genotipler arasında incelenen tüm özellikler açısından istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğunu görülmektedir.

Tablo 2. Dört farklı Tritikale genotipine ait tarımsal özelliklerin ortalama değerleri ve varyans analizi sonuçları

Genotip	Tane Verimi (kg/da)	Protein Oranı (%)	Nişasta Oranı (%)	Bin Tane Ağırlığı (g)	Bitki Boyu (cm)	SPAD
Ortalamalar						
ESİN	848.5 a	12.98 a	86.73 b	44.87 a	120.4 ab	56.2 a
G1	820.8 a	12.87 a	86.21 b	33.58 bc	112.5 bc	52.4 a
G2	733.3 a	12.50 ab	86.78 ab	35.73 b	111.3 c	50.7 ab
G3	575.4 b	11.73 b	87.86 a	31.44 c	124.3 a	45.7 b
Genel Ort.	744.5	12.52	86.90	36.41	117.1	51.8
Varyans Analizi						
VK (%)	9.32	3.54	0.63	4.98	3.77	5.53
LSD	56.63	0.36	0.45	1.48	3.60	2.32
Kort	29951*	0.642*	0.884*	63.27**	80.75*	36.77*

*:p<0.05, **:p<0.01

Tane verimi ESİN (848.5 kg/da), G1 (820.8 kg/da) ve G2 (733.3 kg/da) genotiplerinde aynı gruplandırmada ve en yüksek değerde yer almaktadır. Özellikle G1 genotipinin gösterdiği üstün performans kurak ve yarı kurak bölgelerde çeşit adayı olarak başarılı bir şekilde yetişebileceği kanısını uyandırmaktadır. Çalışmada kullanılan tüm genotiplerin ortalaması 744.5 kg/da olup G3 (575.4 kg/da) genotipi ortalama değer çok altında ve en düşük değerde yer almıştır. Çalışmamızda elde edilen tane verim değerleri benzer koşullarda Kızılgeçi ve ark. (2017), Kızılgeçi ve Yıldırım (2017), Kızılgeçi ve ark. (2024) tarafından yürütülen çalışmalardan daha yüksek değerlere sahip olmuştur.

Çalışmada ölçülen önemli kalite parametrelerinden protein ve nişasta oranı genotip ortalamaları sırasıyla %12.52 ve %86.90 olarak tespit edilmiştir. ESİN ve G1 genotipi protein oranı bakımından (%12.98 ve %12.87) en yüksek değeri alırken, nişasta oranı bakımından (%86.73 ve %86.21) en düşük değerde yer aldığı görülmüştür. Bunun aksine nişasta oranı (%11.73) bakımından en yüksek değeri alan G3 genotipi protein oranı (%11.73) olarak en düşük orana sahiptir. Protein içeriği tane kalitesi için son derece önemli bir parametredir. Çünkü un özelliklerinin neredeyse tamamı (glüten içeriği, su emilimi, karıştırma gereksinimi, somun hacmi) protein içeriğiyle yüksek oranda ilişkilidir (Pomeranz, 1985). Barutcular ve ark. (2016) tanedeki protein oranının lokasyon, genotip ve çevre koşullarından etkilendiğini bildirmişlerdir. Mut ve Köse (2018) yaptıkları araştırmada nişasta içeriği değerinin çevresel koşullardan ve genetik yapıdaki farklılıklardan ileri geldiğinin belirtmiştir.

Verim ve kalite dengesi G3 genotipinin yüksek nişasta oranına karşın, tane verimi ve protein oranının düşük olması, Tritikale’de verim ile kalite bileşenleri arasında negatif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Islah programlarında hem verim hem de kalite hedeflendiğinden bu özellikler bakımından bir dengenin olması gerektiği ve G1 genotipinin bu duruma uygun olabileceği düşünülmektedir.

Morfolojik özelliklerden bin tane ağırlığında en yüksek değere ESİN (44.87 g) çeşidi, en düşük değere G3 (31.44 g) genotipi sahip olarak diğer genotiplerden gruplandırma bakımından ayrılmıştır. Tüm ileri kademe hatları bin tane ağırlığı bakımından ESİN çeşidi ve genel ortalama değerin altında kalmıştır. Eliş ve Biçer (2022) bin tane ağırlığının çevresel koşullardan önemli dereceden etkilendiği rapor etmişlerdir.

Bitki Boyunda en uzun 124.3 cm değerle G3 genotipi ve genel ortalamanın da altında bir değer olarak en kısa genotip ise 111.3 cm değerle G2 genotip olmuştur. Daha uzun boylu olan G3 genotipi, özellikle kaba yem veya biyoyakıt amaçlı kullanım için önemli bir biyokütle kaynağı olabileceği gibi verim bakımından ve mekanizasyon bakımından makul değerde olan G1 genotipi diğer amaçlarda değerlendirilebileceği görülmektedir. Akgül ve ark. (2007) yaptıkları çalışmalarında bitki boyu özelliğinin tritikale genotiplerinde yıllara göre farklılıklar gösterdiği ve çevre koşullarından etkilendiği ve özellikle ilkbahar yağışlarının boy uzaması arttırdığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda da özellikle Mart ayında görünen yüksek yağış miktarı bitki boyunun uzamasını teşvik etmiştir.

ESİN çeşidi ve 3 ileri kademe hatların genel ortalama SPAD değeri 51.8 olarak tespit edilmiştir. En yüksek SPAD değeri ESİN ve G1 genotipinde, en düşük değer ise G3 genotipinde olduğu görülmüştür. ESİN çeşidinin ve G1 genotipinin yüksek tane verimi ve SPAD değerine

sahip olması verim potansiyeli fizyolojik özelliklerle ilişkilendirilebileceğini göstermektedir. Yüksek SPAD değeri, daha etkin fotosentez kapasitesine ve dolayısıyla daha iyi tane dolumuna işaret ederek, Tritikale’de yüksek verim için önemli fizyolojik unsurlardan birini temsil etmektedir. Kızılgeçi (2019), çevresel koşullara bağlı olarak değişkenlik gösteren SPAD değerlerinin, genotiplerin farklı genetik yapılarından kaynaklandığını bildirmiştir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada dört farklı Tritikale genotipi, incelenen tarımsal ve kalite özellikleri bakımından geniş bir varyasyon göstermiştir. G1 genotipi, yüksek tane verimi, yüksek protein oranı ve iyi düzeyde bir klorofil düzeyi ile yem bitkisi olarak umut verici genotip olarak öne çıkmıştır. Buna karşın, G3 genotipi en düşük verimi ve protein oranı vermesine rağmen en yüksek nişasta oranına sahip olmuştur. Bu bulgular, Tritikale ıslahında hedeflenen ürün kullanım amacına göre (gıda, yem veya endüstriyel) farklı genotiplerin seçilmesi gerektiğini göstermektedir ve ıslahçıların karar verme süreçlerine önemli bilimsel katkılar sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

- Akgün, İ., Kaya, M., & Altındal, D. (2007). Isparta ekolojik koşullarında bazı tritikale hat/çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 20(2), 171-182.
- Barutcular, C., Yıldırım, M., Koc, M., Dizlek, H., Akinci, C., EL Sabagh, A., Saneoka, H., Ueda, A., Islam, MS., Toptas, I., Albayrak, O., Tanrikulu, A. (2016). Quality traits performance of bread wheat genotypes under drought and heat stress conditions. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25(10), 1-7.
- Camerlengo, F., Kiszona, A. (2023). Genetic factors influencing triticale quality for food. *J. Cereal Sci.*, 113, 103744.
- Derejko, A., Studnicki, M., Wójcik-Gront, E. (2021). Grain yield performance and stability of winter wheat and triticale cultivars in a temperate climate. *Crop Sci.*, 61, 3962–3971.
- Eliş, S., & Biçer, B. (2022). Yetiştirme sistemlerinin kurak şartlarda buğdayın verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(2), 351-360.
- Fraś, A., Gołębiewska, K., Gołębiewski, D., Mańkowski, D.R., Boros, D., Szczówka, P. (2016). Variability in the chemical composition of triticale grain, flour and bread. *J. Cereal Sci.*, 71, 66–72.
- Kamanova, S.; Yermekov, Y.; Shah, K.; Mulati, A.; Liu, X.; Bulashev, B.; Toimbayeva, D.; Ospankulova, G. (2023). Review on nutritional benefits of triticale. *Czech J. Food Sci.*, 41, 248–262.
- Kaszuba, J., Kapusta, I., Posadzka, Z. (2021). Content of phenolic acids in the grain of selected polish triticale cultivars and its products. *Molecules*, 26, 562.
- Kızılgeçi, F. (2019). Assessment of yield and quality of some Triticale genotypes in South-Eastern Anatolia. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(1), 545-551.
- Kızılgeçi, F., & Yıldırım, M. (2017). Bazı tritikale (X Triticosecale Wittmack) genotiplerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 43-49.
- Kızılgeçi, F., Akıncı, C., Albayrak, Ö., & Yıldırım, M. (2017). Tritikale hatlarında bazı fizyolojik parametrelerin verim ve kalite özellikleriyle ilişkilerinin belirlenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 7(1), 337-344.
- Kızılgeçi, F., Levent, A., Eliş, S. & Yıldırım, M. (2024). Evaluation of Yield, Quality and Physiological Traits of Triticale Genotypes in Irrigated Conditions. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Özel Sayı), 778-785.
- Mut, Z., & Erbaş Köse, Ö. (2018). Tritikale genotiplerinin tane verimi ve bazı kalite özellikleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33(1), 47-57.



- Pomeranz, Y. (1985) Functional properties of food components Academic press, New York (1985) pp. 155–158
- Roques, S.E., Kindred, D.R., Clarke, S. (2016). Triticale out-performs wheat on range of UK soils with a similar nitrogen requirement. J. Agric. Sci. 1552, 261–281.
- Różewicz, M. (2022). Yield, grain quality and potential use of triticale in Poland. Pol. J. Agron., 49, 9–19.
- Zhu, F. (2018). Triticale: Nutritional composition and food uses. Food Chem., 241, 468–479.

MİKROPOLİESTER KUMAŞLARIN TERMOFİKSAJ İŞLEMİ KOŞULLARININ BOYA ALIMI ÜZERİNE ETKİSİNİN BOYA MOLEKÜL BÜYÜKLÜĞÜNE BAĞLI OLARAK İNCELENMESİ

Ayşin ÇİFTÇİ EKİCİ

Özsar Tekstil Örne Kumaş San. ve Tic. Ltd. Şti., 59880 Ergene, Tekirdağ, Türkiye

ORCID ID: 0009-0005-6391-4285

Duygu AYDIN ÖRNEK

Tekirdağ Namık Kemal University, Engineering Faculty, Department of Textile Engineering, 59560

Çorlu, Tekirdağ, Türkiye

ORCID ID: 0009-0005-7531-4703

Elif AYDIN

Özsar Tekstil Örne Kumaş San. ve Tic. Ltd. Şti., 59880 Ergene, Tekirdağ, Türkiye

ORCID ID: 0009-0009-0766-5324

Prof.Dr. Rıza ATAV

Tekirdağ Namık Kemal University, Engineering Faculty, Department of Textile Engineering, 59560

Çorlu, Tekirdağ, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-5807-4542

ÖZET

Bu çalışmada, kırmızı ve mavi renklerde biri küçük diğeri büyük molekülü olmak üzere ikişer farklı boya kullanılarak boyanın molekül büyüklüğü ve rengine bağlı olarak termofiksaj işlem sıcaklığı ve süresinin mikropoliester kumaşlarda dispers boya alımı üzerine etkisi incelenmiştir. Küçük ve büyük molekülü boyalarla yapılan çalışmalarda boyama öncesi fiksaj işlemi yapıp yapılmamasının veya fiksaj işleminin koşullarının (sıcaklık ve süre) boyamada elde edilecek renk verimi üzerine etkisinin büyük molekülü boyalarda daha belirgin olduğu saptanmıştır. Çalışmada mikropoliester kumaşlarda fiksaj sıcaklığı arttıkça boya alımının başlangıçta azaldığı, 200 °C'ta minimuma ulaştığı ve sonrasında tekrar yükseldiği görülmüştür. Buna karşın fiksaj süresi 60 saniyeden 90 saniyeye çıktığında boya alımı artmıştır. Ön fikse işlemi sentetik kumaşlara boyut stabilitesi kazandırmak ve kumaşın boyama sırasında çekmesini ve/veya kumaşa kırık oluşmasını önlemek için çok önemlidir. Ancak ön fiksajın kumaşın boya alım özelliklerini de etkilediği dikkate alınmalı ve fiksaj koşulları (sıcaklık, süre, kumaşa uygulanan gerilim) doğru seçilmelidir.

Anahtar kelimeler: Mikropoliester, ön fiksaj, dispers, boya alımı

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE THERMOFIXATION CONDITIONS ON DYE UPTAKE OF MICROPOLYESTER FABRICS DEPENDING ON DYE MOLECULE SIZE

ABSTRACT

In this study, the effect of thermofixation temperature and time on disperse dye uptake in micropolyester fabrics was investigated using two different dyes in red and blue, one with a small molecular size and the other with a large molecular size, in order to examine the influence of dye molecular size and color. In experiments with both small and large molecular dyes, it was

found that performing or not performing pre-fixation, as well as the conditions of the fixation process (temperature and time), had a more pronounced effect on the color yield in large molecular dyes. The study showed that in micro-polyester fabrics, dye uptake initially decreased with increasing fixation temperature, reached a minimum at 200°C, and then increased again. In contrast, increasing the fixation time from 60 seconds to 90 seconds resulted in higher dye uptake. Pre-fixation is very important for synthetic fabrics to provide dimensional stability and to prevent shrinkage or creasing during dyeing. However, it should be considered that pre-fixation also affects the dye uptake properties of the fabric, and the fixation conditions (temperature, time, and tension applied to the fabric) must be selected appropriately.

Keywords: Micro-polyester, pre-fixation, disperse, dye uptake

1. GİRİŞ

Sentetik lifler artık tekstil üretiminde büyük önem taşımaktadır. Günümüzde birçok giysi, saf sentetik ipliklerden veya bunların doğal liflerle karışımlarından üretilmektedir (Atav ve ark., 2006). Poliester gibi sentetik liflerle tekstil üretimi sırasında, lif yapısı içinde gerilim oluşmakta ve malzeme daha sonra yaş veya ısıl işleme tabi tutulduğunda, yapısal gevşeme nedeniyle çekmektedir. Bu nedenle sentetik lifler, yüksek sıcaklıkta bir ısıl fiksaj işlemine tabi tutulmadıkları sürece çoğu tekstil amacı için kullanılamaz. Geleneksel poliester [poli(etilen tereftalat)] için, ısıl fiksajı buharda 140 °C’ta veya kuru havada 190-220 °C’ta gerçekleştirilmektedir. Isıl fiksaj, poliester boyutsal stabilite sağlasa da aynı zamanda lifin boyanabilirliğini de etkilemektedir. Boya alımı, ısıl fiksajın süresi ve sıcaklığından etkilenmektedir (Phillips ve ark., 2003). Genellikle poliester liflerinde 1-2,4 dtex arası olanlar ince; 2,4-7 dtex arası olanlar orta ve 7 dtex ve üzeri olanlar kalın olarak nitelendirilmektedir. 1 dtexten daha ince olan lifler ise mikro poliester olarak adlandırılmaktadır. Mikro poliester kumaşlarda mamulün boyut stabilitesini sağlamak ve son görünümünü korumak için boyama öncesi ısıl fiksaj işlemi yapılabilir. Fiksaj işlemi sırasında optimum yumuşaklık ve elastikiyet eldesi için kumaşın minimum gerilim altında tutulması gerekmektedir (Roy Choudhury, 2011). PES lifi, ısıl fiksaj konusunda belki de en çok incelenen liftir (Gupta, 2002). PES liflerinin ısıl fiksajıyla ilgili literatürde çeşitli çalışmalar mevcuttur (Merian ve ark., 1963; Radhakrishnan ve ark., 1997; Venkatesh ve ark., 1978; Recelj ve ark., 2006; Sardag ve ark., 2007). Daha önce **Atav** tarafından dispers boyalarla boyalı poliesterin renk verimi üzerinde çeşitli ön fiksaj işlemlerinin (termofiksaj, buhar fiksajı ve hidrofiksaj) etkilerinin karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir (Atav, 2011). Ancak önceki çalışmada boyanın difüzyon tanımlama sayısına bağlı olarak fiksajın poliester kumaşlarda boya alımı üzerine etkisi ortaya koyulmuştu.

Bu çalışmada ise, kırmızı ve mavi renklerde biri küçük diğeri büyük molekülü olmak üzere ikişer farklı boya kullanılarak boyanın molekül büyüklüğü ve rengine bağlı olarak termofiksaj işlem sıcaklığı ve süresinin mikropoliester kumaşlarda boya alımı üzerine etkisi incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada %100 mikropoliester (75/72 40 denye) full likralı interlok örme kumaş kullanılmıştır. Tüm deneyler yumuşak işletme suyu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kumaş numunelerine boyama öncesi farklı sıcaklık (190-200-210 °C) ve sürelerde (60-90-120 sn) termofiksaj işlemi uygulanmıştır. Termofiksaj işlemi laboratuvar ölçekli bir gergefli kurutucuda (PROWHITE) gerçekleştirilmiştir. Ardından ön fikse işlemi görmemiş ve çeşitli koşullarda ön fikse işlemine tabi tutulmuş kumaş numuneleri kırmızı ve mavi renklerde biri küçük (Dianix Red AC-E, Dianix Blue AC-E) diğeri büyük (Dianix Red S-G, Dianix Blue S-BG) molekülü olmak üzere ikişer farklı boya kullanılarak boyanmıştır. Boyama işlemleri laboratuvar ölçekli Copower Painted boyama makinesinde %2'lik koyulukta 1:10 flotte oranında pH 4,5'te (tampon asit ile) yapılmıştır. Boyama işlemi 40°C 'ta başlatılmış, 4°C/dk hızla 85°C'a çıkarılmış 10 dakika sonra sıcaklık 2 °C/dk. ısıtma hızıyla 135 °C'a çıkarılmış ve bu sıcaklıkta 60 dakika tutulmuştur. Daha sonra sıcaklık 4 °C/dk. hızla 40 °C'a soğutulmuştur. Ardından kumaşlar durulama ve asidik indirgen yıkama (2 mL/L NaOH, 2 g/l Na₂S₂O₄ ile 80 °C'ta 20 dakika) işlemine tabi tutulmuştur. Kumaşlar daha sonra oda sıcaklığında kurutulmuştur.

Numunelerin reflektans (%R) değerleri KONICA MINOLTA (D 65/10°) kullanılarak ölçülmüştür. K/S değerleri Kubelka-Munk denklemi kullanılarak hesaplanmıştır;

$$K/S = (1-R)^2 / 2R$$

R: Maksimum absorpsiyon dalga boyundaki reflektans değeri

K: Absorpsiyon katsayısı

S: Yansıtma katsayısı

Ön fikse işlemi görmemiş numunenin renk verimi değeri 100 kabul edilerek diğer numunelerin “Bağıl Renk Verimi” değerleri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Bağıl Renk Verimi} = (K/S)_{\text{numune}} * 100 / (K/S)_{\text{işlemsiz}}$$

Tüm istatistiksel analizler Minitab22 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. General Lineer Model'e göre varyans analizi yapılmıştır. ANOVA sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edildiğinde, bu farklılıkların kaynağını belirlemek için Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Ayrıca, sonuçların kolayca karşılaştırılabilmesi için “Ana Etkiler Grafiği” çizilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çeşitli koşullarda ön fikse işlemi sonrası biri küçük diğeri büyük moleküllü olmak üzere iki kırmızı ve iki mavi boya ile boyanmış kumaşların bağıl renk verimi değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 1 ve Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 1: Kırmızı boyalarda fiksaj sıcaklığı, fiksaj süresi ve boya tipinin bağıl renk verimi üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonucu

Kaynak	DF	Adj SS	Adj MS	F-Değeri	P- Değeri
Fiksaj Sıcaklığı	2	3,955	1,977	0,35	0,711
Fiksaj Süresi	2	11,403	5,701	1,00	0,383
Boya Tipi	1	105,159	105,159	18,42	0,000
Hata	24	137,028	5,709		
Toplam	29	260,334			

Tablo 2: Mavi boyalarda fiksaj sıcaklığı, fiksaj süresi ve boya tipinin bağıl renk verimi üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonucu

Kaynak	DF	Adj SS	Adj MS	F- Değeri	P- Değeri
Fiksaj Sıcaklığı	2	3,678	1,839	0,84	0,446
Fiksaj Süresi	2	51,210	25,605	11,64	0,000
Boya Tipi	1	133,554	133,554	60,74	0,000
Hata	24	52,772	2,199		
Toplam	29	239,000			

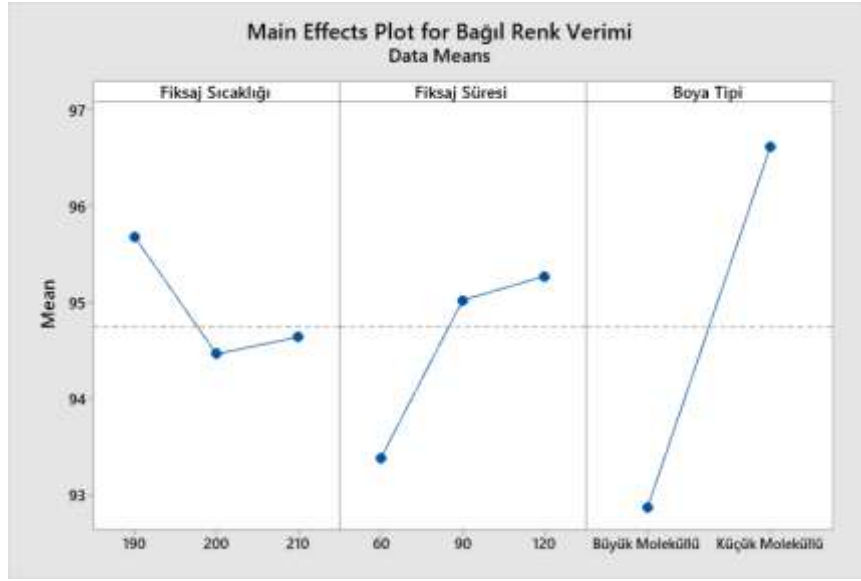
Tablo 1 ve Tablo 2 incelendiğinde hem kırmızı hem mavi boyalarda fiksaj sıcaklığının boyamada elde edilen bağıl renk verimi üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz ($p>0,05$) olduğu, buna karşın boya tipinin (yani boyanın küçük moleküllü veya büyük moleküllü olmasının) etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) olduğu anlaşılmaktadır. Öte yandan fiksaj süresinin etkisi kırmızı boyada önemsiz çıkmışken, mavi boyada önemli çıkmıştır. Bu nedenle mavi boyada fiksaj süresinin kaynağını görmek için Tukey analizi de yapılmış olup sonuçlar Tablo 3’te verilmektedir.

Tablo 3: Mavi boyada fiksaj süresinin etkisine ilişkin Tukey analizi sonucu

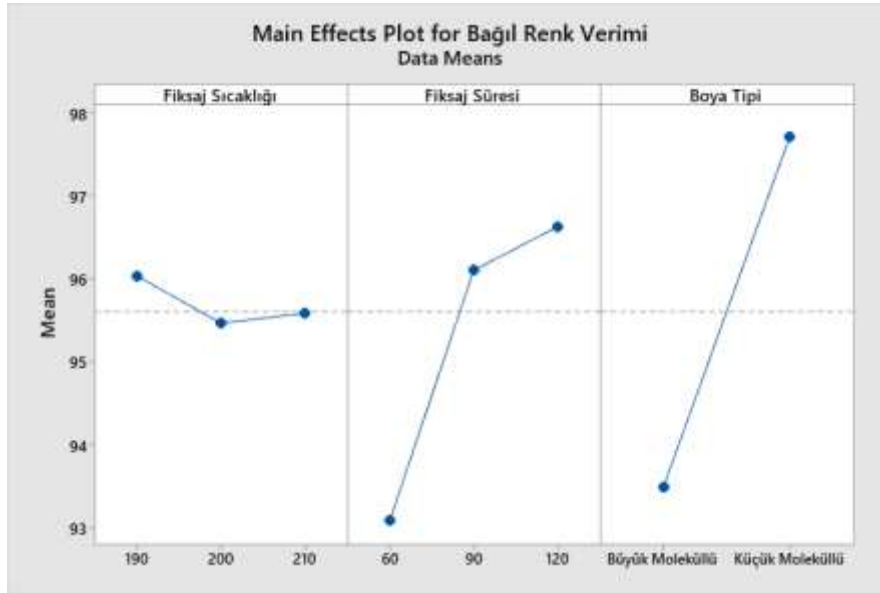
Fiksaj Süresi	N	Ortalama	Gruplama
90	18	96,1031	A
120	6	96,0472	A
60	6	92,4975	B

Tablo 3 incelendiğinde 90 ve 120 saniye fiksaj arasında istatistiksel olarak önemli fark olmadığı (ikisi aynı grupta yer alıyor), buna karşın 60 saniye fiksajın bağıl renk veriminin bunlara kıyasla önemli derecede daha düşük olduğu (farklı grupta yer alıyor) söylenebilir.

Bütün bu sözü edilen sonuçlar daha açık bir şekilde görmek için “Bağıl Renk Verimi için Ana Etkiler” grafikleri de çizilmiş olup sonuçlar Şekil 1 ve Şekil 2’de verilmektedir.



Şekil 1: Kırmızı boyada bağıl renk verimi için ana etkiler grafiği



Şekil 2: Mavi boyada bağıl renk verimi için ana etkiler grafiği

Şekil 1 ve 2 incelendiğinde öncelikle hem kırmızı hem mavi boyada sonuçların paralellik gösterdiği görülmektedir. En belirgin dikkat çeken unsur büyük moleküllü boyalarda bağıl renk veriminin küçük moleküllü boyalara göre daha düşük olmasıdır. Bu durum büyük moleküllü boyalarla boyama yapıldığında fikse işlemi gören kumaşların fikse işlemi görmeyen kumaşa

göre belirgin şekilde daha açık renkte boyandığını göstermektedir. Başka bir deyişle boyama öncesi fiksaj işlemi yapıp yapılmamasının veya fiksaj işleminin koşullarının (sıcaklık ve süre) boyamada elde edilecek renk verimi üzerine etkisinin büyük moleküllü boyalarda daha belirgin olduğu söylenebilir.

Şekil 1 ve 2 incelendiğinde görülen bir diğer sonuç fiksaj sıcaklığı arttıkça boya alımının başlangıçta azaldığı, 200°C’te minimuma ulaştığı ve sonrasında tekrar yükseldiğidir. Bu sonuç literatür ile uyumludur (Venkatesh ve ark., 1978). Öte yandan termofiksaj süresi arttıkça boya alımının arttığı söylenebilir. Bunun nedeni ise fiksaj süresi uzadıkça lifin yapısındaki daha az kararlı küçük kristallerin daha kararlı büyük kristaller oluşturmak veya fibrillere bağlanmak üzere dönüşüme uğraması ile açıklanabilir. Buna göre, süre uzadıkça matristeki küçük kristalitlerin miktarı azalırken daha büyük ve daha kararlı kristalitler oluşur. Bunun sonucu olarak, boya molekülünün geçebileceği “serbest hacim” artar ve dolayısıyla boya alımı yükselir (Tarakcıoğlu, 1986; Atav, 2011).

4. SONUÇ

Küçük ve büyük moleküllü boyalarla yapılan çalışmalarda boyama öncesi fiksaj işlemi yapıp yapılmamasının veya fiksaj işleminin koşullarının (sıcaklık ve süre) boyamada elde edilecek renk verimi üzerine etkisinin büyük moleküllü boyalarda daha belirgin olduğu saptanmıştır.

Çalışmada mikropoliester kumaşlarda fiksaj sıcaklığı arttıkça boya alımının başlangıçta azaldığı, 200 °C’te minimuma ulaştığı ve sonrasında tekrar yükseldiği görülmüştür. Buna karşın fiksaj süresi 60 saniyeden 90 saniyeye çıktığında boya alımı artmıştır.

Ön fikse işlemi sentetik kumaşlara boyut stabilitesi kazandırmak ve kumaşın boyama sırasında çekmesini ve/veya kumaşta kırık oluşmasını önlemek için çok önemlidir. Ancak ön fiksajın kumaşın boya alım özelliklerini de etkilediği dikkate alınmalı ve fiksaj koşulları (sıcaklık, süre, kumaşa uygulanan gerilim) doğru seçilmelidir.

5. KAYNAKÇA

- Atav R, Çay A, Ekmekçi Körlü A, Duran K. (2006). Comparison of the effects of various presettings on the colour of polyamide 6.6 dyed with acid dyestuffs, *Coloration Technology*, 122(5), 277–281.
- Phillips D, Suesat J, Wilding M, Farrington D, Sandukas S, Bone J, Dervan S. (2003). Effect of heat setting on dimensional stability and dyeing properties of poly(lactic acid) fibres. *Coloration Technology*, 119, 128–133.
- Atav R. (2011). Comparison of the effect of various pre-settings on the colour yield of polyester dyed with disperse dyes. *Industria Textila*, 62(1), 30–33.
- Gupta VB. (2002). Heat Setting, *Journal of Applied Polymer Science*, 83(3), 586–609.
- Merian E, Carbonell J, Lerch U, Sanahuja V. The Saturation Values, Rates of Dyeing, Rates of Diffusion and Migration of Disperse Dyes on Heat-set Polyester Fibres, (1963). *JSDC*, 79(11), 505–515.
- Radhakrishnan J, Kanitkar UP, Gupta VB. (1997). *JSDC*, Dependence of disperse dye diffusion on the structure and morphology of oriented heat-set polyester fibres 113(2), 59–63.



- Recelj P, Gorenšek M, Zigon M. (2006). Textile Research Journal, 76(4), 322–327.
- Roy Choudhury AK. (2011). Part I Chapter 2: Dyeing of Synthetic Fibres. In: Clark M. (Ed.) Handbook of Textile and Industrial Dyeing: Volume 2: Application of Dyes. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited, 40–81.
- Sardag S, Ozdemir O, Kara I. (2007). The effects of heat-setting on the properties of polyester/viscose blended yarns, Fibres & Textiles in Eastern Europe, 15(4), 50–53.
- Tarakcıoglu I. (1986). Textile Finishing and Textile Machinery – Production and Finishing of Polyester Fibres; Aracılar Publishing, Izmir, 416
- Venkatesh GM, Bose PJ, Shah RV, Dweltz NE. (1978). Studies on heating and cooling of synthetic fibers, yarns, and fabrics. I. Properties of nylon and polyester filament yarns on heat setting in silicone oil, Journal of Applied Polym. Sci., 22(8), 2357–2377.

PARÇA GIYSİLERİN KÜKÜRT BOYALARLA İNERT AZOT GAZI ATMOSFERİNDE BOYANMASI

Bahadırhan SEVGİLİ

Erak Giyim San. ve Tic. Anonim Şirketi, 59500, Çerkezköy/Tekirdağ, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-7225-9201

Öner GÜNDÜZ

Erak Giyim San. ve Tic. Anonim Şirketi, 59500, Çerkezköy/Tekirdağ, Türkiye

ORCID: 0000-0002-5935-946X

Sercan YAZ

Erak Giyim San. ve Tic. Anonim Şirketi, 59500, Çerkezköy/Tekirdağ, Türkiye

ORCID: 0000-0002-8892-4106

Rıza ATAV

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Müh. Fak., Tekstil Müh. Böl., 59860, Çorlu/Tekirdağ, Türkiye

ORCID: 0000-0002-5807-4542

ÖZET

Bu çalışmada parça giysi boyamada kükürt boyalarla yapılan boyama prosesinin daha ekolojik hâle getirilmesi amacıyla boyama işlemi inert azot gazı atmosferinde gerçekleştirilmiş ve elde edilen ürünlerin renk ve haslık performansları değerlendirilmiştir. Boyama işlemleri kükürt boyalarla siyah, kırmızı-kahve ve mavi olmak üzere 3 farklı renkte parça giysi formunda inert azot gazı atmosferinde gerçekleştirilmiştir. Bu sayede boyamada kullanılan indirgen maddenin hava oksijeni ile tüketilmesinin önüne geçilmiş olduğundan daha az indirgen madde kullanılarak boyama işlemi yapılması mümkün hâle gelmiştir. Bu atık su yükünü azaltma açısından önemli bir çevresel faydadır. Bunun ötesinde bu çalışma kapsamında boyama sonrası ürünlere çeşitli yıkama işlemleri uygulanmasının sadece ürünün rengini açarak görsel efekt kazandırmadığı, aynı zamanda ürünün sürtme haslıklarının da iyileştirdiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Kükürt boya, parça boyama, inert azot gazı, indirgen madde, haslık

ABSTRACT

In this study, to make the dyeing process of piece garments using sulfur dyes more ecological, the dyeing process was carried out in an inert nitrogen atmosphere, and the resulting products were evaluated for color and fastness performance. The dyeing process was carried out using sulfur dyes in three different colors: black, red-brown, and blue, in an inert nitrogen atmosphere. This prevented the consumption of the reducing agent used in dyeing by atmospheric oxygen, making it possible to dye using less reducing agent. This is a significant environmental benefit in terms of reducing wastewater loads. Furthermore, this study demonstrated that applying various washing processes to the products after dyeing not only lightened the product's color and provided a visual effect, but also improved the product's rubbing fastness.

Keywords: Sulfur dye, piece dyeing, inert nitrogen gas, reducing agent, fastness

1. GİRİŞ

Kükürt boyaları ile boyamanın esası küp ve indigo boyalarına benzemektedir. Life afinitesi olmayan ve suda çözünmeyen kükürt boyasının yapısındaki disülfür köprüleri boyama işlemi sırasında bazik ortamda indirgeme yoluyla koparılıp iyonize merkaptan gruplarına ($-S^-$) dönüştürülmekte ve böylece boya suda çözünür ve liflere afinitesi olan forma (leyko form) geçmektedir. Boyama yapıldıktan sonra oksidasyon ile lifler tarafından alınmış olan boya moleküllerinde tekrar disülfür köprüleri oluşturularak boya moleküllerinin başlangıçtaki suda çözünmez hâllerine dönüşmesi ve böylece iyi haslık özellikleri göstermesi sağlanmaktadır (Tarakçıoğlu, 1982; Rattee, 1995; Mansoor, 2008). Günümüzde en önemli gereksinimlerden biri ekolojidir. Kükürt boyaları ağır metal veya adsorbe edilebilen organik halojenleri (AOX) içermemektedirler. Bu nedenle, aslında kükürt boyalarının ekolojik talepleri karşılayabilmesi gerekir. Ancak ekolojik açıdan asıl sorun yaratan husus boyanın kendisi değil, aplikasyon işlemidir. Daha açık ifade etmek gerekirse redüksiyon ve oksidasyon işlemleridir (Akçakoca ve Atav, 2004). Bu nedenle, birinci derecede öneme sahip olan koşul, sadece boyanın indirgenmesi için gereken kadar indirgen maddenin tüketilmesidir. Bu nedenle, indirgen maddenin makine içerisindeki oksijen tarafından tüketilmesi mümkün olduğunca engellenmelidir. Bunu sağlamak için etkili bir yöntem, makinedeki flotte ve havadan oksijeni uzaklaştırmak için azot kullanılmasıdır (BAT, 2002).

Bu çalışmada parça giysi boyamada kükürt boyalarla yapılan boyama prosesinin daha ekolojik hâle getirilmesi amacıyla boyama işlemi inert azot gazı atmosferinde gerçekleştirilmiş ve elde edilen ürünlerin renk ve haslık performansları değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Denemelerde pamuklu denim (3/1 dimi) kumaş kullanılmıştır. Boyama işlemleri kükürt boyalarla siyah, kırmızı-kahve ve mavi olmak üzere 3 farklı renkte parça giysi formunda inert azot gazı atmosferinde gerçekleştirilmiştir. Boyama sonrası numunelere;

a) Rinse durulama (60 °C 2 dk.) → Susuz enzim (%0,5 Enzim, %10 Aktivatör ile 30 dk.) + plastik top (1:2) → Ilık durulama (50 °C 2 dk.) → Soğuk durulama (20 °C 2 dk.)

b) Rinse durulama (20 °C 2 dk.) → 1 g/L dispergir madde, 4 g/L hidrojenperoksit ve 2 g/L sodyumhidroksit (50 °C 10 dk.) → Ilık durulama (50 °C 2 dk.) → Soğuk durulama (20 °C 2 dk.)

olmak üzere 2 farklı yıkama işlemi uygulanmıştır. Boyama sonrası numunelerin boyama düzgünlüğü görsel olarak değerlendirilmiş ve ayrıca numunelere sürtme (kuru ve yaş) haslığı testleri uygulanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kükürt boyalar ile inert azot gazı atmosferinde boyanmış ve ardından çeşitli yıkama işlemlerine tabi tutulmuş pantolonlara ait görseller Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1. Kükürt boyalar ile inert azot gazı atmosferinde boyanmış ve ardından çeşitli yıkama işlemlerine tabi tutulmuş pantolonlara ait görseller

İşlemsiz (Boyama Çıkışı)	Boyama → susuz enzim + plastik top	Boyama → kasar
		
		



Tablo 1 incelendiğinde öncelikle kükürt boyalarla inert azot gazı atmosferinde her üç renkte de yapılan boyamaların oldukça düzgün olduğu görülmektedir. Ayrıca oldukça doygun renkler elde edilebilmiştir. Susuz enzim ve plastik topla yapılan işlemde daha hafif bir renk açma efekti elde edilirken, ağartma işlemi yapıldığında daha belirgin bir renk açma meydana gelmiştir. Her iki durumda da pantolonların renginin kendi tonunda açıldığı söylenebilir. Ürünlerin kuru ve yaş sürtme haslıkları ise Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2. Kükürt boyalar ile inert azot gazı atmosferinde boyanmış ürünlerin sürtme haslığı değerleri

Renk	Sürtme Haslığı	İşlemsiz (Boyama Çıkışı)	Boyama → susuz enzim + plastik top	Boyama → kasar
Siyah	Kuru	2	3	4/5
	Yaş	1	1/2	2/3
Kırmızı-kahve	Kuru	3/4	4	4/5
	Yaş	1	1/2	2
Mavi	Kuru	2/3	3	4/5
	Yaş	1/2	2/3	3

Tablo 2 incelendiğinde boyama sonrası kuru ve özellikle de yaş sürtme haslıklarının çok düşük olduğu görülmektedir. Ancak boyama sonrası susuz enzim + plastik top ile yıkama veya özellikle kasar işlemi yapılırsa hem kuru sürtme hem yaş sürtme haslıklarının oldukça arttığı ve kabul edilebilir/iyi seviyelere kadar yükseldiği söylenebilir.

4. SONUÇ

Bu çalışma kapsamında pantolonların parça giysi olarak kükürt boyalarla inert azot gazı atmosferinde boyanması gerçekleştirilmiştir. Bu sayede boyamada kullanılan indirgen maddenin hava oksijeni ile tüketilmesinin önüne geçilmiş olduğundan daha az indirgen madde kullanılarak boyama işlemi yapılması mümkün hâle gelmiştir. Bu atık su yükünü azaltma

açısından önemli bir çevresel faydadır. Bunun ötesinde bu çalışma kapsamında boyama sonrası ürünlere çeşitli yıkama işlemleri uygulanmasının sadece ürünün rengini açarak görsel efekt kazandırmadığı, aynı zamanda ürünün sürtme haslıklarının da iyileştirdiği görülmüştür.

5. KAYNAKÇA

- Akçakoca, EP, Atav R. (2004). Kükürt boyları ile ekolojik boyama. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 14(1), 42-46.
- Mansoor I. (2008). *Textile Dyes*. Karaçi, Pakistan: Rehbar Publishers Karachi.
- Rattee ID. (1995). The Colouring of textiles. In *Chemistry of the textiles industry* (Ed. C. Carr, Chapter 9, 276-332). Hollanda: Springer Science.
- Tarakçıoğlu I. (1982). *Tekstil Boyacılığı I Teksiri*. İzmir, Türkiye: Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çoğaltma Yayınları.
- Türkiye Tekstil Terbiye Sanayicileri Derneği. (2002). IPPC Tekstil sanayi için En Uygun Teknikler (BAT) referans dokümanı.

TASK COMPLEXITY-BASED GREEN AI: A MODEL SELECTION FRAMEWORK FOR CARBON EFFICIENCY

Tunahan TİMUÇİN

Duzce University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, 81620 Konuralp, Duzce

ORCID: 0000-0003-0332-4118

ABSTRACT

The rapidly growing scale and environmental cost of artificial intelligence have become critical concerns. Training large language models generates as much CO₂ as the lifetime of five vehicles. However, such powerful models are not needed for all tasks. This study presents a novel framework for carbon-efficient model selection based on dataset complexity. Seven different architectures—three deep learning-based models (MobileNetV3, ResNet18, EfficientNetB0), three machine learning models (Logistic Regression, Random Forest, XGBoost), and one transformer-based model (ViT-Tiny)—are comprehensively evaluated on nine image classification datasets. The dataset complexities are measured by developing a scoring system that combines metrics such as inter-class similarity, texture complexity, edge density, intra-class variance, and spatial frequency. This score has been shown to exhibit a strong correlation ($r = 0.89$) with the optimal model selection. Experimental results show that for simple tasks, machine learning models emit 300 times less carbon than other models, with only a 5.4% loss in accuracy. A gradient boosting regression-based recommendation system achieved $R^2=1.0$ in model-task matches. The findings show that for tasks with a complexity threshold of $\tau < 0.4$, machine learning models achieve 99.5% carbon savings with an average accuracy of 94%. Furthermore, for complex tasks with $\tau > 0.7$, results demonstrate the need for deep learning and transformer-based models. The results demonstrate that intelligent model selection can reduce the carbon footprint of AI by up to 99%.

Keywords: Green AI, Carbon Footprint, Model Selection, Energy-Efficient AI

GÖREV KARMAŞIKLIĞINA DAYALI YEŞİL YAPAY ZEKA: KARBON VERİMLİLİĞİ İÇİN MODEL SEÇİM ÇERÇEVESİ

ÖZET

Yapay zekanın hızla büyüyen ölçeği ve çevresel maliyeti kritik bir endişe haline gelmiştir. Büyük dil modellerinin eğitimi için beş aracın ömrü boyunca ürettiği kadar CO₂ salınımı yapılmaktadır. Ancak tüm görevler için de bu tür güçlü modellere ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu çalışmada, veri seti karmaşıklığına dayalı karbon-verimli model seçimi için yeni bir çerçeve sunulmaktadır. Üç derin öğrenme tabanlı model (MobileNetV3, ResNet18, EfficientNetB0), üç makine öğrenmesi modeli (Logistic Regression, Random Forest, XGBoost) ve bir de transformer tabanlı model (ViT-Tiny) olmak üzere 7 farklı mimari, 9 adet görüntü sınıflandırma

veri seti üzerinde kapsamlı olarak değerlendirilmiştir. Veri setlerinin karmaşıklıkları, sınıflar arası benzerlik, doku karmaşıklığı, kenar yoğunluğu, sınıf içi varyans ve uzamsal frekans metriklerini birleştiren bir skorlama sistemi geliştirilerek ölçülmüştür. Bu skorun optimal model seçimiyle güçlü korelasyon ($r=0.89$) gösterdiği kanıtlanmıştır. Deneysel sonuçlar, basit görevlerde, makine öğrenmesi modellerinin, diğer modellere göre sadece %5,4 doğruluk kaybı ile 300 kat daha az karbon salınımı yaptığını göstermiştir. Gradient boosting regresyon tabanlı önerme sistemi, model-görev eşleştirmelerinde $R^2=1.0$ başarı elde etmiştir. Bulgular, karmaşıklık eşiği $\tau<0.4$ olan görevler için makine öğrenmesi modellerinin %99,5 karbon tasarrufunu, %94 ortalama doğrulukla sağladığını göstermiştir. Ayrıca, $\tau>0.7$ olan karmaşık görevlerde elde edilen sonuçlar ise derin öğrenme ve transformer tabanlı modellerin gerekli olduğunu göstermektedir. Sonuçlar, akıllı model seçiminin yapay zekanın karbon ayak izini %99'a varan oranlarda azaltabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Yeşil Yapay Zekâ, Karbon Ayak İzi, Model Seçimi, Enerji Verimli Yapay Zekâ

1. INTRODUCTION

Artificial intelligence technologies are increasingly becoming a part of every aspect of our lives. The environmental cost of this progress is becoming a significant concern. Research has shown that training a single transformer model with 213 million parameters emits 284 tons of CO₂, further exacerbating concerns (Strubell et al. 2019). The GPT-3 model, one of the largest known language models, consumed 1,287 MWh of energy to train. This energy corresponds to approximately 552 tons of CO₂ emissions (Patterson et al. 2021). As the number of parameters used in model training increases towards millions, the risk of the resulting carbon footprint contributing to global greenhouse gas emissions increases daily.

The concept of Green AI emerged to address these risks, focusing on carbon footprint reduction and efficiency-focused machine learning (Schwartz et al. 2020). However, the current approach to machine learning treats model selection as a binary choice. In other words, researchers strive to either minimize emissions or maximize accuracy. However, this simplification fails in cases of task complexity. Simple tasks like fine-grained classification with more than 100 categories and number recognition should not require the same computational resources.

A review of the literature reveals a fundamental lack of frameworks for analyzing task complexity and mapping this complexity to appropriate model architectures. Existing studies have evolved across different domains, some focusing on geometric features (Ho and Basu. 2002)

and others on class overlap (Morán-Fernández et al. 2017), but a comprehensive, model-independent complexity scoring system has not been developed.

This study, with its contributions, addresses these shortcomings. The focus of the study is to present a novel framework for model selection based on carbon efficiency and dataset complexity. The main contributions of the study are:

- ✓ A comprehensive evaluation with nine image datasets and seven different architectures
- ✓ A learned recommendation system achieving $R^2=1.0$
- ✓ A multidimensional complexity scoring system combining five visual metrics
- ✓ Complexity thresholds: machine learning for $\tau < 0.4$, deep learning for $\tau > 0.7$
- ✓ A system with up to 99.5% carbon efficiency

2. LITERATURE REVIEW

2.1. Environmental Impact of Artificial Intelligence

The first comprehensive study highlighting the environmental costs of AI was conducted by Strubell et al. The study described a transformer-based architecture that could potentially reduce CO₂ emissions by 284 tons. Patterson et al. presented a study evaluating the lifecycle of large language models. Schwartz et al. formalized the distinction between "Green AI" and "Red AI" paradigms. (Lacoste et al. 2019) introduced the Machine Learning Emissions Calculator, allowing researchers to estimate experimental emissions. (Wu et al. 2022) published a study showing that distributed model representation often exceeds training emissions over the model's lifetime, extending the study to inference costs.

2.2. Model Efficiency and Compression

To reduce neural network size and computational cost, the model compression community has developed various techniques. Knowledge distillation enables knowledge transfer from large teacher models to compact student networks (Hinton et al. 2015). Network pruning removes unnecessary parameters (Han et al. 2015), while quantization reduces numerical precision (Jacob et al. 2018). Tan and Le developed EfficientNet through compound scaling (Tan and Le. 2019). Howard and colleagues introduced MobileNets with depth-separable convolutions (Howard et al. 2019). However, these compression techniques often impose their own cost.

2.3. Dataset Complexity

Analyzing dataset complexity has always been a challenge for researchers working in machine learning. (Ho and Basu. 2002), working in this field, proposed feature efficiency and class overlap measures for tabular data. (Torralba and Efros. 2011), investigating cross-dataset generalization, found that models overfit to dataset-specific artifacts. (Ethayarajh et al. 2022),

introducing v-available information, measured how much information about labels was present in the learned representations. (Swayamdipta et al. 2009), on the other hand, mapped training dynamics to identify hard and easy examples. However, all of these approaches require pre-training the models.

2.4. Automated Machine Learning

AutoML frameworks aim to automate hyperparameter tuning and model selection. Auto-sklearn uses Bayesian optimization on scikit-learn estimators (Feurer et al. 2015). TPOT uses genetic programming to evolve pipelines (Olson et al. 2016). Recent AutoML systems incorporate multi-objective optimization. Pareto Active Learning balances latency and accuracy (Zuluaga et al. 2016). However, existing AutoML frameworks rarely consider carbon emissions as an optimization objective.

2.5. Carbon-Aware Computing

CodeCarbon 2 performs real-time operations: the first tracks energy production in real time, and the second converts it into CO₂ estimates based on regional energy mixes (Schmidt et al. 2021). Dodge and colleagues have shown that scheduling training during low-carbon hours can reduce emissions by 30-40% (Dodge et al. 2022). However, the use of these tools does not guide model selection, only measures emissions.

3. MATERIALS AND METHODS

3.1. Datasets

Nine different image recognition datasets, varying in complexity, scale, and area, were used in the study.

- ✚ **CIFAR-10/100** (Krizhevsky and Hinton. 2009): This dataset contains 50K color images (32×32) across 10 or 100 classes. These two datasets have standard benchmarks that balance simplicity with real-world complexity.
- ✚ **MNIST** (LeCun et al. 2002): Contains handwritten digits. It consists of a total of 10 classes and contains 0K training and 10K test images. It can be used as a baseline reference dataset for minimum complexity.
- ✚ **Fashion-MNIST** (Xiao et al. 2017): Contains fashion products. It consists of a total of 10 classes and contains 60K images. It is an alternative dataset with increased difficulty compared to the MNIST dataset.
- ✚ **Food-101** (Bossard et al. 2014): This dataset, which requires fine-grained recognition requiring texture separation, has a total of 101 food categories and 20K data. STL-10

(Coates et al. 2011): This dataset consists of 10 classes and 5K high-resolution images (96×96) that can be tested for few-shot learning with limited examples.

- ✚ **SVHN** (Netzer et al. 2011): This dataset consists of house numbers from street scenes. The dataset contains 73K images, allowing for real-world number recognition testing with background variability.
- ✚ **Oxford-IIIT Pet** (Parkhi et al. 2012): This dataset, which can be used to test fine-grained breed discrimination, contains a total of 3.7K images from 37 cat and dog breeds.
- ✚ **Flowers-102** (Nilsback and Zisserman. 2008): This dataset, which can be used to test challenging few-shot scenarios with high intra-class variance, consists of a total of 1K images from 102 flower species.

All images in the datasets were resized to 224×224 and normalized to ImageNet statistics. Data augmentation was not applied.

3.2. Model Architectures

Seven different architectures, ranging from traditional machine learning to modern transformer-based architectures, were identified for the decision support system developed in the study.

3.2.1. Machine Learning Models:

Two different approaches were used for the machine learning models used in the study. The first stage involved training the ResNet-18 model to extract meaningful features from raw image data. This approach generated 512-dimensional feature vectors from the global average pooling layer before the final fully connected layer of ResNet-18. This process is called feature extraction and is used to transform raw pixel values into high-level semantic representations. In the next stage, the feature vectors obtained in the first stage were trained with machine learning algorithms.

1. **Random Forest:** In this ensemble learning approach, a forest structure consisting of 100 decision trees was used in the study. Each tree was limited to a maximum depth of 20 to reduce the risk of overfitting. The Gini impurity was used as the splitting criterion, and all CPU cores were activated for parallel computation ($n_jobs=-1$). The ensemble method enhances the generalization ability of the overall model through the voting mechanism of individual trees and can capture nonlinear decision boundaries.
2. **Logistic Regression:** Multinomial logistic regression was used for multi-class classification. L2 regularization ($C=1.0$) was applied to prevent overfitting. Training was performed with a stochastic gradient descent variant optimized for large-scale

problems. This model constitutes the simplest baseline for classification with linear decision boundaries.

3. **XGBoost:** Gradient boosted decision trees algorithm was used in the study as another machine learning algorithm (Chen 2016). Sequential learning was performed with 100 estimators in the model, where each new tree focuses on correcting the errors of previous trees. The maximum depth was set to 10, and all processor cores were activated for parallel computation. XGBoost is considered one of the highest-performance algorithms in feature-based learning.

3.2.2. Deep Learning Models:

1. **MobileNetV3-Small (2.5M parameters):** MobileNetV3, an efficiency-optimized CNN architecture, is specifically designed for mobile and edge devices (Howard et al.2019). It utilizes squeeze-and-excitation modules, inverted residuals, and hard-swish activation functions. Compared to standard CNNs, it offers competitive performance with 10 times less computational cost thanks to depth-separable convolutions.
2. **ResNet-18 (11.2M parameters):** ResNet-18, an 18-layer residual network, uses skip connections, simplifying the training of deep neural networks (He et al. 2016). It is the smallest member of the ResNet family and offers a balanced solution between performance and efficiency.
3. **EfficientNet-B0 (5.3M parameters):** EfficientNet-B0, a CNN architecture, was discovered using neural architecture search (NAS) and uses a compound scaling strategy (Tan and Le. 2019). It achieves the optimal balance between efficiency and accuracy by scaling the resolution, width, and depth dimensions evenly. The architecture, which uses mobile inverted bottleneck convolutions, minimizes the number of parameters.

3.2.3. Transformer-Based Model:

1. **ViT-Tiny (5.7M parameters):** This is a vision transformer that processes images as 16x16 patch arrays using entirely self-attention mechanisms instead of convolutional layers (Dosovitskiy 2020). It is an adaptation of the transformer architecture, which has demonstrated great success in natural language processing, to the image domain.

3.3. Complexity Scoring

A complexity score was calculated for each dataset using five images from 500 samples. Five different metrics were considered in calculating this complexity score:

- i. **Inter-Class Similarity [Inter]:** This metric measures the cosine similarity between average features across classes, and class separability.
- ii. **Edge Density[E]:** The proportion of canny edge pixels indicates structural complexity.
- iii. **Intra-Class Variance [Intra]:** The intra-class pixel variance indicates class homogeneity.
- iv. **Texture Complexity[T]:** The standard deviation of gradient magnitudes captures local pattern variation.
- v. **Spatial Frequency[S]:** The average FFT magnitude captures global pattern scales.

The raw metrics were combined using a min-max normalized and weighted average across the datasets. Equation 1 shows the formula for calculating the complexity score.

$$\text{Complexity} = \frac{25}{100} * E + \frac{25}{100} * T + \frac{25}{100} * \text{Inter} + \frac{15}{100} * \text{Intra} + \frac{10}{100} * S \quad (1)$$

Figure 1 shows the complexity scores of the dataset features calculated with the formula in Equation 1.

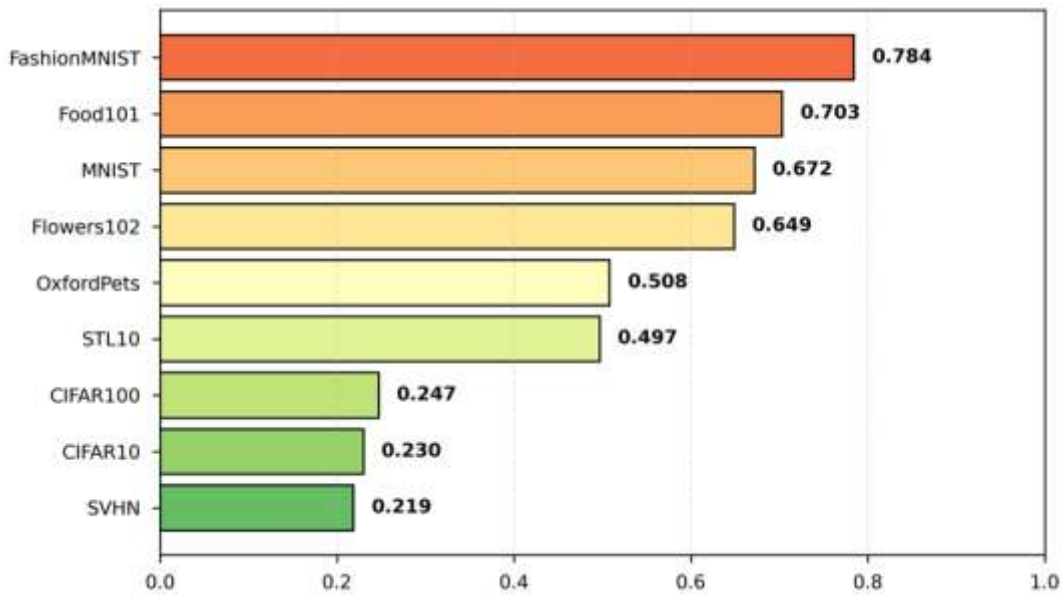


Figure 1. Dataset Complexity Ranking

3.4. Training Protocol

All models were trained using a standard set of training values. Deep learning and transformer models were trained with 8 epochs and the AdamW optimizer (learning rate: 0.001), a batch size of 256, cross-entropy loss, and mixed-precision training. Machine learning models were trained using feature extraction with a maximum of 8,000 examples.

CodeCarbon was used to track carbon emissions, tracking actual carbon consumption and converting it to CO₂ based on regional carbon density (Schmidt et al. 2021).

3.5. Green AI Score

A Green AI Score was defined to identify models suitable for the datasets that are the focus of the study, combining model accuracy values [Acc], complexity-capacity match [Match], and carbon efficiency [CE] and Time Efficiency [TE]. Equation 2 shows the Green AI Score formula used in the study.

$$\text{Green AI Score} = \left(\frac{40}{100} * \text{Acc} + \frac{30}{100} * \text{CE} + \frac{20}{100} * \text{Match} + \frac{10}{100} * \text{TE} \right) * \text{Penalty} \quad (2)$$

3.6. Recommendation System

The system, trained on 63 model-dataset experiments (7 models $\times$ 9 datasets), estimates Green Scores from 9-dimensional feature vectors containing dataset complexity, visual metrics, gradient boosting regression, model capacity, number of classes, and number of parameters.

4. EXPERIMENTAL RESULTS

As part of the study, a detailed comparison study was conducted, and a decision support system was created for 9 different datasets based on 63 experiments. Accuracy values ranging from 30.4% to 99.5%, carbon emissions ranging from 0.012g to 8.3g, and training times ranging from 2.6s to 1.788s were achieved.

Figure 2 shows the scatter plot of the datasets according to CO₂ and Accuracy values.

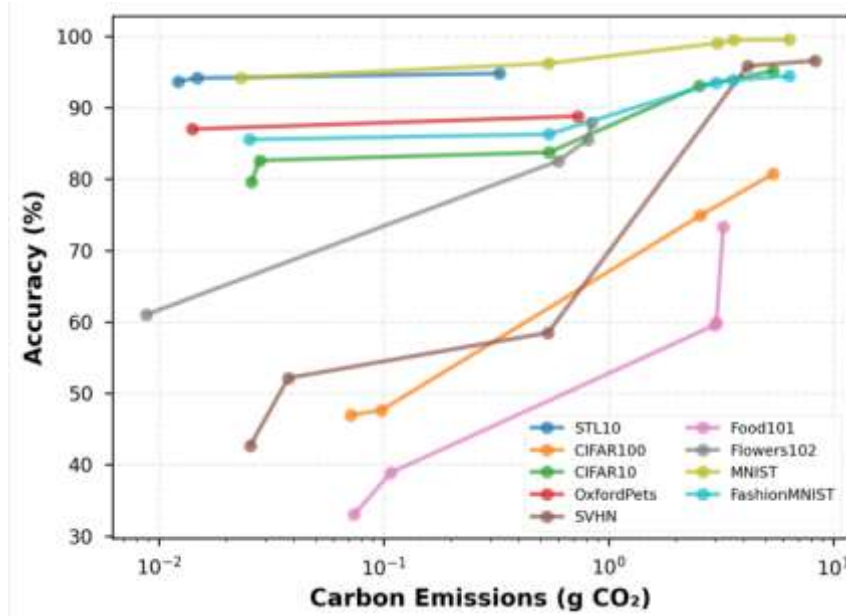


Figure 2. Efficiency Frontiers per Dataset

Machine learning models achieved an average accuracy of 72.4%, while deep learning and transformer-based models achieved an average accuracy of 85.2%.

However, this advantage in accuracy turned out to be a disadvantage for deep learning and transformer-based models in terms of CO₂ consumption. Deep learning and transformer-based

models, which consumed an average of 3.24g of CO₂, consumed 6.2 times more CO₂ than machine learning models, which consumed 0.52g.

Training times also increased as the model improved. Machine learning models complete training in an average of 122 seconds, while this average increases to 674 seconds for advanced models.

Figure 3 shows the performance of the models in the green AI field, based on the datasets, as a result of the Green AI score calculation. As seen in the results, the XGBoost algorithm was the greenest AI, resulting in significantly less CO₂ emissions overall, especially for small and medium-complexity data.

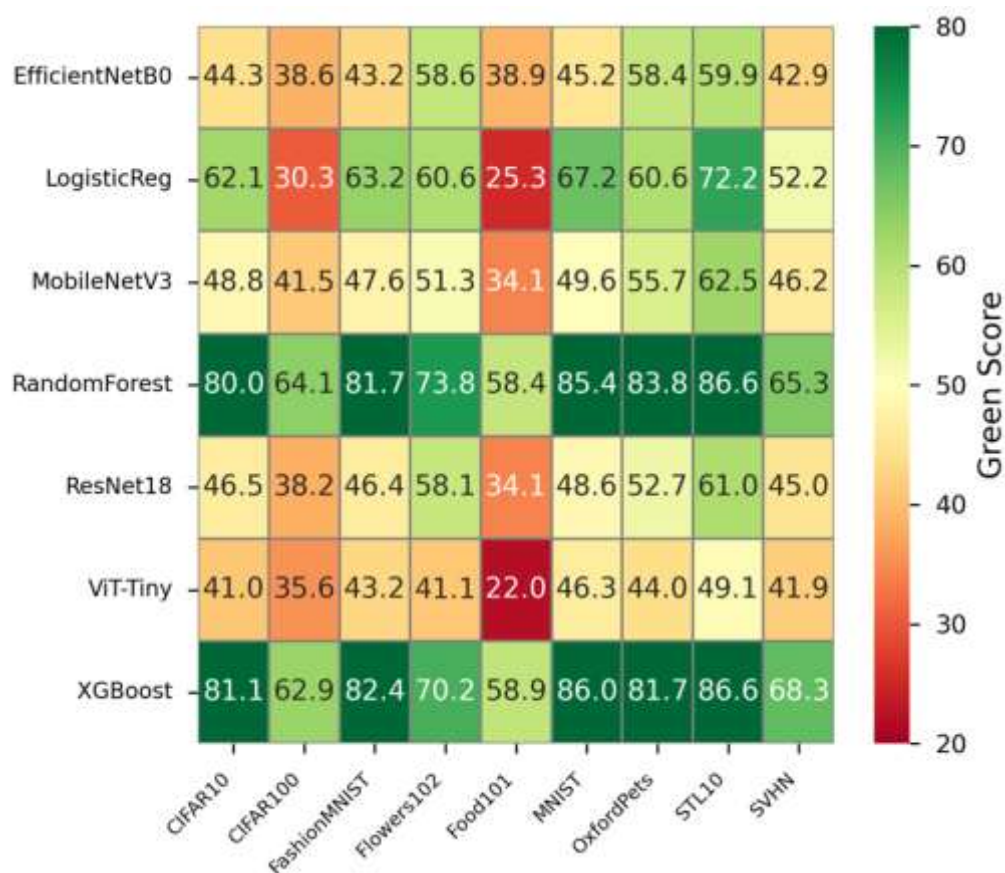


Figure 3. Green Score Heatmap

Table 1 shows which model had the best green AI score for each dataset. In the future, models that demonstrate very strong accuracy but consume a lot of energy will be replaced by models that demonstrate high accuracy but consume less energy.

Table 1. Best Model Selection per Dataset

Dataset	Best Model	Accuracy	CO ₂ (g)	Green AI Score
STL10	Random Forest	94.17%	0.015	86.6
CIFAR100	Random Forest	46.97%	0.072	64.1
CIFAR10	XGBoost	82.62%	0.028	81.1
Oxford Pets	Random Forest	87.00%	0.014	83.8
SVHN	XGBoost	52.15%	0.038	68.3
Food101	XGBoost	38.89%	0.108	58.9
Flowers102	Random Forest	61.01%	0.009	73.8
MNIST	XGBoost	94.14%	0.023	86.0
Fashion MNIST	XGBoost	85.55%	0.025	82.4

5. CONCLUSIONS

This study presents a comprehensive framework and a powerful decision support system for carbon-efficient model selection based on dataset complexity. Nine datasets with different characteristics and 63 experimental studies have demonstrated that intelligent architecture selection can reduce carbon footprint by up to 99.5% without sacrificing performance. The findings revealed a strong correlation ($r = 0.89$) between optimal model capacity and dataset complexity, demonstrating that it is possible to establish a pre-training decision-making mechanism. It is important to characterize model complexity before selecting a model. For tasks with a complexity below 0.4, the default XGBoost or Random Forest models are preferred. Based on the results, it is not recommended to switch to deep learning and transformer-based models unless accuracy exceeds 95% performance is essential. For tasks with medium complexity (0.4-0.7), EfficientNet or MobileNetV3 should be preferred over ResNet and its derivatives, and transformers should be avoided for small datasets. Future work should extend this framework to natural language processing, speech, and multimodal tasks with domain-specific complexity metrics. In a future where AI pervades and permeates every aspect of society, environmental sustainability will become non-negotiable. "Bigger is better" will eventually give way to "optimal is appropriate." This work is envisioned as a guide for the transition to the Green AI era.

REFERENCES

- Bossard, L., Guillaumin, M., & Van Gool, L. (2014, September). Food-101—mining discriminative components with random forests. In European conference on computer vision (pp. 446-461). Cham: Springer International Publishing.
- Chen, T. (2016). XGBoost: A Scalable Tree Boosting System. Cornell University.
- Coates, A., Ng, A., & Lee, H. (2011, June). An analysis of single-layer networks in unsupervised feature learning. In Proceedings of the fourteenth international conference on artificial intelligence and statistics (pp. 215-223). JMLR Workshop and Conference Proceedings.
- Dodge, J., Prewitt, T., Tachet des Combes, R., Odmark, E., Schwartz, R., Strubell, E., ... & Buchanan, W. (2022, June). Measuring the carbon intensity of ai in cloud instances. In Proceedings of the 2022 ACM conference on fairness, accountability, and transparency (pp. 1877-1894).

- Dosovitskiy, A. (2020). An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale. arXiv preprint arXiv:2010.11929.
- Ethayarajh, K., Choi, Y., & Swayamdipta, S. (2022, June). Understanding dataset difficulty with $\mathcal{V}$ -usable information. In International Conference on Machine Learning (pp. 5988-6008). PMLR.
- Feurer, M., Klein, A., Eggenberger, K., Springenberg, J., Blum, M., & Hutter, F. (2015). Efficient and robust automated machine learning. Advances in neural information processing systems, 28.
- Han, S., Mao, H., & Dally, W. J. (2015). Deep compression: Compressing deep neural networks with pruning, trained quantization and Huffman coding. arXiv preprint arXiv:1510.00149.
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 770-778).
- Hinton, G., Vinyals, O., & Dean, J. (2015). Distilling the knowledge in a neural network. arXiv preprint arXiv:1503.02531.
- Howard, A., Sandler, M., Chu, G., Chen, L. C., Chen, B., Tan, M., ... & Adam, H. (2019). Searching for mobilenetv3. In Proceedings of the IEEE/CVF international conference on computer vision (pp. 1314-1324).
- Ho, T. K., & Basu, M. (2002). Complexity measures of supervised classification problems. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 24(3), 289-300.
- Jacob, B., Kligys, S., Chen, B., Zhu, M., Tang, M., Howard, A., ... & Kalenichenko, D. (2018). Quantization and training of neural networks for efficient integer-arithmetic-only inference. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 2704-2713).
- Krizhevsky, A., & Hinton, G. (2009). Learning multiple layers of features from tiny images.
- Lacoste, A., Luccioni, A., Schmidt, V., & Dandres, T. (2019). Quantifying the carbon emissions of machine learning. arXiv preprint arXiv:1910.09700.
- LeCun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., & Haffner, P. (2002). Gradient-based learning applied to document recognition. Proceedings of the IEEE, 86(11), 2278-2324.
- Morán-Fernández, L., Bolón-Canedo, V., & Alonso-Betanzos, A. (2017). Centralized vs. distributed feature selection methods based on data complexity measures. Knowledge-based systems, 117, 27-45.
- Netzer, Y., Wang, T., Coates, A., Bissacco, A., Wu, B., & Ng, A. Y. (2011, December). Reading digits in natural images with unsupervised feature learning. In NIPS workshop on deep learning and unsupervised feature learning (Vol. 2011, No. 5, p. 7).
- Nilsback, M. E., & Zisserman, A. (2008, December). Automated flower classification over a large number of classes. In 2008 Sixth Indian conference on computer vision, graphics & image processing (pp. 722-729). IEEE.
- Olson, R. S., Bartley, N., Urbanowicz, R. J., & Moore, J. H. (2016, July). Evaluation of a tree-based pipeline optimization tool for automating data science. In Proceedings of the genetic and evolutionary computation conference 2016 (pp. 485-492).
- Parkhi, O. M., Vedaldi, A., Zisserman, A., & Jawahar, C. V. (2012, June). Cats and dogs. In 2012 IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 3498-3505). IEEE.
- Patterson, D., Gonzalez, J., Le, Q., Liang, C., Munguia, L. M., Rothchild, D., ... & Dean, J. (2021). Carbon emissions and large neural network training. arXiv preprint arXiv:2104.10350.
- Schmidt, V., Goyal, K., Joshi, A., Feld, B., Conell, L., Laskaris, N., ... & Luccioni, S. (2021). CodeCarbon: estimate and track carbon emissions from machine learning computing. Cited on, 20.
- Schwartz, R., Dodge, J., Smith, N. A., & Etzioni, O. (2020). Green ai. *Communications of the ACM*, 63(12), 54-63.
- Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019, July). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. In Proceedings of the 57th annual meeting of the association for computational linguistics (pp. 3645-3650).
- Swayamdipta, S., Schwartz, R., Lourie, N., Wang, Y., Hajishirzi, H., Smith, N. A., & Choi, Y. (2020). Dataset cartography: Mapping and diagnosing datasets with training dynamics. arXiv preprint arXiv:2009.10795.
- Tan, M., & Le, Q. (2019, May). Efficientnet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks. In International conference on machine learning (pp. 6105-6114). PMLR.



- Torralba, A., & Efros, A. A. (2011, June). Unbiased look at dataset bias. In CVPR 2011 (pp. 1521-1528). IEEE.
- Wu, C. J., Raghavendra, R., Gupta, U., Acun, B., Ardalani, N., Maeng, K., ... & Hazelwood, K. (2022). Sustainable ai: Environmental implications, challenges and opportunities. *Proceedings of machine learning and systems*, 4, 795-813.
- Xiao, H., Rasul, K., & Vollgraf, R. (2017). Fashion-mnist: a novel image dataset for benchmarking machine learning algorithms. *arXiv preprint arXiv:1708.07747*.
- Zuluaga, M., Krause, A., & Püschel, M. (2016). e-pal: An active learning approach to the multi-objective optimization problem. *Journal of Machine Learning Research*, 17(104), 1-32.

DOMATES YAPRAK HASTALIKLARI İÇİN DERİN ÖĞRENME TABANLI BİR SINIFLANDIRMA YAKLAŞIMI

Dr. Öğr. Üyesi Yusuf ÇELİK

Munzur Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

ORCID ID: 0000-0002-7859-7543

ÖZET

Bitki hastalıklarının erken teşhisi, hem küresel ölçekte artan gıda talebine yanıt verebilmek hem de tarımsal üretimde sürdürülebilirliği sağlamak açısından kritik bir araştırma alanıdır. Domates yaprak hastalıklarının hızlı ve doğru şekilde teşhis edilmesi, ürün kayıplarının azaltılması ve modern tarımsal yönetim stratejilerinin etkin biçimde uygulanması açısından büyük önem taşımaktadır. Görüntü tabanlı derin öğrenme modelleri, son yıllarda bitki hastalıklarının otomatik olarak tespit edilmesinde önemli başarılar göstermiştir. Bu çalışmada, domates yaprak hastalıklarının sınıflandırılması için EfficientNetB3 tabanlı bir derin öğrenme modeli geliştirilmiş ve kapsamlı bir değerlendirme süreci yürütülmüştür. Modelin kararlılığını incelemek amacıyla 5 katlı çapraz doğrulama uygulanmış; ayrıca model performansını güvenilir biçimde değerlendirmek için veri kümesinden ayrılmış bağımsız bir test kümesi kullanılmıştır. Eğitim sürecinde iki aşamalı bir ince ayar stratejisi uygulanmış ve bu sayede modelin genel performansı artırılmıştır.

Deneyisel sonuçlar, modelin tüm fold'larda son derece tutarlı ve yüksek performans sergilediğini göstermektedir. Bağımsız test kümesi üzerinde elde edilen doğruluk ve makro F1 skorları %99.24 ile %99.41 arasında değişmiş; bu değerler modelin hem genelleme kapasitesinin yüksek olduğunu hem de sınıflar arası dengesizliğe karşı oldukça dayanıklı olduğunu ortaya koymuştur. Sınıf bazlı F1 skorlarının %98.62–%99.87 aralığında olması, modelin zor ayrışan hastalık tiplerinde bile güvenilir kararlar üretebildiğini göstermektedir. Bu bulgular, EfficientNet tabanlı derin öğrenme yaklaşımlarının domates yaprak hastalıklarının otomatik ve doğru biçimde tespit edilmesi için son derece etkili bir araç sunduğunu kanıtlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Domates yaprak hastalıkları, Derin öğrenme, Görüntü sınıflandırma

A DEEP LEARNING-BASED CLASSIFICATION APPROACH FOR TOMATO LEAF DISEASES

ABSTRACT

Early diagnosis of plant diseases is a critical research area for meeting the increasing global food demand and ensuring sustainability in agricultural production. Rapid and accurate detection of tomato leaf diseases is essential for reducing yield losses and supporting effective modern crop management strategies. In recent years, image-based deep learning models have achieved remarkable success in the automatic identification of plant diseases. In this study, a

deep learning model based on EfficientNetB3 was developed for the classification of tomato leaf diseases, and a comprehensive evaluation process was conducted. To assess the stability of the model, five-fold cross-validation was applied; in addition, an independently separated test set from the dataset was used to reliably evaluate the model's performance. A two-stage fine-tuning strategy was employed during training, which further improved the overall performance of the model.

Experimental results demonstrate that the model produces highly consistent and high-accuracy outcomes across all folds. On the independent test set, accuracy and macro F1 scores ranged from 99.24% to 99.41%, indicating strong generalization capability and robustness against inter-class imbalance. Class-specific F1 scores between 98.62% and 99.87% further show that the model can generate reliable decisions even for visually similar or difficult-to-distinguish disease categories. These findings confirm that deep learning-based approaches offer an effective and accurate solution for the automatic detection of tomato leaf diseases.

Keywords: Tomato leaf diseases, Deep learning, Image classification

1. GİRİŞ

Bitki hastalıkları, küresel ölçekte tarımsal üretimi olumsuz etkileyen en önemli sorunlardan biri olup yıllık ürün kayıplarında ciddi ekonomik sonuçlara yol açmaktadır. Yaprak ve meyve yüzeylerinde ortaya çıkan fungal, bakteriyel ve viral enfeksiyonlar hem verimliliği azaltmakta hem de kalite kaybına neden olmaktadır. Bu hastalıkların erken aşamada doğru bir şekilde teşhis edilmesi, gereksiz kimyasal kullanımının azaltılması, üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve sürdürülebilir tarımsal yönetim stratejilerinin benimsenmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Ancak hastalık belirtilerinin çoğu zaman benzer görsel özellikler taşıması, farklı çevresel koşullarda değişkenlik göstermesi ve uzman gereksinimi nedeniyle manuel tanı süreci hem zaman alıcı hem de hata yapmaya açık bir nitelik taşımaktadır (Li et al., 2021; Kaur et al., 2023). Bu zorluklar, bitki hastalıklarının otomatik olarak tespit edilmesine yönelik görüntü analizi tabanlı yöntemlere olan ilgiyi artırmıştır. Dijital görüntüleme teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde büyük hacimli yaprak ve meyve görüntülerine erişim kolaylaşmış; bu görüntüler veri odaklı tanı sistemlerinin geliştirilmesi için önemli bir potansiyel sunmuştur. Bununla birlikte görüntülerdeki doğal varyasyon, özellikle renk, doku ve yapısal farklılıkların otomatik modeller tarafından kararlı bir biçimde temsil edilmesini zorlaştırmaktadır. Kapsamlı literatür incelemeleri, bu tür görsel değişkenliğin geleneksel görüntü işleme temelli yaklaşımların sınırlı kalmasına yol açtığını ve daha güçlü temsil öğrenme yöntemlerine olan ihtiyacı artırdığını göstermektedir (Li et al., 2021; Dananjayan et al., 2022).

Son yıllarda derin öğrenme mimarilerinin gelişmesi, bu ihtiyaca güçlü bir karşılık sunmuş ve bitki hastalığı tespitinde önemli bir paradigma değişimi yaratmıştır. Evrimsel sinir ağları (CNN), görüntüden manuel özellik çıkarımı ihtiyacını ortadan kaldırarak karmaşık doku ve renk ilişkilerini doğrudan öğrenebilmekte ve çok sınıflı hastalık problemlerinde yüksek doğruluklar üretebilmektedir. Bu eğilim, farklı bitki türleri üzerinde yürütülen çalışmalar tarafından tutarlı biçimde desteklenmektedir. Örneğin üzüm yaprak hastalıklarının sınıflandırılmasında CNN modelleri yüksek doğruluk seviyelerine ulaşmış (Huang et al., 2020); limon ve portakal hastalıklarında CNN tabanlı özellik çıkarımının makine öğrenmesi sınıflayıcılarıyla birlikte etkili bir şekilde kullanılabildiği gösterilmiştir (Nosiba Arifin et al., 2024). Kapsamlı bir incelemede Li, Zhang ve Wang (2021), transfer öğrenimi ve veri artırma stratejilerinin bu modellerin doğruluk ve genelleme kapasitesini daha da güçlendirdiğini vurgulamaktadır. Benzer biçimde portakal meyve hastalıklarında CNN modellerinin klasik makine öğrenmesi sınıflayıcılarına kıyasla daha yüksek doğruluk ürettiği rapor edilmiştir (Weldergs, 2024). Turunçgil yaprak hastalıklarında yapılan bir diğer çalışmada ise farklı CNN mimarilerinin karşılaştırıldığı ve bu modellerin yaprak yüzeyindeki varyasyonlara rağmen tutarlı performans sergilediği gösterilmiştir (Dananjayan et al., 2022).

Domates bitkisi üzerine yapılan araştırmalar, derin öğrenme tabanlı modellerin hastalık tespitindeki başarısını kapsamlı biçimde ortaya koymaktadır. Geniş ölçekli veri kümeleri üzerinde yürütülen çalışmalar, farklı CNN mimarilerinin karşılaştırmalı performanslarını incelemiş ve EfficientNet, ResNet ve VGG16 gibi modern ağların yüksek doğruluk seviyelerine ulaşabildiğini göstermiştir (Maeda-Gutiérrez et al., 2020; Anandhakrishnan & Jaisakthi, 2022). Benzer biçimde S. ve H. (2022), temel CNN mimarilerinin domates yaprak hastalıklarının sınıflandırılmasında güçlü performans sergileyebildiğini rapor etmiştir. Model tasarım stratejileri üzerinde yoğunlaşan diğer çalışmalarda, derin katmanlardan elde edilen temsillerin birleştirilmesi yoluyla sınıflandırma başarısının artırılabilirdiği (Ertem & Özbay, 2022) ve transfer öğrenimi tabanlı yaklaşımların mobil cihazlara entegre edilerek pratik kullanım potansiyelinin güçlendirilebildiği ortaya konmuştur (Özben & Güler, 2025). Irmak & Saygılı (2023) çalışması da Tomato Leaf Disease veri kümesini kullanmış ancak veri alt kümelerini araştırma amaçlarına göre yeniden yapılandırmıştır. Çalışmada CNN modellerinin sınıf içi ve sınıflar arası varyasyona rağmen tutarlı sonuçlar üretebildiği rapor edilmiştir (Irmak & Saygılı, 2023). Bunun yanı sıra veri dengesizliği ve segmentasyon kalitesi gibi uygulamaya özgü zorlukları ele alan çalışmalar, uygun ön işleme stratejileri ve mimari seçimin model doğruluğu

üzerinde belirleyici etkileri bulunduğunu göstermektedir (Ahmad et al., 2021; Kaur et al., 2023).

Bu literatür bütün olarak değerlendirildiğinde, bitki hastalıklarının görüntü tabanlı otomatik tespitinde derin öğrenme yöntemlerinin güçlü bir çerçeve sunduğu görülmektedir. Hem farklı bitki türlerinde hem de değişken çekim koşullarında elde edilen görüntüler üzerinde tutarlı performans sergileyen CNN tabanlı modeller, yüksek doğruluk, güçlü genelleme kapasitesi ve geniş görsel çeşitliliğe uyum sağlayabilme özellikleriyle modern tarımsal karar destek sistemlerinin temelini oluşturmaktadır. Bu bağlamda, geniş örnek çeşitliliği içeren Tomato Leaf Disease veri kümesi (Noulam, 2020), farklı hastalık sınıflarının görsel olarak ayırt edilmesine yönelik modellerin değerlendirilmesi için uygun bir zemin sunmaktadır. Bu çalışmada söz konusu veri kümesi kullanılarak domates yaprak hastalıklarının sınıflandırılmasına yönelik derin öğrenme temelli bir yaklaşım geliştirilmiş ve mevcut literatürde rapor edilen eğilimlerle uyumlu biçimde CNN mimarilerinin hastalık tanısındaki etkinliği incelenmiştir.

2. Metot

2.1. Dataset

Bu çalışmada, domates yaprak hastalıklarını içeren geniş ölçekli Tomato Leaf Disease Dataset kullanılmıştır. Veri kümesi Nouaman Lamrahi tarafından hazırlanmış olup Kaggle platformunda “train/” ve “valid/” olmak üzere iki ayrı alt dizin altında paylaşılmaktadır (Lamrahi,2020). Her iki dizin de toplam 10 sınıftan oluşmakta; bu sınıflar bakteri kaynaklı, fungal enfeksiyonlar, akar zararlıları ve viral hastalıklar ile sağlıklı yaprak görüntülerini kapsamaktadır.

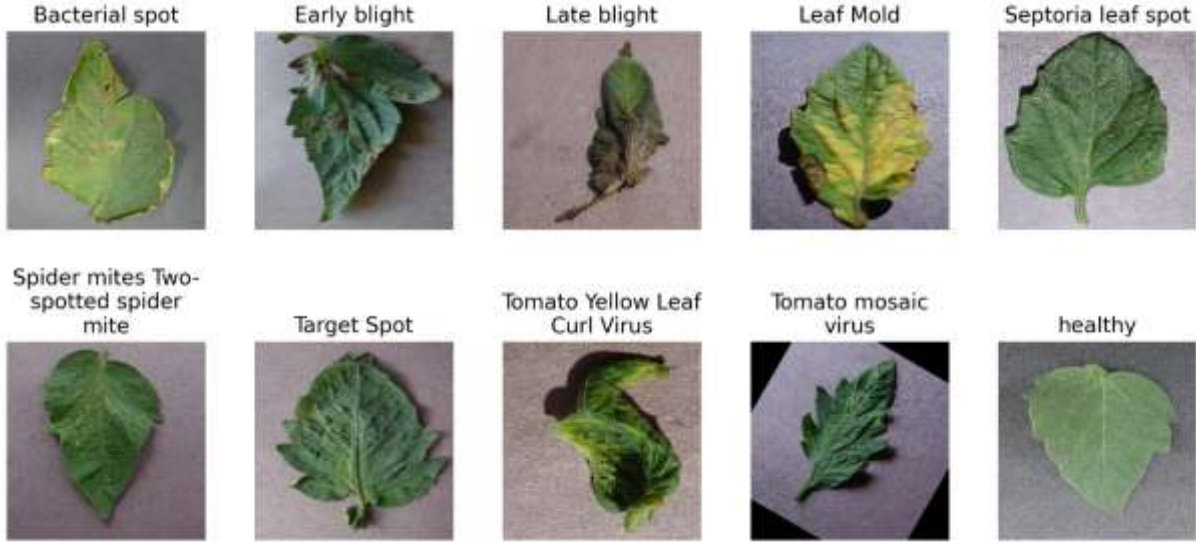
Veri kümesinde; train dizininde 18.345 görüntü, valid/ dizininde 4.585 görüntü, olmak üzere toplam 22.930 adet yaprak görüntüsü bulunmaktadır. Her sınıfın kendi alt klasörü vardır ve tüm sınıf dağılımı Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1. Tomato Leaf Disease veri kümesinin train ve valid alt dizinlerindeki sınıf dağılımı.

Sınıf	Train	Valid	Toplam
Bacterial spot	1702	425	2127
Early blight	1920	480	2400
Late blight	1851	463	2314
Leaf Mold	1882	470	2352
Septoria leaf spot	1745	436	2181
Spider mites Two-spotted spider mite	1741	435	2176
Target Spot	1827	457	2284
Tomato Yellow Leaf Curl Virus	1961	490	2451
Tomato mosaic virus	1790	448	2238
healthy	1926	481	2407
Toplam	18 345	4 585	22 930

Tablo 1’de de görüldüğü üzere sınıfların görüntü sayıları birbirine oldukça yakın değerlerdedir.

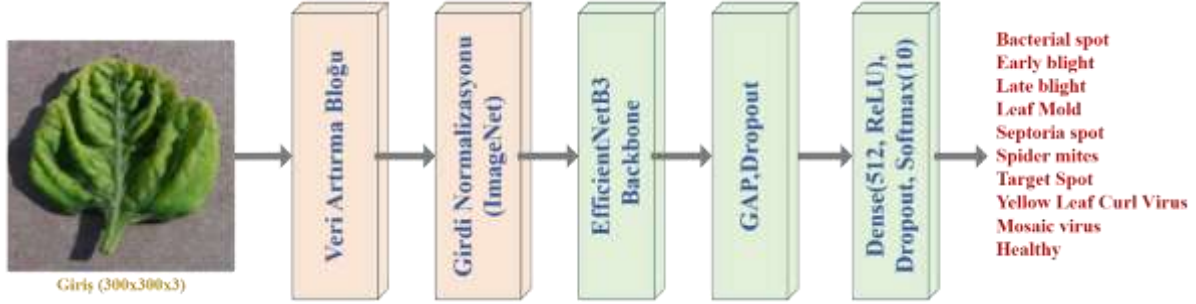
Her bir sınıfa ait örnek görüntüler Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1. Tomato Leaf Disease veri kümesindeki 10 sınıfa ait örnek görüntüler

2.2. Model Yapısı

Bu çalışmada domates yaprak hastalıklarının sınıflandırılması için EfficientNetB3 tabanlı bir derin öğrenme mimarisi kullanılmıştır. Model, 300×300 boyutunda RGB giriş görüntülerini alarak veri artırma, girdi normalizasyonu ve derin özellik çıkarımı adımlarından oluşan çok aşamalı bir işlem hattından geçirilmektedir. Modelin genel yapısı Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Çalışmada kullanılan EfficientNetB3 tabanlı model mimarisi. Girdi görüntüleri veri artırma, girdi normalizasyonu ve EfficientNetB3 üzerinden işlenerek sınıflandırma katmanıyla 10 sınıfa ayrılmaktadır.

İlk aşamada modelin genelleme kapasitesini yükseltmek amacıyla yalnızca eğitim verileri üzerinde uygulanan bir veri artırma süreci kullanılmıştır. Bu süreç; yatay çevirme, küçük açisal döndürme, yakınlaştırma ve kontrast değişimi gibi işlemlerden oluşmakta olup modelin çeşitli görüntü varyasyonlarına uyum sağlamasına katkıda bulunmaktadır. Veri artırma işlemleri bağımsız test kümesine uygulanmamış, bu küme eğitim sürecinden tamamen ayrı bırakılmıştır. Veri artırmanın ardından görüntüler, EfficientNet mimarisinin ImageNet üzerinde eğitilirken kullandığı giriş formatına uyarlanması amacıyla Girdi Normalizasyonu (ImageNet) işleminden geçirilmiştir. Bu adım, piksel değerlerini EfficientNetB3'ün beklediği ölçeğe dönüştürerek transfer öğrenimi sürecinin daha kararlı olmasını sağlamaktadır.

Normalizasyon sonrasında görüntüler, ImageNet üzerinde önceden eğitilmiş EfficientNetB3 Backbone üzerinden işlenerek yüksek düzey özellik temsillerine dönüştürülmüştür. Backbone'dan elde edilen özellik haritaları, uzamsal bilginin sıkıştırılması için GAP (Global Average Pooling) katmanından geçirilmiş ve ardından aşırı uyum riskini azaltmak amacıyla Dropout uygulanmıştır.

Son aşamada, Dense(512, ReLU), Dropout ve Softmax(10) katmanlarından oluşan sınıflandırma başlığı kullanılarak görüntülerin 10 hastalık/sağlıklı sınıfa atanması sağlanmıştır. Bu iki aşamalı yapı, EfficientNetB3 tarafından çıkarılan derin temsillerin sınıf ayrımına uygun bir biçimde yeniden düzenlenmesini mümkün kılmaktadır.

3. Bulgular

Tomato Leaf Disease veri kümesi Kaggle üzerinde train/ ve valid/ olmak üzere iki ayrı klasör halinde yayımlanmıştır. Bu ayrım, veri kümelerini hazırlayanlar tarafından genellikle eğitim ve model seçimi (validation) amacıyla oluşturulmuş olup bağımsız test değerlendirmesi için tasarlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada orijinal valid/ klasörü tamamen bağımsız test kümesi olarak kullanılmış; model geliştirme, hiperparametre arama veya katman ince ayarı gibi hiçbir aşamada kullanılmamıştır. Buna karşılık train/ klasörü, daha güvenilir ve tekrarlanabilir

bir değerlendirme elde etmek amacıyla 5 katlı çapraz doğrulama (5-fold cross-validation) yöntemi için yeniden bölünmüştür.

Bu yapı, domates yaprak hastalıklarının sınıflandırılması için geliştirilen EfficientNet tabanlı modelin hem farklı veri bölünmelerine karşı kararlılığını hem de gerçek bir dış test kümesi üzerindeki performansını nesnel biçimde ölçmeyi mümkün kılmaktadır.

Orijinal train/ dizindeki 18.345 görüntü, her fold'da %80–%20 oranında ayrılarak 14.676 eğitim ve 3.669 doğrulama örneği ile eğitilmiştir. Her fold sonunda doğrulama kümesi üzerinde en yüksek performansı veren model ağırlıkları kaydedilmiş ve yalnızca bu ağırlıklar bağımsız test kümesi üzerinde değerlendirilmiştir.

Beş fold'un tamamında bağımsız test sonuçları %99.24–%99.41 doğruluk ve %99.24–%99.41 makro F1 aralığında gerçekleşmiştir. Tüm fold'lara ait bağımsız test performansları Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. 5 katlı çapraz doğrulama sonunda bağımsız test kümesi üzerindeki performans değerleri

Fold	Doğruluk (%)	Makro F1 (%)	Test Loss
1	99.41	99.41	0.0215
2	99.37	99.36	0.0214
3	99.24	99.24	0.0256
4	99.28	99.28	0.0247
5	99.28	99.28	0.0264
Ortalama	99.32	99.31	0.0239

Tablo 2'ye göre model tüm fold'larda oldukça tutarlı ve yüksek performans göstermiştir. Fold'lar arasındaki farkların çok küçük olması, modelin farklı eğitim–doğrulama bölünmelerine karşı kararlı olduğunu göstermektedir.

Fold bazlı bağımsız test değerlendirmesinden sonra, modelin sınıflar arasındaki genelleme başarısını incelemek amacıyla her sınıfa ait F1 skorlarının beş fold boyunca gösterdiği değişim ayrıca değerlendirilmiştir. Her bir sınıf için fold bazlı F1 değerleri ve bu değerlerin ortalamaları Tablo 3'te sunulmaktadır.

Tablo 3. Sınıf bazlı F1 skorlarının 5 fold boyunca dağılımı ve fold ortalamaları.

Sınıf	Fold-1	Fold-2	Fold-3	Fold-4	Fold-5	Ortalama
Bacterial spot	99.30	99.42	99.65	99.18	99.30	99.37
Early blight	98.84	99.27	99.06	99.05	98.52	98.75
Late blight	99.46	99.57	99.46	99.25	99.25	99.40
Leaf Mold	99.89	99.79	99.79	99.79	99.89	99.83
Septoria leaf spot	99.54	99.31	99.43	99.20	99.66	99.43
Spider mites	99.19	98.85	98.51	99.20	98.96	98.94
Target Spot	98.59	98.36	97.83	98.26	98.05	98.62
TYLCV	99.69	99.59	99.49	99.49	99.80	99.61

Tomato mosaic virus	100.00	99.89	99.89	99.89	99.66	99.87
Healthy	99.58	99.58	99.27	99.48	99.69	99.52

Tablo 3'e göre tüm sınıf kategorilerinde F1 skorları %97.8 ile %100 arasında değişmiştir. Özellikle Leaf Mold, Tomato mosaic virus ve TYLCV sınıflarında neredeyse kusursuz sonuçlar elde edilmiştir. Göreli olarak en düşük performans Target Spot ve Spider mites sınıflarında gözlenmiş olsa da bu sınıflarda dahi ortalama F1 skorları %98'in üzerindedir. Bu sonuçlar modelin tüm sınıflara karşı oldukça dengeli bir genelleme performansına sahip olduğunu göstermektedir.

4. Sonuç

Bu çalışmada, Tomato Leaf Disease veri kümesi üzerinde domates yaprak hastalıklarının otomatik olarak tanımlanmasına yönelik derin öğrenme tabanlı bir sınıflandırma modeli geliştirilmiş ve modelin performansı hem 5 katlı çapraz doğrulama hem de tamamen bağımsız bir test kümesiyle kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. Kaggle veri kümesinin orijinal train-valid yapılanması korunmuş; valid dizini hiçbir eğitim aşamasına dahil edilmeden bağımsız test kümesi olarak kullanılmıştır. Bu yaklaşım, modelin gerçek dağılımı temsil eden bir test kümesi üzerinde nesnel biçimde ölçülmesini sağlamıştır.

Elde edilen bulgular, derin öğrenme tabanlı modellerin domates yaprak hastalıklarını yüksek doğrulukla ayırt edebildiğini açıkça göstermektedir. EfficientNetB3 mimarisi kullanılarak oluşturulan model, tüm foldlarda %99.24 ile %99.41 arasında değişen doğruluk ve makro F1 değerlerine ulaşmış; ortalama doğruluk %99.32 ve ortalama makro F1 %99.31 olarak hesaplanmıştır. Bu performans, modelin hem farklı eğitim-doğrulama bölünmelerine karşı kararlı olduğunu hem de veri setindeki sınıf çeşitliliğini etkili bir şekilde ayrıştırabildiğini göstermektedir.

Sınıf bazlı değerlendirmede tüm kategorilerin yüksek F1 skorlarına sahip olması, modelin sınıf içi varyasyona oldukça dayanıklı olduğunu ve nadir görülen hastalık sınıflarında dahi tutarlı bir performans sergilediğini ortaya koymaktadır. Özellikle Leaf Mold, Tomato mosaic virus ve TYLCV gibi sınıflarda neredeyse kusursuz sınıflandırma elde edilmiştir. Göreceli olarak daha zorlayıcı olan Target Spot ve Spider mites sınıflarında bile ortalama F1 skorlarının %98'in üzerinde gerçekleşmesi, modelin genel ayırt ediciliğini doğrulamaktadır.

Sonuç olarak, derin konvolüsyonel ağlara dayalı bu yaklaşım, tarımsal görüntü işleme alanında domates yaprak hastalıklarının hızlı ve güvenilir bir şekilde tespit edilmesi için etkili bir çözüm sunmaktadır. Yüksek doğruluk, düşük hata oranı ve tüm sınıflar arasında gözlenen

güçlü denge, önerilen yöntemin pratik uygulamalarda kullanılabilirliğini ve sağlamlığını desteklemektedir.

KAYNAKÇA

- Ahmad, M., Abdullah, M., Moon, H., & Han, D. (2021). Plant disease detection in imbalanced datasets using efficient convolutional neural networks with stepwise transfer learning. *IEEE Access*, 9, 140565–140580. <https://doi.org/10.1109/access.2021.3119655>
- Anandhakrishnan, T., & Jaisakthi, S. M. (2022). Deep convolutional neural networks for image based tomato leaf disease detection. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 30, 100793. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100793>
- Dananjayan, S., Tang, Y., Zhuang, J., Hou, C., & Luo, S. (2022). Assessment of state-of-the-art deep learning based citrus disease detection techniques using annotated optical leaf images. *Computers and Electronics in Agriculture*, 193, 106658. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106658>
- Ertem, S., & Özbay, E. (2022). Disease detection in tomato leaf images by deep feature combination approach in classification problem. *European Journal of Science and Technology*. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1216380>
- Huang, Z., Qin, A., Lu, J., Menon, A., & Gao, J. (2020). Grape leaf disease detection and classification using machine learning. *2020 International Conferences on Internet of Things (iThings), GreenCom, CPSCom, SmartData & Cybermatics*, 870–877. <https://doi.org/10.1109/ithings-greencom-cpscom-smartdata-cybermatics50389.2020.00150>
- Irmak, G., & Saygılı, A. (2023). A novel approach for tomato leaf disease classification with deep convolutional neural networks. *Tarım Bilimleri Dergisi*. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.1332675>
- Kaur, P., Harnal, S., Gautam, V., Singh, M. P., & Singh, S. P. (2023). Performance analysis of segmentation models to detect leaf diseases in tomato plant. *Multimedia Tools and Applications*, 83(6), 16019–16043. <https://doi.org/10.1007/s11042-023-16238-4>
- Li, L., Zhang, S., & Wang, B. (2021). Plant disease detection and classification by deep learning—A review. *IEEE Access*, 9, 56683–56698. <https://doi.org/10.1109/access.2021.3069646>
- Lamrahi, N. (2020). Tomato Leaf Disease Dataset [Data set]. Kaggle. <https://www.kaggle.com/datasets/noulam/tomato>
- Maeda-Gutiérrez, V., Galván-Tejada, C. E., Zanella-Calzada, L. A., Celaya-Padilla, J. M., Galván-Tejada, J. I., Gamboa-Rosales, H., Luna-García, H., Magallanes-Quintanar, R., Guerrero Méndez, C. A., & Olvera-Olvera, C. A. (2020). Comparison of convolutional neural network architectures for classification of tomato plant diseases. *Applied Sciences*, 10(4), 1245. <https://doi.org/10.3390/app10041245>
- Nosiba Arifin, K., Akter Rupa, S., Anwar, M. M., & Jahan, I. (2024). Lemon and orange disease classification using CNN-extracted features and machine learning classifier. *Proceedings of the 3rd International Conference on Computing Advancements*, 154–161. <https://doi.org/10.1145/3723178.3723199>
- Özben, T. Ç., & Güler, O. (2025). Domates yapraklarında hastalık tespiti için transfer öğrenme kullanılması ve mobil uygulamaya entegre edilmesi. *Journal of Information Systems and Management Research*, 7(1), 105–113. <https://doi.org/10.59940/jismar.1681569>
- Nagamani, H. S., & Sarojadevi, H. (2022). Tomato leaf disease detection using deep learning techniques. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(1). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0130138>
- Weldergs, G. W. (2024). Orange fruit disease detection and classification using AI-based techniques. *2024 International Conference on Information and Communication Technology for Development for Africa (ICT4DA)*, 108–113. <https://doi.org/10.1109/ict4da62874.2024.10777141>

RÜZGAR ENERJİSİNDEN ELDE EDİLEN YEŞİL HİDROJENİN DEPOLANMASI, SİSTEM TASARIMI VE EKSERJİ ANALİZİ

Berivan ŞİMŞEK

Gazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Yenimahalle, Ankara

ORCID ID: 0009-0001-5743-7815

Doç. Dr. Battal DOĞAN

Gazi University, Faculty of Technology, Department of Energy Systems Engineering, Yenimahalle,
Ankara

ORCID ID: 0000-0001-5542-4853

ÖZET

Ülkemizde rüzgar enerji santrallerine yönelik araştırmalar son yıllarda hız kazanmış ve bu alanda gerçekleştirilen uygulamalı çalışmalar stratejik önem kazanmıştır. Bu çalışmada, Karaman ilinde planlanan bir rüzgar enerji santralinin yıllık elektrik üretim potansiyeli değerlendirilmiş; elde edilen elektrik enerjisinin yeşil hidrojen üretimi ve depolanmasında kullanılması incelenmiştir. Rüzgar enerji santraline ait yer seçimi, türbin konfigürasyonu ve üretim çıktıları WindPRO yazılımı kullanılarak belirlenmiş; türbin gücü, yıllık üretim miktarı ve kapasite faktörü program çıktıları üzerinden hesaplanmıştır. Elde edilen elektriğin bir bölümü şebekeye aktarılırken, kalan kısmı PEM (Proton Exchange Membrane) tipi elektrolizör ile yeşil hidrojen üretiminde değerlendirilmiştir. Üretilen hidrojenin fiziksel depolama yöntemiyle günlük bazda depolanması tasarlanmış olup, haftalık üretimin ticarileştirilebilir nitelikte olacağı öngörülmüştür. Ayrıca çalışmada ekserji analizi kapsamında entropi üretimi ve kayıplar belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda santral tasarımında kullanılan 29 adet Envision EN-182 / 8 MW türbin ile toplam 232 MW kurulu güç elde edilmiş ve WindPRO çıktıları doğrultusunda wake sonrası yıllık net enerji üretimi yaklaşık 881 GWh/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu değer %43–44 aralığında bir kapasite faktörüne karşılık gelmekte olup Karaman bölgesinin yüksek rüzgar potansiyelini doğrulamaktadır. Elde edilen elektrik üretim miktarı, sistemin günlük ve haftalık hidrojen üretimi ile entegrasyonunun teknik olarak mümkün olduğunu göstermekte; Karaman ilinin yenilenebilir enerji temelli hidrojen üretimi açısından güçlü bir aday olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Rüzgar Enerjisi, yeşil hidrojen üretimi, PEM elektroliz, hidrojen depolama

STORAGE, SYSTEM DESIGN, AND EXERGY ANALYSIS OF GREEN HYDROGEN PRODUCED FROM WIND ENERGY

ABSTRACT

In recent years, research on wind power plants in Türkiye has accelerated significantly, and applied studies in this field have gained substantial strategic importance. In this study, the annual electricity generation potential of a planned wind power plant in the Karaman province was evaluated, and the utilization of the generated electrical energy for green hydrogen

production and storage was examined. The site selection, turbine configuration, and production outputs of the wind power plant were determined using the WindPRO software, and the turbine power, annual energy yield, and capacity factor were calculated based on the program outputs. While a portion of the generated electricity was supplied to the grid, the remaining share was utilized for green hydrogen production using a PEM (Proton Exchange Membrane) electrolyzer. The produced hydrogen is planned to be stored daily through a physical storage method, and the weekly production volume is anticipated to reach a commercially marketable capacity. In addition, entropy production and losses were determined within the scope of exergy analysis. Based on the conducted analyses, a total installed capacity of 232 MW was achieved using 29 Envision EN-182 / 8 MW turbines in the plant design, and, according to the WindPRO outputs, the annual net energy production after wake losses was calculated to be approximately 881 GWh per year. This value corresponds to a capacity factor in the range of 43–44%, confirming the strong wind potential of the Karaman region. The obtained electricity production level demonstrates that integrating the system with daily and weekly hydrogen generation is technically feasible, indicating that the Karaman region is a strong candidate for renewable-energy-based hydrogen production.

Keywords: Wind energy, green hydrogen production, PEM electrolysis, hydrogen storage

AI-BASED SYSTEMS FOR EARLY DETECTION OF ANIMAL DISEASES**Mr. Zerarka Mohamed Wail¹**

Department of Computer Science, University of Biskra, Algeria

ORCID ID: 0009-0000-0406-0543**Ms. Zerarka Malak Yasmine²**

Department of Veterinary Medicine, University of Biskra, Algeria

Abstract

Early detection of animal diseases is crucial for improving treatment outcomes, reducing mortality, and preventing the spread of infections among animal populations. Traditional veterinary diagnostic methods often rely on clinical examination and laboratory testing, which can be time-consuming and may fail to detect diseases at early stages. Artificial Intelligence (AI) has emerged as an effective tool to enhance diagnostic processes and support preventive animal healthcare.

AI-based systems employ machine learning, deep learning, and data analytics to process large volumes of veterinary data, including medical images, physiological measurements, behavioral information, and health records. These systems can identify complex patterns and subtle changes that may not be easily recognized manually. Consequently, AI models can assist in the early detection of conditions such as respiratory diseases, skin disorders, metabolic problems, and infectious outbreaks in livestock and companion animals.

The integration of AI into veterinary practice offers several benefits, including faster and more accurate diagnosis, continuous health monitoring, and reduced operational costs. It also enables more efficient management of large animal populations through automated surveillance and predictive analysis. Despite challenges such as limited high-quality data, privacy concerns, and the need for technical expertise, ongoing advances in AI technology are expected to improve system reliability and effectiveness. AI-based disease detection represents a promising approach to smarter, more efficient, and sustainable veterinary healthcare.

Keywords: Artificial Intelligence, Veterinary Medicine, Early Disease Detection, Machine Learning, Animal Health, Disease Diagnosis.

**GÜNEŞ ENERJİSİ DESTEKLİ TARIMSAL SULAMA SİSTEMLERİNİN
KONVANSİYONEL ŞEBEKE ALTYAPISINA GÖRE MALİYET-ETKİNLİK
ANALİZİ: ŞANLIURFA/BİRECİK ÖRNEĞİ**

Öğr. Gör. İzzet YAVUZ

İstanbul Gelisim University, İstanbul Gelisim Vocational School, Electrical Program, 34310 Avcılar,
İstanbul

ORCID ID: 0000-0002-2309-3815

Öğr. Gör. Dr. Taner DİNDAR

Ankara University, Nallıhan Vocational School, Electronics Technology Program, 06920 Nallıhan,
Ankara

ORCID ID: 0000-0002-4112-2114

Dr. Öğr. Üyesi Ayhan AYDIN

Ankara University, Nallıhan Vocational School, Computer Programming Program, 06920 Nallıhan,
Ankara

ORCID ID: 0000-0001-7938-0509

ÖZET

Fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması ve tarımsal işletmelerin artan enerji maliyetlerinden kaynaklanan kârlılık baskısının hafifletilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi hızlandırmıştır. Türkiye, yüksek güneşlenme süresi potansiyeli ile bu alanda önemli bir kapasiteye sahiptir. Özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi illerinden Şanlıurfa'nın Birecik ilçesi gibi yoğun sulama ihtiyacı olan ve yüksek güneş radyasyonu alan bölgeler, Fotovoltaik (PV) sistemlerin tarımsal uygulamalar için ideal olduğu sahalardır. Bu çalışma, yüksek güneşlenme potansiyeline sahip bu bölgede, tarımsal sulama ihtiyacını karşılamak amacıyla kurulan bağımsız bir Güneş Enerjisi Sistemi (GES) ile konvansiyonel elektrik iletim hattı altyapısının kurulum ve işletme maliyetlerini karşılaştırmalı olarak analiz etmeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın örnek uygulamasında, 3 HP gücünde bir tarımsal sulama sistemi için GES kurulumu gerçekleştirilmiştir. Sistemde CW Panel paneller ve Frecon 2.2 kW sürücü kullanılmış olup, panellerin montajı dış etmenlere karşı yüksek dayanıklılık sağlayan esneme payına sahip çelik galvaniz konstrüksiyon üzerinde yapılmıştır. Yapılan detaylı maliyet analizinde; kurulan GES sisteminin toplam yatırım maliyeti yaklaşık 95.550 ₺ olarak belirlenmiştir. Buna karşın, aynı sulama gücü için 1 km mesafeye iletim hattı çekilmesi durumunda (her 50 metrede bir direk kullanılarak hesaplanan 20 direk, tel ve izolatör maliyetleri dâhil), toplam maliyetin yaklaşık 163.920 ₺'ye ulaştığı tespit edilmiştir. Bu bulgu, şebeke erişiminin zor veya uzak olduğu noktalarda, GES sistemlerinin başlangıç yatırım maliyeti açısından konvansiyonel çözümlere göre yaklaşık %41 oranında daha ekonomik bir alternatif sunduğunu göstermektedir. Ayrıca, şebeke bağlantısı sonrasındaki saatlik elektrik tüketim ücretleri göz önüne alındığında, yenilenebilir enerji kaynağına dayalı GES sisteminin, operasyonel (işletme) maliyetleri minimize etmesi ve karbon salınımına neden olmaması sayesinde, uzun vadede yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda çevresel açıdan da

sürdürülebilirliği destekleyen üstün bir çözüm olduğu sonucuna varılmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında, tarımsal faaliyetlerde GES kullanımının maliyetleri büyük ölçüde düşürdüğünü ve enerji verimliliğini artırdığını ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Güneş Enerjisi Sistemi, Tarımsal Sulama, Maliyet Analizi, Yenilenebilir Enerji, Şebeke Dışı Uygulamalar, Şanlıurfa

COST-EFFECTIVENESS ANALYSIS OF SOLAR ENERGY-BASED AGRICULTURAL IRRIGATION SYSTEMS COMPARED TO CONVENTIONAL GRID INFRASTRUCTURE: THE CASE OF ŞANLIURFA/BIRECIK

ABSTRACT

Reducing dependence on fossil fuels and alleviating the profitability pressures resulting from increasing energy costs in agricultural enterprises have accelerated the shift towards renewable energy sources. Türkiye, with its high solar irradiation potential, possesses significant capacity in this field. Particularly in regions with intensive irrigation needs and high solar radiation, such as the Birecik district of Şanlıurfa in the Southeastern Anatolia Region, photovoltaic (PV) systems represent ideal fields of application for agricultural purposes. This study aims to comparatively analyze the installation and operational costs of an independent Solar Energy System (SES) and a conventional electrical transmission line infrastructure established to meet agricultural irrigation needs in this high solar-potential region. In the case study, a SES was installed for a 3-HP agricultural irrigation system. CW solar panels and a Frecon 2.2 kW driver were used, and the panels were mounted on a galvanized steel construction that offers high durability against external factors due to its flexibility. The detailed cost analysis revealed that the total investment cost of the installed SES was approximately 95,550 ₺. In contrast, when calculating the installation of a transmission line for the same irrigation capacity over a distance of 1 km (including the cost of 20 poles placed every 50 meters, along with wire and insulator expenses), the total cost reached approximately 163,920 ₺. This finding demonstrates that in locations where grid access is difficult or remote, SES provides an approximately 41% more economical alternative compared to conventional solutions in terms of initial investment cost. Furthermore, considering the hourly electricity consumption charges following grid connection, it was concluded that SES, based on renewable energy, minimizes operational costs and does not cause carbon emissions; therefore, it offers a superior solution that supports long-term economic and environmental sustainability. The obtained results indicate that the use of SES in agricultural activities significantly reduces costs while increasing energy efficiency.

Keywords: Solar Energy System, Agricultural Irrigation, Cost Analysis, Renewable Energy, Off-Grid Applications, Şanlıurfa

1. GİRİŞ

Enerji, tarih boyunca toplumların kalkınması, sanayileşmesi ve refah seviyelerinin artırılması noktasında en temel stratejik unsurlardan biri olmuştur. Günümüzde dünya nüfusunun hızla artması, teknolojik gelişmeler ve sanayi üretimindeki kapasite artışları, enerjiye olan talebi her geçen gün daha üst seviyelere taşımaktadır (Yavuz, 2021). Ancak bu talebin karşılanmasında halen büyük oranda kullanılan fosil yakıtlar (kömür, petrol, doğalgaz), hem rezervlerin sınırlı olması hem de küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi geri dönüşü zor çevresel felaketlere yol açması nedeniyle sürdürülebilirliğini yitirmiştir (Akkaya & Akkaya Oy, 2021; Ay & Pamuk, 2023). Fosil kaynakların neden olduğu çevresel etkiler ve kaynakların tükenmesi gibi nedenlerden dolayı, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talep artmıştır (Arabacı & Özkan, 2024). Güneş enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde kurulumu ve devreye alınması kolay olan bir enerji türüdür. İlk maliyet dışında bir işletme giderleri yok denecek kadar azdır. Ayrıca Türkiye bulunduğu konumdan dolayı güneşi bol alan bir ülke konumundadır. Yapılan çalışmalar, Türkiye'nin günlük ortalama 7,5 saatlik güneşlenme süresi ile önemli bir güneşlenme değerine sahiptir. Türkiye ayrıca güneş enerjisi alanında lider kabul edilen Almanya'dan dahi yaklaşık %60 daha fazla ısınım değerine sahiptir (Kumruoğlu & Ateş, 2022; Varlı vd., 2022). Özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi, yıllık toplam güneşlenme süresi ve global radyasyon değerleri bakımından Türkiye'nin en verimli sahalarının başında gelmekte olup, bu bölgedeki yatırımların kendini amorti etme süresi diğer bölgelere kıyasla çok daha kısadır (Bilhan & Emikönel, 2021; Şahin vd., 2022). Enerji maliyetleri, sanayide olduğu kadar tarımsal üretimde de en önemli girdi kalemlerinden birini oluşturmaktadır. Modern tarım uygulamalarında verimliliği artırmak adına makineleşmenin ve sulama sistemlerinin yaygınlaşması, tarımsal işletmelerin enerji tüketimini artırmıştır. Üreticilerin gelirlerinin önemli bir kısmı, sulama pompaları, iklimlendirme sistemleri ve diğer tarımsal mekanizasyon araçlarının tükettiği elektrik faturalarına gitmektedir (Orhan & Şahin, 2022). Bu durum, tarımsal ürünlerin maliyetini yükseltmekte ve üreticinin rekabet gücünü zayıflatmaktadır. Dolayısıyla, tarımsal faaliyetlerde enerji giderlerinin minimize edilmesi, işletme karlılığının artırılması için hayati önem taşımaktadır (Ozan & Hazneci, 2023). Tarım arazilerinin ve mera alanlarının amaç dışı kullanımını engelleyerek, bu alanlara entegre edilecek güneş enerjisi sistemleri, hem arazi verimliliğini korumakta hem de enerji maliyetlerini düşürmektedir (Bıçakçı vd., 2023; Nacar, 2021). Çiftçilerin tarımsal sulama amacıyla kullanmak istedikleri su kaynakları her zaman şebeke yakınında bulunmaktadır. Şebeke yakın olan bölgelerde de altyapı eksikliği enerjinin taşınması için gerekli olan girdi maliyetini artırmaktadır. Ayrıca çekilecek

olan şebekenin kullanımında etkisiyle maliyet artacaktır. Buna karşın şebekeden uzak bölgelerde şebekeden bağımsız fotovoltaik sistemlerin kullanılması iletim hattı maliyetlerini ortadan kaldırmakla beraber ilk yatırım dışında bir gider olmayacaktır. (İnce, 2021; Öztürk vd., 2023). Literatürde farklı bölgeler için yapılan simülasyon ve analiz çalışmaları, güneş enerjisi santrallerinin (GES) kurulum maliyetlerinin 4 ila 7 yıl gibi makul sürelerde kendini amorti ettiğini ve ekonomik ömrü boyunca işletmelere ciddi tasarruf sağladığını ortaya koymaktadır (Martin, 2024; Orhan & Şahin, 2022).

Bu çalışmada, Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli en yüksek bölgelerinden biri olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Şanlıurfa ili Birecik ilçesi kırsalında tarımsal sulama amacıyla kurulan bağımsız bir Güneş Enerjisi Sistemi (GES) incelenmiştir. Çalışma kapsamında, 3 HP gücündeki bir dalgıç pompanın enerji ihtiyacını karşılamak üzere kurulan fotovoltaik sistemin yatırım maliyeti ile aynı noktaya konvansiyonel elektrik şebekesi (nakil hattı) çekilmesi durumunda oluşacak altyapı maliyetleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Çalışmanın temel amacı, şebeke hattına uzak tarımsal arazilerde, yüksek maliyetli enerji nakil hatları yerine yerinde üretim yapan yenilenebilir enerji sistemlerinin teknik ve ekonomik açıdan uygulanabilirliğini somut verilerle ortaya koymaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Güneş Enerjisi Potansiyelinin Araştırılması

Güneş enerjisi sistemlerinin teknik ve ekonomik fizibilitesi; kurulum yapılacak sahanın coğrafi konumu, güneşlenme süresi ve global radyasyon değerleri ile doğrudan ilişkilidir. Türkiye, 36° - 42° - kuzey enlemleri arasında yer alması ve "Güneş Kuşağı" adı verilen coğrafi bölgede bulunması sebebiyle, güneş enerjisi potansiyeli açısından Avrupa'nın önde gelen ülkelerinden biridir (İnce, 2021). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yayınlanan Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) verilerine göre, Türkiye'nin yıllık ortalama toplam güneşlenme süresi 2.741 saat, yıllık ortalama toplam ışıınım değeri ise 1.527kWh/m² olarak belirlenmiştir (Bilhan & Emikönel, 2021; Orhan & Şahin, 2022). Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyel dağılımı incelendiğinde, ışıınım değerlerinin kuzeyden güneye doğru gidildikçe arttığı görülmektedir. Şekil 1'de sunulan Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası haritasında da görüldüğü üzere, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, yıllık toplam güneş radyasyonu ve güneşlenme süreleri bakımından ülkenin en verimli bölgesi konumundadır (Kumruoğlu & Ateş, 2022; Varlı vd., 2022, GEPA, 2025).



Şekil 1. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA, 2025).

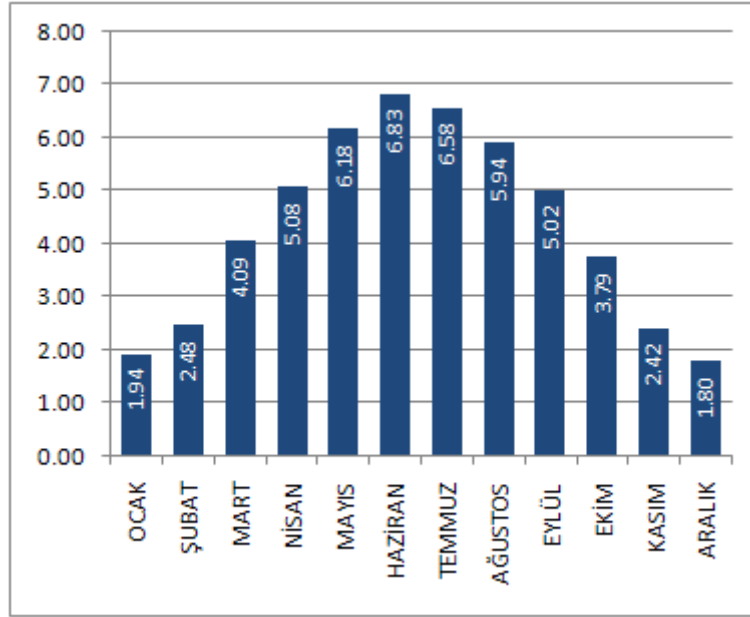
Çalışma sahası olan Şanlıurfa ili, bu yüksek potansiyelli bölgenin merkezinde yer almaktadır. Şanlıurfa, sahip olduğu yüksek ışıma değerleri ve uzun güneşlenme süreleri ile fotovoltaik sistem yatırımları için stratejik bir öneme sahiptir. Şekil 2'de verilen Şanlıurfa ili güneş enerjisi potansiyel haritası incelendiğinde, il genelinde, özellikle güney ve batı kısımlarında (Birecik, Suruç, Harran) ışıma şiddetinin yoğunlaştığı ve "koyu sarı/turuncu" renklerle ifade edilen yüksek verimlilik alanlarında bulunduğu görülmektedir. Proje uygulama sahası olan Birecik ilçesi, bu haritada yüksek potansiyelli bölgeler içerisinde yer almakta olup, tarımsal sulama sistemlerinin enerji ihtiyacının karşılanması için ideal bir lokasyon özelliği taşımaktadır (Yavuz vd., 2025).



Şekil 2. Şanlıurfa İli Güneş Enerjisi Potansiyel Haritası.

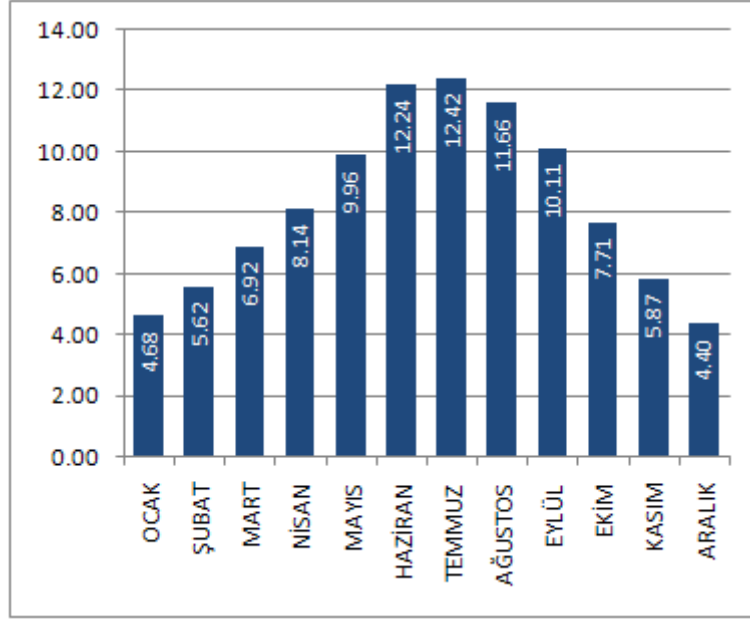
Sistemin yıl boyunca üreteceği enerjinin ve sulama dönemlerindeki performansının belirlenmesi için bölgenin aylık global radyasyon değerleri analiz edilmiştir. Şekil 3'te sunulan

verilere göre, Şanlıurfa'da global radyasyon değerleri Mayıs ayından itibaren 6.0 kWh/m^2 seviyesinin üzerine çıkmakta ve Haziran ayında 6.83 kWh/m^2 - gün ile zirve yapmaktadır. Tarımsal sulama ihtiyacının en yoğun olduğu yaz aylarında (Haziran, Temmuz, Ağustos) radyasyon değerlerinin maksimum seviyede olması, kurulan GES sisteminin tarımsal faaliyetlerle tam bir senkronizasyon içinde çalışacağını göstermektedir. Bu durum, literatürdeki benzer çalışmalarla da örtüşmekte olup, yaz aylarındaki yüksek ışıınım, sulama pompalarının şebekeden bağımsız olarak en verimli şekilde çalışmasına olanak tanımaktadır (Öztürk vd., 2023; Nacar, 2021).



Şekil 3. Şanlıurfa İli Aylık Ortalama Global Radyasyon Değerleri kWh/m^2 -gün

Radyasyon şiddetinin yanı sıra, güneşlenme süresi de sistemin günlük çalışma saatlerini belirleyen temel faktördür. Şekil 4'te verilen grafik incelendiğinde, Şanlıurfa ilinin özellikle Haziran ve Temmuz aylarında günlük ortalama 12 saatin üzerinde güneşlenme süresine sahip olduğu görülmektedir (Temmuz ayı: 12.42 saat). Bu uzun güneşlenme süresi, fotovoltaik panellerin gün içerisinde daha uzun süre elektrik üretmesini sağlayarak, akü gibi ek depolama maliyetlerine gerek duyulmadan, sadece güneşin olduğu saatlerde sulama yapılmasına imkan tanıyan "gündüz sulaması" modelinin uygulanabilirliğini artırmaktadır (Ozan & Hazneci, 2023).



Şekil 4. Şanlıurfa İli Aylık Ortalama Güneşlenme Süreleri (Saat).

2.2. Tarımsal Sulama İçin Fotovoltaik Sistemin Tasarımı ve Bileşenleri

Tarımsal üretimde enerji maliyetlerinin en aza indirmek amacıyla tasarlanan bu sistem, şebekeden bağımsız çalışacak şekilde yapılandırılmıştır. Literatürde belirtildiği üzere, tarımsal işletmelerde kullanılan makineleşme ve sulama sistemleri enerji tüketimini artırmakta, bu da işletme giderlerinde önemli bir paya sahip olmaktadır. Bu nedenle, sistem tasarımı yapılırken pompanın güç gereksinimi, bölgenin ışıyım verileri ve sistem bileşenlerinin uyumluluğu dikkate alınarak en uygun panel seçimi yapılmıştır.

Sistemin temel yükünü, tarımsal sulama faaliyetlerinde yaygın olarak tercih edilen 3 HP (Beygir Gücü) gücündeki dalgıç pompa oluşturmaktadır. Pompanın ihtiyaç duyduğu enerjiyi sağlamak ve sistemin kararlı çalışmasını temin etmek için seçilen temel bileşenler ve teknik özellikleri aşağıda detaylandırılmıştır:

Fotovoltaik Paneller: Güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren temel birim olarak, yüksek verimlilik değerlerine sahip güneş panelleri tercih edilmiştir. Panel seçiminde, literatürdeki benzer çalışmalarda da vurgulandığı üzere, birim alandan elde edilecek enerjiyi maksimize eden ve yüksek sıcaklık koşullarında performans kaybını minimize eden teknolojiler önceliklendirilmiştir. Paneller, Şanlıurfa ilinin coğrafi konumu ve güneş açısı dikkate alınarak, yıl boyunca maksimum ışıyımı alacak şekilde güney cepheye bakacak açıda, çelik galvaniz konstrüksiyon üzerine monte edilmiştir.

Solar Pompa Sürücüsü (İnverter): Sistemin "beyni" olarak nitelendirilen sürücü ünitesinde, 2.2 kW gücünde solar pompa sürücüsü kullanılmıştır. Bu sürücü, güneş panellerinden gelen

doğru akımı (DC), dalgıç pompanın çalışması için gerekli olan alternatif akıma (AC) dönüştürmektedir. Ayrıca, cihazın sahip olduğu Maksimum Güç Noktası İzleme (MPPT) özelliği sayesinde, gün içerisinde değişkenlik gösteren güneş ışıını koşullarında panellerden anlık olarak maksimum gücün çekilmesi sağlanarak pompanın çalışma süresi ve verimliliği artırılmıştır.

Konstrüksiyon ve Montaj: Saha kurulumunda, panellerin uzun yıllar boyunca dış ortam koşullarına (rüzgâr yükü, korozyon, yağış vb.) dayanabilmesi için esneme payına sahip, paslanmaz özellikli çelik galvaniz konstrüksiyon kullanılmıştır. Arazi tipi uygulamalarda zemin etüdünün ve taşıyıcı sistemin dayanıklılığının önemi literatürde sıkça vurgulanmaktadır. Bu bağlamda, sistemin kurulumu sırasında panellerin gölgelenme etkisinden uzak, statik açıdan güvenli ve güneşlenme süresinden maksimum faydalanacak bir yerleşim planı uygulanmıştır. Tasarlanan bu sistemde akü grubu kullanılmamış olup, "gündüz sulaması" prensibi benimsenmiştir. Bu yöntem, enerji depolama maliyetlerini ortadan kaldırarak ilk yatırım maliyetini düşürmekte ve sistemin amortisman süresini kısaltmaktadır.

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu bölümde, Şanlıurfa ili Birecik ilçesindeki tarımsal arazide gerçekleştirilen 3 HP gücündeki şebekeden bağımsız fotovoltaik sulama sisteminin kurulum aşamaları, teknik detayları ve maliyet analizi sonuçları sunulmuştur.

3.1. Fotovoltaik Sistemin Kurulumu ve Teknik Değerlendirme

Proje kapsamında, tarımsal sulama kuyusunun enerji ihtiyacını karşılamak üzere 3 HP (yaklaşık 2.2 kW) gücünde bir sistem tasarlanmıştır. Sistemde enerji kaynağı olarak, yüksek verimlilik değerlerine sahip 590 Watt gücünde 8 adet monokristal güneş paneli kullanılmıştır. Panellerin toplam kurulu gücü 4.72 kWp değerine ulaşmaktadır, bu da 2.2 kW'lık pompanın ihtiyaç duyduğu enerjiyi, gün içerisindeki ısıma kayıpları da tolere edilerek rahatlıkla karşılayabilmektedir. Panellerin montajı, Şekil 5'de görüldüğü üzere arazide hazırlanan 6'lık çelik konstrüksiyon üzerine yapılmıştır. Konstrüksiyonun seçiminde, bölgenin rüzgâr yükü ve korozyon riski dikkate alınarak galvanizli ve mukavemeti yüksek malzemeler tercih edilmiştir. Panellerin güney cepheye bakacak şekilde ve bölgenin enlemine uygun optimum açıyla yerleştirilmesi sağlanmıştır.



Şekil 5. Kurulumu Tamamlanan Fotovoltaik Panel

Sistemin kontrolü ve DC enerjinin AC enerjiye dönüşümü için Frecon marka 2.2 kW gücünde bir solar pompa sürücüsü (inverter) kullanılmıştır (Şekil 6). Sürücü, panellerden gelen enerjiyi anlık olarak izleyerek (MPPT), güneş radyasyonunun değişkenlik gösterdiği durumlarda dahi pompanın en verimli devirde çalışmasını sağlamaktadır. Sürücü panosu içerisine, sistemi aşırı akım ve kısa devrelere karşı korumak amacıyla gerekli sigorta ve şalter donanımları entegre edilmiştir.



Şekil 6. Sistemde Kullanılan Solar Sürücü (İnverter) ve Pano İç Dizaynı.

3.2. Maliyet Analizi ve Karşılaştırmalı Değerlendirme

Bu bölümde, Şanlıurfa Birecik'teki arazide kurulan bağımsız sistemin reel piyasa verilerine dayalı kurulum maliyeti ile aynı noktaya şebeke hattı çekilmesi durumunda oluşacak altyapı maliyetleri kıyaslanmıştır. Hesaplamalarda 2025 yılı birim fiyatları ve ortalama döviz kurları esas alınmıştır.

3.2.1. Güneş Enerjisi Sistemi (GES) Yatırım Maliyetleri

Kurulumu gerçekleştirilen 3 HP'lik bağımsız GES sisteminin maliyet bileşenleri Tablo 1'de sunulmuştur. Sistemde kullanılan 8 adet panelin toplam maliyeti 960 Dolar, sürücü maliyeti 190 Dolar, çelik konstrüksiyon 300 Dolar ve işçilik giderleri 500 Dolar olarak gerçekleşmiştir. Diğer sarf malzemelerle birlikte sistemin toplam döviz maliyeti 2.200 Dolar seviyesinde tutulmuş, projenin TL bazındaki toplam yatırım tutarı ise 95.550 ₺ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 1. 3 HP Bağımsız GES Kurulum Maliyeti Analizi

Gider Kalemi	Teknik Özellikler	Miktar	Birim Fiyat (\$)	Toplam Fiyat (\$)	Toplam Tutar (₺)
Güneş Paneli	590 Watt Monokristal	8 Adet	120	960	41.700
Solar Sürücü	2.2 kW Frecon	1 Adet	190	190	8.250
Konstrüksiyon	6'lık Çelik Galvaniz	1 Set	300	300	13.050
İşçilik	Montaj ve Devreye Alma	1 Hizmet	500	500	21.700
Diğer Giderler	Kablo, Pano, Nakliye	-	-	250	10.850
GENEL TOPLAM				2.200 \$	95.550 ₺

3.2.2. Şebeke Hattı (Konvansiyonel Enerji) Altyapı Maliyeti

Tarım arazisinin en yakın enerji nakil hattına mesafesi 1 kilometredir. Bu mesafeye enerji taşınması için gerekli olan altyapı yatırımı, sadece direk ve tel maliyetinden ibaret değildir. 50 metre aralıklarla dikilmesi gereken 20 adet ağaç direğin her biri nakliye ve dikim hariç 4.000 TL maliyetlidir. Monofaze sistem (1 Faz + 1 Nötr) için gerekli olan iletken tel miktarı, direkler arası sarkma payları da dahil edildiğinde 2.000 metreyi bulmaktadır. Alüminyum iletkenin ağırlığı ve güncel birim fiyatları (240 ₺/kg) dikkate alındığında sadece tel maliyeti 31.920 ₺'ye ulaşmaktadır. Direk başına düşen işçilik, izolatör ve diğer hırdavat giderleri de eklendiğinde toplam tablo aşağıdaki gibidir.

Tablo 2. 1 km Mesafeden Enerji Nakil Hattı Çekim Maliyeti Analizi

Gider Kalemi	Teknik Detay / Hesaplama	Miktar	Birim Fiyat (₺)	Toplam Tutar (₺)
Ağaç Direk	1000m hat / 50m aralık	20 Adet	4.000	80.000
İletken Tel	Monofaze (133 kg)	133 Kg	240	31.920
İzolator	Direk başı 2 adet (VHD)	40 Adet	300	12.000
İşçilik	Direk dikimi, tel çekimi	20 Direk	2.000	40.000
GENEL TOPLAM				163.920 ₺

4. SONUÇ

Tarımsal üretimde artan enerji maliyetleri yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Bu çalışmada, Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli en yüksek bölgelerinden Şanlıurfa ili Birecik ilçesindeki bir tarım arazisi için tasarlanan 3 HP gücündeki şebekeden bağımsız fotovoltaik sulama sisteminin teknik ve ekonomik analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan karşılaştırmalı analizler, şebeke hattına 1 km ve üzeri mesafede bulunan arazide konvansiyonel enerji nakil hattı çekilmesi yerine yerinde üretim yapan güneş enerjisi sistemlerinin tercih edilmesinin ekonomik açıdan çok daha avantajlı olduğunu ortaya koymuştur. 2025 yılı piyasa verilerine göre, 1 km'lik enerji nakil hattı maliyeti yaklaşık 163.920 ₺ hesaplanırken, GES sisteminin kurulum maliyeti 95.550 ₺ olarak belirlenmiş; bu durum arazi sahibine ilk kurulum aşamasında %41,7 oranında net bir tasarruf sağlamıştır. İlk yatırım dışında GES sisteminin gideri olmaması kullanıcı için büyük bir avantaj sağlamaktadır. Ayrıca yüksek bölgenin yüksek güneşlenme süresinden dolayı akü kullanmadan gündüz yaklaşık olarak 7-8 saat sulama yaparak maliyet düşürülebilmektedir. Şebekeden uzak bölgelerde güneş enerjisine dayalı sulama sisteminin önemli bir çözüm olduğu görülmüştür.

KAYNAKÇA

Akkaya, S., & Akkaya Oy, S. (2021). Samsun, Bayburt ve Mersin illerine kurulabilecek güneş enerjisi santrallerinin modellenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(2), 759-773.

Arabacı, H., & Özkan, N. (2024). Güneş enerjisi sistemlerinin ekonomiye ve çevreye katkıları. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(03), 26-32.

- Ay, E., & Pamuk, N. (2023). Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Farabi yerleşkesindeki elektrik enerjisi ihtiyacının güneş enerjisi santralleri kurularak elde edilmesi ve ekonomik analizi. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 6(3), 173-184.
- Bıçakçı, E., Balabanlı, C., & Acar, E. (2023). Tarım ve mera alanlarında rüzgâr ve güneş enerji sistemleri kurulması hakkında değerlendirmeler. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(1), 700-712.
- Bilhan, A. K., & Emikönel, S. (2021). Nevşehir ili güneş enerji potansiyelinin analizi ve kurulu güneş enerji santralleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (24), 289-294.
- İnce, İ. T. (2021). Güneş enerjisi ile elektrik üretiminde örnek uygulamalar. *Disiplinlerarası Yenilik Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 1-10.
- Kumruoğlu, L. C., & Ateş, S. B. (2022). Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli ve İskenderun için örnek üretim projeksiyonu. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 37(1), 293-305.
- Martin, K. (2024). Elbistan Meslek Yüksekokulu çatı üstü güneş enerjisi santrali kurulum simülasyonu: Performans analizi. *KİÜ Fen, Mühendislik ve Teknoloji Dergisi*, 1-10.
- Nacar, F. (2021). Güneş enerjisi santrallerinin arazi kullanımına etkisi ve sonuçları: Osmaniye örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (24), 98-105.
- Orhan, N., & Şahin, S. (2022). Bir besi çiftliğinde güneş enerji sisteminin uygulanması ve ekonomik analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(1), 33-40.
- Ozan, S., & Hazneci, E. (2023). Güneş enerjisi santrali desteğinin tarım işletmelerine etkileri: Ankara ili örneği. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 9(3), 358-369.
- Öztürk, B., Akyazı, Ö., Şahin, M., & Yılmaz, G. (2023). Şebeke bağlantılı güneş enerji santralinin modellenmesi ve simülasyon analizi: Ağrı/Çukurçayır Köyü 999 kW güneş enerjisi santrali örneği. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 13(4), 1623-1647.
- Şahin, Z. R., Dinçer, F., & Yılmaz, A. S. (2022). 4 kişilik bir ailenin elektrik enerjisi ihtiyacı için şebeke bağlantılı güneş enerjisi santrali tasarımı ve simülasyonu. *KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(Özel Sayı), 46-56.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (t.y.). *Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA)*. Erişim adresi: <https://gepa.enerji.gov.tr/>
- Varlı, H., Tuna, M., & Tombul, M. (2022). Bölgesel güneş enerji potansiyeli ve enerji santrali yatırımı değerlemesi: Sincan örneği. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 34(2), 657-666
- Yavuz, İ., Benli, S. N., Mumcu, M. C., Aykut, E., & Erdoğan, K. (2025). Feasibility of solar-powered irrigation systems in rural areas: A case study of the Suruç region. *International Conference on Global Practice of Multidisciplinary Scientific Studies – X* (ss. 32-33). Kyrenia, Cyprus.
- Yavuz İ. 2021. Rüzgar türbini dönüştürücülerinin esnek hesaplama yöntemi ile denetimi. PhD Thesis, Nevşehir Hacı Bektaş Veli University Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering, Nevşehir, Türkiye, pp: 1-6.

YÜKSEKÖĞRETİM KURUMUNDA AYDINLATMA KALİTESİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

Öğr. Gör. İzzet YAVUZ

İstanbul Gelisim University, İstanbul Gelisim Vocational School, Electrical Program, 34310 Avcılar, İstanbul

ORCID ID: 0000-0002-2309-3815

Öğr. Gör. Dr. Taner DİNDAR

Ankara University, Nallıhan Vocational School, Electronics Technology Program, 06920 Nallıhan, Ankara

ORCID ID: 0000-0002-4112-2114

Dr. Öğr. Üyesi Ayhan AYDIN

Ankara University, Nallıhan Vocational School, Computer Programming Program, 06920 Nallıhan, Ankara

ORCID ID: 0000-0001-7938-0509

ÖZET

Aydınlatma, yerleşim yerlerinde, okullarda, hastanelerde, iş yerlerinde ve fabrika gibi yerlerde temel gereksinimlerden bir tanesidir. Yetersiz veya aşırı aydınlatma, öğrenme verimini ve iş yapabilme kabiliyetini olumsuz etkilemektedir. İyi bir aydınlatmanın yapılması enerji israfının da önüne geçmektedir. Yapılan örnek çalışma, bir yükseköğretim kurumuna ait derslikte mevcut aydınlatma koşullarının değerlendirilmesini ve standartlara uygun iyileştirme önerilerinin geliştirilmesini amaçlamaktadır. TS EN 12464-1 standardına göre dersliklerde önerilen minimum aydınlık düzeyi 300 lux, optimum çalışma koşulları için ise yaklaşık 500 lux olarak belirtilmiştir. Çalışma kapsamında incelenen derslikte lux metre ile 21 farklı ölçüm noktası belirlenmiş ve mevcut aydınlık düzeyleri not edilmiştir. Derslikte bulunan 10 adet aydınlatma armatürüne ait mevcut lamba yerleşimleri analiz edilmiş ve ölçüm sonuçları bilgisayar destekli aydınlatma hesaplama programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Yapılan teknik çalışmalar sonucunda, mevcut lux değerlerinin standart alt sınırının altında kaldığını göstermiş ve bu durumun öğrencilerde öğrenme performansını olumsuz etkileyebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma kapsamında armatürlerin bulunduğu noktadaki yerleri optimize edilmesi ve daha yüksek ışık etkinlik değerine sahip aydınlatma armatürlerinin kullanılması durumunda, derslikte standartlarda olması gereken aydınlık seviyelerine erişmenin mümkün olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Aydınlatma Hesabı, Eğitim, Görsel Konfor

AN INVESTIGATION ON LIGHTING QUALITY IN A HIGHER EDUCATION INSTITUTION

ABSTRACT

Lighting is one of the fundamental requirements in residential areas, schools, hospitals, workplaces, and industrial facilities. Insufficient or excessive lighting negatively affects learning efficiency and work performance. Proper lighting design also helps prevent energy

waste. The sample study conducted aims to evaluate the current lighting conditions in a classroom of a higher education institution and to develop improvement suggestions in accordance with the standards. According to the TS EN 12464-1 standard, the recommended minimum illuminance level in classrooms is 300 lux, while approximately 500 lux is suggested for optimal working conditions. Within the scope of the study, 21 different measurement points were determined in the classroom using a lux-meter, and the existing illuminance levels were recorded. The placement of the 10 lighting fixtures in the classroom was analyzed, and the measurement results were evaluated using computer-aided lighting calculation software. Technical findings revealed that the current lux values remain below the standard lower limit, which may negatively influence students' learning performance. It was concluded that optimizing the positions of the fixtures and using lighting units with higher luminous efficacy can enable the classroom to reach illuminance levels required by the standards.

Keywords: Lighting Calculation, Education, Visual Comfort

1. GİRİŞ

Günümüzde hızla artan dünya nüfusu ve teknolojik gelişmelerle beraber enerjiye duyulan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Sınırlı enerji kaynaklarının verimli kullanılması, gelecek nesiller için düşünmemiz gereken önemli bir konu haline gelmiştir. Binalarda tüketilen toplam elektrik enerjisinin önemli bir bölümü aydınlatma sistemlerinden kaynaklanmaktadır. Özellikle eğitim kurumları, ofisler ve kamu binaları gibi gün içinde aktif kullanılan yapılarda, aydınlatma amacıyla enerji tüketimi toplam bina enerji sarfiyatının yaklaşık %20 ile %40'ını oluşturabilmektedir (Çelik & Ünver, 2019; Kartal & Erten, 2016). Bu nedenle, binalarda enerji performansının iyileştirilmesi çalışmalarında aydınlatma sistemlerinin optimizasyonu, enerji maliyetlerinin düşürülmesi açısından önemli bir yere sahiptir(Dindar & Yılmaz, 2024). Aydınlatma, yalnızca mekânların aydınlanmasını sağlayan fiziksel bir gereklilik değil, aynı zamanda kullanıcıların psikolojik sağlığını, görsel konforunu ve performansını doğrudan etkileyen faktörlerden biridir (Nas, 2021). Özellikle eğitim kurumlarında aydınlatma kalitesi, öğrenme sürecinin verimliliği açısından doğrudan etkilidir. Eğitim ve öğretim yapan kurumlarda öğrencilerin okuma, yazma ve tahtayı takip etme gibi görsel ağırlıklı eylemler, doğru bir aydınlatma hesabını zorunlu kılmaktadır (Uluslan & Fitöz, 2012). Yetersiz veya dengesiz aydınlatma; öğrencilerde göz yorgunluğu, baş ağrısı, konsantrasyon eksikliği ve motivasyon düşüklüğü gibi sorunlara yol açtığı gibi akademik başarıyı da olumsuz etkileyebilmektedir (Subekti vd., 2020; Gherasim vd., 2025). Buna karşın, doğru tasarlanmış, spektral özellikleri optimize edilmiş ve standartlara uygun bir aydınlatma sistemi, öğrencilerin

odaklanma sürelerini artırarak öğrenme performansını desteklemektedir (Sriraman vd., 2024; Ruan vd., 2021). Eğitim verilen dersliklerde görsel konforun sağlanması, sadece yeterli ışık akısının sağlanmasıyla değil; ışığın rengi, dağılımı, kamaşma kontrolü ve renksel geriverim gibi parametrelerin de standartlara göre yapılmasıyla mümkündür (Kazanasmaz, 2015). Bu çerçevede, uluslararası standartlar (CIE, ISO) ve ulusal düzenlemeler, eğitim yapılarındaki farklı işlevsel alanlar için minimum aydınlık düzeylerini belirlemiştir (Turan & Yavuz, 2024). Örneğin, TS EN 12464-1 standardına göre dersliklerde çalışma düzlemi üzerindeki ortalama aydınlık şiddetinin minimum 300 lüks, optimum çalışma koşulları için ise 500 lüks seviyesinde olması öngörülmektedir (Zhang vd., 2021; Feri & Irianto, 2022). Ancak mevcut eğitim veren yapıların çoğu aydınlatma sistemlerinin eski teknolojilere dayandığı, armatür yerleşimlerinin verimsiz olduğu ve standartların gerektirdiği lüks değerlerinin altında kaldığı görülmektedir. Aydınlatma tasarımında geleneksel hesaplama yöntemlerinin yanı sıra, günümüzde bilgisayar destekli benzetim araçları önemli bir noktaya varmıştır (Turan, 2022). DIALux gibi profesyonel aydınlatma tasarım programları, mekanların fotometrik analizlerinin yapılmasına, mevcut durumun modellenmesine ve iyileştirme senaryolarının bilgisayar ortamında test edilmesine olanak tanımaktadır (Zhang vd., 2021; Feri & Irianto, 2022). Bu sayede, fiziksel bir müdahalede bulunmadan önce en uygun armatür tipi, yerleşimi ve ışık kaynağı belirlenerek hem görsel konfor hem de enerji verimliliği açısından en doğru sonuçlar elde edilebilmektedir.

Bu çalışma, bir yükseköğretim kurumuna ait mevcut bir dersliğin aydınlatma değerleri ölçülmüş ve standartlara uygun iyileştirme öneriler sunmayı amaçlanmıştır. Çalışma bir yüksek öğretim kurumunda belirlenen derslikte lüks metre ile gerçekleştirilen fiziksel ölçümler, DIALux simülasyon programı ile elde edilen verilerle karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Mevcut aydınlatma düzeninin, TS EN 12464-1 standardında belirtilen görsel konfor kriterlerini karşılayıp karşılamadığı irdelenmiş; yetersizlik tespit edilen noktalarda armatür optimizasyonu ve ışık kaynağı değişimi ile sağlanabilecek iyileştirmeler sayısal verilerle ortaya konulmuştur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, bir yükseköğretim kurumuna ait derslikte mevcut aydınlatma performansının değerlendirilmesi ve iyileştirme çalışmalarının geliştirilmesi amacıyla deneysel ölçüm ve simülasyon yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Çalışma; mevcut durumun analizi, fiziksel ölçümlerin yapılması ve standartlarla karşılaştırma aşamalarından oluşmaktadır.

2.1. Çalışma Alanı

Uygulama yeri olarak, bir yükseköğretim kurumunun akşamları da ders işlenen bir sınıfı seçilmiştir. 16*6 metre boyutlarında ve 3 metre tavan yüksekliğine sahip bir derslik seçilmiştir.

Derslikte gün ışığı alımını sağlayan pencereler güney cephede yer almaktadır. Mevcut aydınlatma sistemi, tavana monte edilmiş toplam 10 adet armatürden oluşmaktadır. Çalışma alanının plan şeması ve mevcut armatür yerleşimi Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. İncelenen Dersliğin Planı ve Armatür Yerleşimi

2.2. Ölçüm Yöntemi

Mevcut aydınlatma seviyesinin tespiti için, derslik zemininden çalışma düzlemi yüksekliği kabul edilen 0.80 m yani öğrencilerin sırasının üstünde aydınlık şiddeti ölçümleri yapılmıştır (Feri & Irianto, 2022). Ölçümlerde, hassas fotometrik sensöre sahip UNI-T Mastech UT383 markalı cihazı kullanılmıştır. Homojen bir değerlendirme yapabilmek ve ışık dağılımını doğru analiz edebilmek amacıyla, derslik alanı eşit aralıklarla bölünmüş ve toplam 21 farklı ölçüm noktası belirlenmiştir. Ölçümler, gün ışığının etkisini yok etmek ve sadece yapay aydınlatma sisteminin performansını ölçmek amacıyla güneş battıktan sonra saat 18:40-19:00 sıralarında gerçekleştirilmiştir. Her bir noktadan alınan veriler kaydedilerek ortalama aydınlık düzeyi hesaplanmıştır. Ölçümlere ait görseller Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2. Lüksmetre ile Aydınlık Düzeyi Ölçümü

2.3. Değerlendirme Kriterleri ve Standartlar

Bu çalışmada sınıfta yapılan ölçüm verilerinin değerlendirilmesinde, iç mekan aydınlatma tasarımında uluslararası kabul gören TS EN 12464-1: Işık ve Işıklandırma - Çalışma Yerlerinin Aydınlatılması standardı referans alınmıştır. Bu standarta göre, eğitim verilen dersliklerde görsel konforun sağlanabilmesi ve eylemlerin (okuma, yazma) sağlıklı yürütülebilmesi için çalışma düzlemindeki ortalama aydınlık şiddetinin E_{av} minimum 300 lüks, optimum koşullar için ise 500 lüks seviyesinde olması gerekmektedir (Nas, 2021; Kartal & Erten, 2016). Ayrıca, kamaşma ve gölge oluşumunu engellemek adına aydınlığın düzgün dağılımı (U_o) da dikkate alınan bir diğer parametredir. Çalışma kapsamında, 21 noktadan alınan ölçüm sonuçları bu standart değerler ile karşılaştırılarak, mevcut aydınlatma sisteminin yeterliliği analiz edilmiştir.

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu bölümde, incelenen derslikte gerçekleştirilen fiziksel ölçüm sonuçları ile bilgisayar destekli aydınlatma tasarımı (DIALux) simülasyonundan elde edilen veriler sunulmuş ve TS EN 12464-1 standartları çerçevesinde karşılaştırılmıştır.

3.1. Mevcut Durum Ölçüm Sonuçları

Çalışmanın olduğu derslik içerisinde belirlenen 21 noktada lüksmetre ile yapılan ölçümler, mevcut aydınlatma sisteminin performansını ortaya koymuştur. Ölçümler, dersliğin en ön sırasından başlayarak arka sıralara doğru 7 sıra ve her sırada 3 ölçüm noktası (Sol-Orta-Sağ) olacak şekilde kaydedilmiştir. Elde edilen aydınlık düzeyi değerleri Tablo 1’de sunulmuştur.

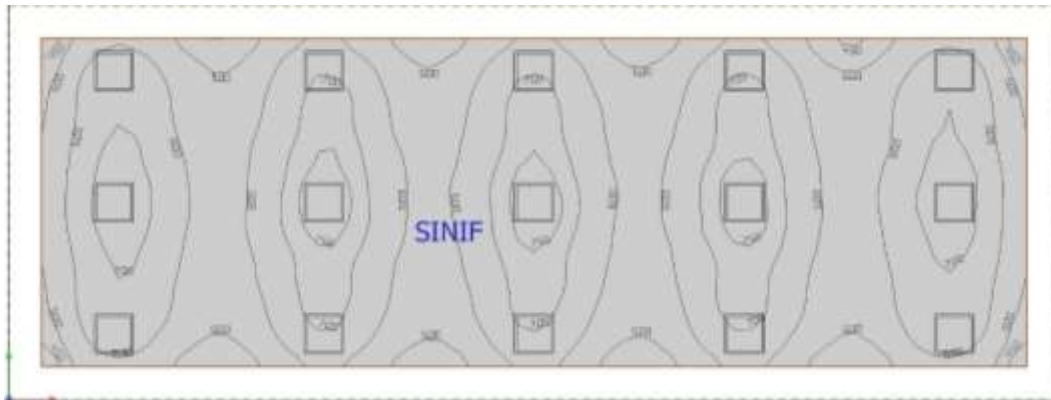
Tablo 1. Mevcut Durum Aydınlık Düzeyi Ölçüm Sonuçları (Lüks)

Sıra No	Sol Bölge (Lüks)	Orta Bölge (Lüks)	Sağ Bölge (Lüks)	Sıra Ortalaması
1	146	154	194	164.6
2	233	245	274	250.6
3	234	267	281	260.6
4	228	243	245	238.6
5	221	219	236	225.3
6	211	216	208	211.6
7	193	218	234	215.0
GENEL ORTALAMA (E_{av})				214.5 Lüks

Tablo 1 incelendiğinde, derslik genelindeki ortalama aydınlık düzeyinin 214.5 Lüks olduğu görülmektedir. Bu değer, TS EN 12464-1 standardında derslikler için öngörülen asgari 300 Lüks sınırının ve optimum 500 Lüks değerinin oldukça altındadır (Nas, 2021). Özellikle 1. sıradaki değerlerin (146-194 lüks aralığı) diğer sıralara göre çok daha düşük olması, armatür yerleşiminin tahta önü bölgesini yeterince kapsamadığını veya mevcut lambaların eskimeye bağlı ışık kaybı uğradığını göstermektedir. Ayrıca ölçüm noktaları arasındaki belirgin farklar, aydınlığın homojen dağılmadığını ve düzgünlük faktörünün U_0 düşük olduğunu göstermektedir.

3.2. DIALux Simülasyonu ve İyileştirme Sonuçları

Çalışma olarak seçilen derslikte yetersizliğin giderilmesi amacıyla, DIALux Evo yazılımı kullanılarak derslik için yeni bir aydınlatma senaryosu oluşturulmuştur. Simülasyonda, enerji verimliliği yüksek ve kamaşma kontrolü sağlayan 48W LED Panel armatürler kullanılmıştır. 15 adet armatürün homojen yerleşimi ile gerçekleştirilen simülasyon sonucunda elde edilen izohips eğrileri analizi Şekil 3'te verilmiştir.



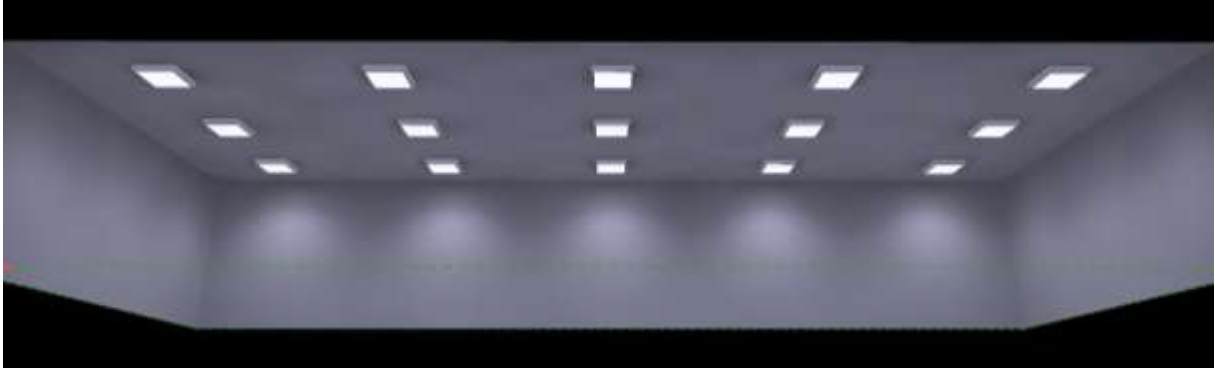
Şekil 3. İyileştirilmiş Senaryo Aydınlatma Dağılımı Simülasyonu

Simülasyon sonucunda elde edilen sayısal veriler ise Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Simülasyon Sonucunda Elde Edilen Aydınlatma Performans Değerleri

Parametre	Simülasyon Sonucu	Standart Değer (TS EN 12464-1)	Durum
Ortalama Aydınlatma (E_{av})	621 Lüks	$\geq 300 - 500$ Lüks	Uygun
Minimum Aydınlatma (E_{min})	428 Lüks	-	-
Düzensizlik Faktörü (U_0)	0.69	≥ 0.60	Uygun
Kamaşma İndeksi (UGR)	18	≥ 19	Uygun
Güç Yoğunluğu	9.60 W/m ²	-	Verimli

Tablodaki verilerin mekânsal karşılığını görmek ve armatür yerleşiminin etkisini analiz etmek amacıyla oluşturulan 3 boyutlu modelleme ve ışık dağılımı Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Önerilen Aydınlatma Sisteminin 3x5 Armatür Yerleşimi

Şekil 4'te görüldüğü üzere, tavana 3 sıra ve 5 sütun düzeninde toplam 15 adet armatürün yerleştirilmesiyle ışığın dersliğin her noktasına eşit şekilde yayılması sağlanmıştır. Mevcut durumda ölçülen 214.5 lüks ortalama değer, eğitim faaliyetleri için yetersiz kalırken (Nas, 2021); önerilen bu sistemde elde edilen 621 lüks değeri, standartları karşılamaktadır. Görselde de görüldüğü gibi, özellikle çalışma düzlemi (sıra üzerleri) ve tahta önü gibi kritik bölgelerde gölge oluşumu engellenmiş, 0.69 değerinde düzgünlük faktörü yakalanmıştır. Bu homojen dağılım, öğrencilerin sınıfın hangi noktasında oturursa otursunlar eşit görsel konfora sahip olmalarını sağlayacaktır. Ayrıca göz yorgunluğunu en az seviyeye indirecektir.

4. SONUÇ

Aydınlatma, eğitim kurumlarında görsel konforun sağlanması ve öğrenme performansının artırılması açısından önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada, bir yükseköğretim dersliğinin aydınlatma performansı fiziksel ölçümler ve DIALux simülasyonu ile analiz edilmiştir. Saha ölçümleri sonucunda mevcut ortalama aydınlık düzeyi 214.5 lüks olarak tespit edilmiş olup, bu değer TS EN 12464-1 standardında belirtilen asgari sınırların altında kalmaktadır. Buna karşılık, enerji verimli LED armatürler kullanılarak oluşturulan simülasyon modelinde, ortalama aydınlık şiddeti 621 lükse, düzgünlük faktörü ise 0.69 seviyesine ulaşarak standartlara uygun bir aydınlatma yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, mevcut sistemin görsel konfor ve homojenlik açısından yetersiz kaldığını göstermektedir. Bu bağlamda, incelenen derslikte ve benzer nitelikteki eğitim ortamlarında, aydınlatma sistemlerinin ortalama aydınlık şiddetinin ölçülerek iyileştirilme yapması önerilmektedir. Ayrıca mevcut sistemlerin yüksek ışık akısı ve enerji verimliliği sunan LED teknolojisi ile değiştirilmesi, düşük maliyetli ve konforu artıracaktır.

KAYNAKÇA

- Çelik, K., & Ünver, R. (2019). Eğitim Yapılarında Aydınlatma Düzenlerinin İyileştirilmesine Yönelik Bir Öneri. *Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi*, İstanbul.
- Dindar, T., & Yılmaz, K. (2024). Aydınlatma Sistemi Hesaplanması Örnek Bir Uygulama. *İleri Mühendislik Çalışmalarında Farklı Bakış Açıları* içinde (s. 41-52).
- Doğan, H. (2004). *Sonlu Farklar Yöntemiyle Aydınlatma Hesabının Analizi* (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dursun, B., Sarı, A., & Gökozan, H. (2006). Eğitim Kurumlarında Aydınlatma Özelliklerinin İncelenmesi ile İlgili Bir Uygulama. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1), 1-8.
- Feri, M., & Irianto, C. G. (2022). Lighting System Design Based on SNI 6197-2011 and Software-Based Design DIALux Evo 9.2 (Case Study: Pekanbaru High School of Technology). *ELKHA: Jurnal Teknik Elektro*, 14(2), 73-78.
- Gherasim, I., Turcanu, F.-E., Luciu, R.-S., Gălăţanu, C.-D., Roşu, P.-V., Bistriceanu, C.-E., & Hudisteanu, V.-S. (2025). The effect of Artificial Lighting Spectrum on Students' Concentration. In *2025 Tenth Conference on Lighting (Lighting)*. IEEE.
- Karatay, M., & Günaydın, T. İ. (2021). Binalarda Aydınlatma Enerji Performansının Yapma Aydınlatma Sistemi ve Farklı İklim Bölgeleri Üzerinden Analizi. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, 8(17), 95-113.
- Kartal, S., & Erten, Ş. Y. (2016). Aydınlatma Enerjisi Verimliliği Üzerine Bir Çalışma: Endüstri Yapısı Örneği. *Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, (7), 10-26.
- Kazanasmaz, Z. T. (2015, Nisan). Okullarda İç Çevre Konfor Bileşeni Olarak Aydınlatma. *12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi (TESKON 2015)* içinde (s. 77-82). İzmir: TMMOB Makina Mühendisleri Odası.
- Liu, J. G., Zhu, H., Zhu, L., Shen, C., Zheng, R., Chen, Y., & Xu, J. (2021). Spectral Design Considerations of White LED for Classroom Application. In *2021 18th China International Forum on Solid State Lighting & 2021 7th International Forum on Wide Bandgap Semiconductors (SSLChina: IFWS)* (pp. 109-113). IEEE.
- Nas, D. S. (2021). *Aydınlatma Tasarımı Kriterlerinin Eğitim Yapılarında İncelenmesi; Cibali İlköğretim Okulu Örneği* (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, İstanbul.
- Ruan, C., Xu, T., Huang, Y., & Wang, Y. (2021). Research on the application of health light environment in classroom. In *2021 18th China International Forum on Solid State Lighting & 2021 7th International Forum on Wide Bandgap Semiconductors (SSLChina: IFWS)* (pp. 184-187). IEEE.
- Sriraman, M., Thampatty, K. C. S., & Lavanya, M. C. (2024). Economic Feasibility Analysis of Solar Based Optimized Luminous Lighting System Design. In *2024 International Conference on Futuristic Technologies in Control Systems & Renewable Energy (ICFCR)*. IEEE.
- Subekti, M., Rahardjo, I. A., & Mardiana, E. (2020). The effect of changing the type of lamp, lighting power, and adding light points to the strength of the lighting in the Classroom and Reading Room. In *2020 The Third International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering (ICVEE)*. IEEE.
- Turan, Ş. (2022). *Dış ortam aydınlatmasında armatür montaj konumlarının ve dağılımlarının belirlenmesi* [Yüksek lisans tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi]
- Turan, Ş., & Yavuz, İ., (2024). Calculation of Armature/Lamp Mounting Locations and Distributions for illumination in Rest Areas of Industrial Facilities . International 9th Socrates Health, Engineering And Applied Sciences Congres, İstanbul, Turkey
- Zhang, L., Yuan, L., Zhang, W., & Guo, P. (2021). General Classroom Lighting Design and Simulation Based on DIALux evo software. In *2021 International Conference on Electronic Information Engineering and Computer Science (EIECS)* (pp. 994-997). IEEE.

TÜM PARAZİTİK ETKİLERİ İÇEREN BOOST DÖNÜŞTÜRÜCÜ İÇİN METASEZGİSEL ALGORİTMA İLE OPTİMİZE EDİLMİŞ KALMAN FİLTRESİ TASARIMI

Samet ALTUN

Düzce University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering,
81620 Yörük, Düzce

ORCID ID: 0000-0002-2002-1103

Prof. Yusuf ALTUN

Düzce University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, 81620
Yörük, Düzce

ORCID ID: 0000-0002-2099-0959

ÖZET

Günümüzde, sürdürülebilir enerji arayışının bir sonucu olarak hızla gelişen elektrikli araç teknolojileri ve yenilenebilir enerji sistemlerinde, DC-DC Boost dönüştürücüler enerji yönetiminin temel yapı taşı olmaya başlamıştır. Bu sistemlerin yüksek verimle ve güvenli bir şekilde çalışabilmesi, bobin akımı ve kapasitör gerilimi gibi kritik durum değişkenlerinin anlık ve hatasız takibine bağlıdır. Ancak endüstriyel uygulamalarda fiziksel sensör kullanımı, hem maliyet ve hacim sorunları yaratmakta hem de güç katındaki yüksek frekanslı anahtarlamanın yol açtığı elektromanyetik gürültüler nedeniyle ölçüm doğruluğunu zedelemektedir. Bu çalışmada, literatürdeki basitleştirilmiş yaklaşımların ötesine geçilerek; bobin, kapasitör ve güç anahtarlarının tüm parazitik iç dirençlerini kapsayan, sistemin fiziksel gerçekliğine birebir uygun, yüksek doğruluklu bir Boost dönüştürücü modeli ele alınmıştır. Çalışmanın özgün literatür katkısı; bu karmaşık parazitik model yapısı üzerinde, sistemin hem bobin akımını (I_L) hem de çıkış gerilimini (V_C) eş zamanlı ve hassas bir şekilde kestirmek için Kalman Filtresi (KF) tabanlı gürültü bağımsızlığı yüksek bir gözlemci tasarlanmasıdır. Filtrenin kestirim performansını ve dinamik tepkisini doğrudan belirleyen süreç (Q) ve ölçüm (R) gürültüsü kovaryans matrisleri, geleneksel deneme-yanılma yöntemlerinin yetersizliği nedeniyle, arama algoritması yeteneğine sahip metasezgisel optimizasyon algoritmaları ile optimize edilmiştir. Gerçekleştirilen simülasyonlar, önerilen yöntemin model belirsizliklerine ve yoğun sensör gürültüsüne rağmen durum değişkenlerini minimum hata ile kestirdiğini ve kontrol sisteminin kararlılığını maksimize ettiğini kanıtlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Boost Dönüştürücü, Kalman Filtresi, Metasezgisel Optimizasyon, Parazitik elemanlar

METAHEURISTIC ALGORITHM OPTIMIZED KALMAN FILTER DESIGN FOR BOOST CONVERTERS UNDER ALL PARASITIC EFFECTS

ABSTRACT

Today, driven by the pursuit of sustainable energy, DC-DC Boost converters represent a fundamental building block of energy management in rapidly evolving electric vehicle technologies and renewable energy systems. The high-efficiency and safe operation of these systems depend on the instantaneous and error-free monitoring of critical state variables, such as inductor current and capacitor voltage. However, in industrial applications, the use of physical sensors creates cost and volume constraints, while also compromising measurement accuracy due to electromagnetic noise induced by high-frequency switching in the power stage. In this study, going beyond simplified approaches found in the literature, a high-fidelity Boost converter model that accounts for all parasitic internal resistances of the inductor, capacitor, and power switches—aligning perfectly with the physical reality of the system—is addressed. The novel contribution of this study to the literature is the design of a Kalman Filter (KF) based observer with high noise immunity to simultaneously and precisely estimate both the inductor current (I_L) and the output voltage (V_C) within this complex parasitic model structure. The process (Q) and measurement (R) noise covariance matrices, which directly determine the estimation performance and dynamic response of the filter, were optimized using metaheuristic optimization algorithms possessing superior search capabilities, overcoming the limitations of traditional trial-and-error methods. Conducted simulations demonstrate that the proposed method estimates the state variables with minimum error and maximizes the stability of the control system, despite model uncertainties and severe sensor noise.

Keywords: Boost Converter, Electric Vehicles, Kalman Filter, Q and R Optimization, Parasitic Modeling

1. INTRODUCTION

Today, the world is undergoing an irreversible transition from fossil fuels to renewable energy sources in line with global climate change mitigation goals. This transformation necessitates the widespread adoption of electric vehicles (EVs) and green energy systems. However, a technical mismatch exists within this new energy ecosystem: low-voltage DC sources, such as batteries, fuel cells, or variable generator outputs, generally operate at voltage levels far below what is required by inverters, DC-bus systems, and industrial loads. In this context, Boost converters step in as the key component to step up low DC voltages to required industrial standards (Erickson & Maksimovic, 2001).

Operational capability alone is insufficient; they must operate safely, efficiently, and with high performance. This is only achievable through real-time and precise control of the system's state variables, specifically the inductor current (i_L) and the output capacitor voltage (v_C).

In engineering, the fundamental prerequisite for control is measurement. Traditional strategies adhere to this rule by utilizing specific sensors for each variable (Woo et al., 2008). While theoretically ideal, this solution presents significant disadvantages in practical applications. particularly in industrial environments where cost constraints, spatial limitations, and reliability are paramount, every additional sensor introduces a new point of failure and increases production costs (Forghani-Zadeh & Rincón-Mora, 2002).

Furthermore, power electronics circuits are inherently noisy environments. The strong electromagnetic interference (EMI) generated by high switching frequencies (di/dt , dv/dt) often corrupts sensor data. Applying low-pass filters to clean this noisy data introduces phase lag, which inevitably degrades the controller's dynamic performance (transient response) (Łakomy et al., 2020).

Multiple observer structures have been introduced in literature. Early approaches utilized deterministic, model-based structures, such as Luenberger Observers (LO), to achieve voltage control with reduced sensor count (Taibi et al., 2021). Subsequently, seeking faster dynamic responses, researchers turned to Sliding Mode Observers (SMO); while robust, these methods proved sensitive to measurement noise due to their high switching gains (Li et al., 2015).

As system complexity increased—particularly with the introduction of non-linear behaviors—advanced statistical methods like the Extended Kalman Filter (EKF) gained prominence. The EKF has been widely adopted for its ability to provide accurate estimations even in noisy environments (Tong & Chen, 2015; Zhang et al., 2021). Some studies have even demonstrated successful application of EKFs in complex, isolated converter topologies (Haadi et al., 2020). However, a significant portion of the existing literature overlooks a "hidden" problem: The Ideal Assumption. Many studies rely on idealized circuit models—perfect switches, lossless inductors, and capacitors. In reality, every inductor has a DC resistance, and every capacitor has an Equivalent Series Resistance (ESR). When these parasitic effects are excluded from the model, a "model-plant mismatch" occurs, causing the estimated values to deviate from the physical reality (Candan, 2021).

In summary, the gaps in the current literature can be categorized into three main challenges: Idealized models fail to reflect the damping and energy loss characteristics of real hardware.

Neglecting parasitics leads to bias and steady-state errors in practical applications (Abdel-Gawad, 2014; Khazeiynasab & Batarseh, 2021).

While the Kalman Filter is a powerful tool, its performance is heavily dependent on the accurate tuning of process noise (Q) and measurement noise (R) covariance matrices. In the literature, these parameters are often determined via "trial-and-error," making the design process subjective, time-consuming, and prone to sub-optimal results.

Estimating internal states (like inductor current) using only output voltage measurements is mathematically challenging. Achieving this while filtering noise and maintaining rapid response to load changes remains a significant engineering hurdle.

In this study, we propose a holistic and applicable framework that addresses the aforementioned challenges. The distinct contributions of our approach are as follows:

We construct our estimator not on idealized components, but on a comprehensive parasitic model that includes inductor DC resistance (R_L), capacitor ESR (R_C), and diode forward voltage drops (V_D). This minimizes the discrepancy between the simulation and the physical plant (Bachouch et al., 2019).

Instead of manually tuning the critical Q and R matrices of the Kalman Filter, we employ a metaheuristic optimization algorithm. This algorithm automatically identifies the "optimal" parameters by analyzing both the transient and steady-state performance of the system.

We eliminate the need for expensive current sensors. Utilizing only the output voltage measurement (which is already required for regulation), our algorithm estimates both current and voltage states with high accuracy.

This study aims to bridge the gap between theoretical control methods and industrial realities. While sensorless control (Li et al., 2015) and EKF applications (Haadi et al., 2020) exist in the literature, integrated approaches that combine parasitic modeling, AI-based covariance optimization, and single-sensor operation are limited. We advance upon recent benchmarks, such as the sensorless regulation proposed for full-bridge converters (Candan & Ankarali, 2023), by offering a more robust structure designed for noisy and uncertain environments.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1 Mathematical Modeling of the Boost Converter

To ensure the highest estimation accuracy, this study utilizes a high-fidelity mathematical model that rigorously accounts for the non-ideal characteristics of the Boost converter components. The model explicitly includes the inductor's DC resistance (R_L), the MOSFET

on-state resistance (R_{DS}), the diode forward resistance (R_D), and the capacitor's equivalent series resistance (R_C).

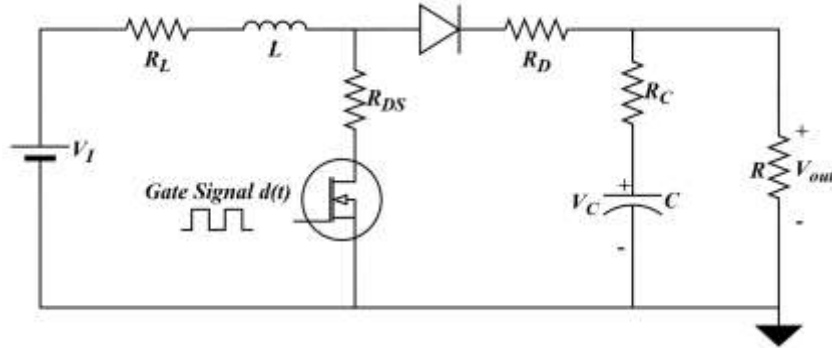


Figure 1. Boost Converter with parasitics

By applying the State-Space Averaging (SSA) technique over one switching period T_s , the distinct dynamics of the ON and OFF switching states are unified into a single continuous-time non-linear average model. Defining the state vector as $x(t) = [i_L(t) \quad v_C(t)]^T$, the averaged system dynamics are governed by the following state-space equation(Tong & Chen, 2015):

$$\text{Switch On: } \dot{X}(t) = F_1 X(t) + G_1 \quad (1)$$

$$\text{Switch Off: } \dot{X}(t) = F_2 X(t) + G_2 \quad (2)$$

F_1, F_2, G_1 and G_2 are;

$$F_1 = \begin{bmatrix} -\frac{R_L + R_{DS}}{L} & 0 \\ 0 & -\frac{1}{C(R + R_C)} \end{bmatrix} \quad G_1 = \begin{bmatrix} \frac{V_I}{L} \\ 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$F_2 = \begin{bmatrix} -\frac{RR_C + (R + R_C)(R_L + R_D)}{L(R + R_C)} & -\frac{R}{L(R + R_C)} \\ \frac{R}{C(R + R_C)} & -\frac{1}{C(R + R_C)} \end{bmatrix} \quad G_2 = \begin{bmatrix} \frac{V_I - V_D}{L} \\ 0 \end{bmatrix} \quad (4)$$

To integrate Equations 3 and 4, respectively, during switching on $0 \sim dT$ and switching off $dT \sim T$ periods,

$$\dot{X}(t) = [F_2 + (F_1 - F_2)d(t)]X(t) + (G_1 - G_2)d(t) + G_2 \quad (5)$$

Here, $d(t)$ represents the duty cycle. In this representation, the matrices denoted by F correspond to the system matrix A , while the matrices denoted by G represent the input matrix B .

Crucially, the output equation $y(t)$ accounts for the voltage drop across the capacitor's ESR, which varies depending on whether the switch is ON or OFF. The averaged output equation relates the measured output voltage to the internal states as follows:

$$y(t) = Cx(t) = \begin{bmatrix} (1-d)\frac{RR_{esr}}{R+R_{esr}} & \frac{R}{R+R_{esr}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_L(t) \\ v_C(t) \end{bmatrix} \quad (6)$$

This comprehensive model (System A and Output C) serves as the foundation for the Kalman Filter design, ensuring that the observer minimizes estimation bias caused by "model-plant mismatch," a common issue in estimators based on ideal lossless models.

2.2 Discrete-Time Kalman Filter and Dynamic Riccati-Based Observer Design

To ensure compatibility with Digital Signal Processor (DSP) based control architectures, the continuous-time parasitic model was transformed into the discrete-time domain using the Euler approximation. Assuming a sampling period T_s , the discrete-time state-space model at step k is expressed as:

$$x_{k+1} = A_k x_k + B_k u_k + w_k, \quad y_k = C_k x_k + v_k \quad (7)$$

Here, w_k and v_k represent uncorrelated zero-mean Gaussian white noise defined by the process (Q) and measurement (R) noise covariance matrices, respectively. The Kalman Filter utilizes a recursive predictor-corrector structure to estimate the unmeasured inductor current and other states using only the noisy output voltage measurement y_k .

The stability and performance of the filter depend on the evolution of the error covariance matrix P_k and the calculation of the Kalman gain K_k . Traditional approaches often rely on the steady-state solution of the Discrete Algebraic Riccati Equation (DARE), assuming the system behaves as a Linear Time-Invariant (LTI) system. However, the Boost converter exhibits a time-varying structure due to the dependence of the system matrix A on the duty cycle D . Therefore, to maintain optimal estimation performance during load transients and operating point shifts, this study implements the dynamic solution of the Matrix Riccati Differential Equation (MRDE) within the simulation environment instead of using a static gain.

The differential equation governing this block diagram is defined as:

$$\dot{P}(t) = AP(t) + P(t)A^T + Q - P(t)C^T R^{-1} CP(t) \quad (8)$$

The time-varying Kalman gain $K(t)$, obtained through the real-time computation of the instantaneous covariance matrix $P(t)$, ensures that the observer adapts instantaneously to abrupt changes in the converter topology. The efficacy of this dynamic structure relies fundamentally on the accuracy of the Q and R matrices, which are optimized using metaheuristic algorithms to avoid the subjectivity and sub-optimality of trial-and-error methods.

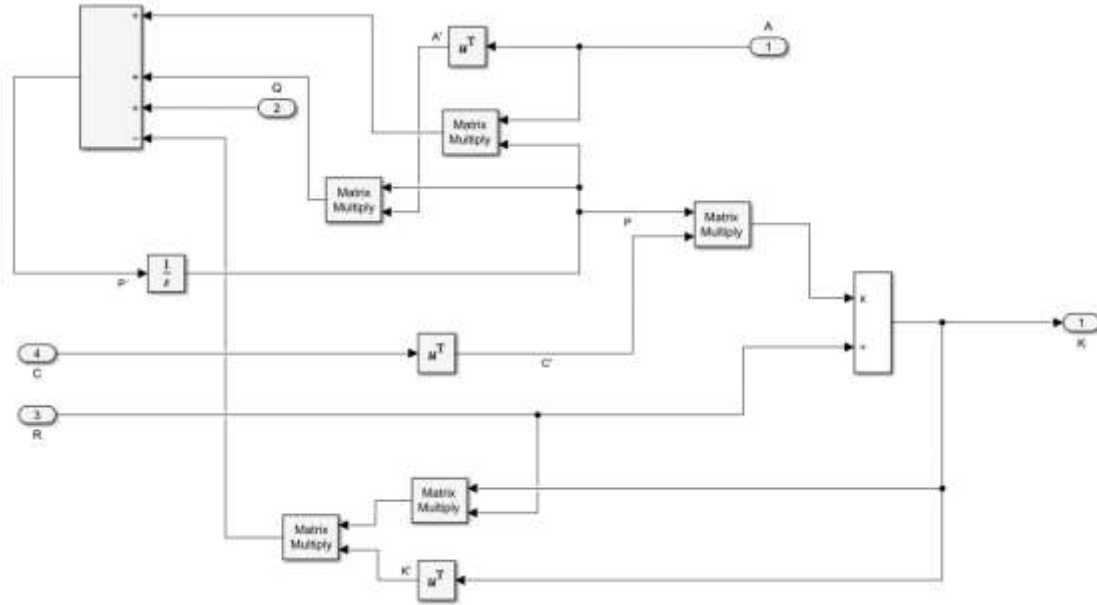


Figure 2. Real-time Riccati Equation Solver Block

3. OPTIMIZATION OF NOISE COVARIANCE MATRICES

The performance of the Kalman Filter is intrinsically linked to the accurate estimation of the Process Noise Covariance matrix (Q) and the Measurement Noise Covariance matrix (R). While the Boost converter is a time-varying system, practical industrial implementations often necessitate robust, constant covariance matrices to minimize computational overhead on the DSP. Consequently, the optimization problem is formulated to identify the global optimal static values for Q and R that maximize estimation fidelity across the entire operating range.

In this high-fidelity model, Q is defined as a diagonal matrix representing the variance of independent process noise sources, while R is a scalar representing sensor noise variance.

$$Q = \text{diag}(q_{11}, q_{22}), \quad R = r_{11} \quad (9)$$

A critical challenge in tuning these parameters is the vast difference in their scales; optimal values can range from 10^{-1} to 10^{-10} . To address this, the search is conducted in the logarithmic domain.

3.1. Metaheuristic Methods for Kalman Parameters

To solve this non-convex optimization problem and avoid the local minima inherent to gradient-based methods, this study employs a comparative framework utilizing three distinct nature-inspired metaheuristic algorithms: Grey Wolf Optimizer (GWO) and Dream Optimization Algorithm (DOA). These algorithms were selected for their proven efficacy in solving complex engineering problems where gradient-based methods typically fail due to stagnation in local optima.

3.1.1. Grey Wolf Optimizer (GWO)

The Grey Wolf Optimizer (GWO) is a well-established bio-inspired algorithm that mathematically models the strict social hierarchy and collective hunting mechanism of grey wolves. The population is categorized into four dominance levels: Alpha (α), Beta (β), Delta (δ), and Omega (ω).

The optimization is guided by the three fittest solutions (α, β, δ). The remaining candidate solutions (ω) update their positions in the search space by encircling the prey relative to the coordinates of these leaders.

GWO is renowned for its rapid convergence speed. However, its strong tendency towards exploitation can occasionally lead to premature convergence, limiting its ability to escape deep local minima in highly multimodal landscapes.

3.1.2. Dream Optimization Algorithm (DOA)

The third algorithm employed in this study is the Dream Optimization Algorithm (DOA). Unlike the survival-instinct-based mechanisms of GWO, DOA draws inspiration from the cognitive neurodynamics of the human brain during the Rapid Eye Movement (REM) sleep cycle.

The algorithm operates by emulating the brain's dual process of memory consolidation and creative association.

Consolidation Mode: Represents the exploitation phase, where the algorithm refines the best-known solutions, similar to how the brain strengthens neural connections for learned tasks.

Dream Mode: Represents the exploration phase, where the algorithm triggers stochastic, long-range jumps in the search space. This mimics the brain's ability to form non-linear, creative associations during sleep ("dreaming"), effectively allowing the solver to dissociate from local optima and discover novel regions in the solution landscape.

3.2. The Multi-Objective Cost Function

The optimization effect is driven by a composite objective function, J_{score} , which adopts a multi-objective approach to guarantee filter accuracy, stability, and realizability. Unlike basic error minimization, this function synthesizes four key metrics: it minimizes tracking error (ITAE, RMSE), enforces fast transient response by penalizing overshoot and settling time, ensures signal smoothness to prevent actuator-damaging chattering, and directly targets ripple reduction. As illustrated in the system flowchart, this cost function is calculated for every candidate vector by executing a high-fidelity Simulink simulation, with the resulting fitness value guiding the GWO and DOA engines in refining the solution for the next generation.

Mathematically, the fitness function minimized by the algorithms is formulated as:

$$J_{score}(\mathbf{x}) = \sum_{k \in \{IAE, ITAE, RMSE\}} w_k \cdot J_k + w_{OS} \cdot M_p + w_{ST} \cdot t_s + w_{TV} \cdot TV(y) + w_{ripple} \cdot (y_{pp} + i_{L,pp}) \quad (10)$$

The simulation is executed, the cost J_{score} is computed based on the time-domain response, and this fitness value is fed back to the GWO and DOA engines to update the population for the next generation.

4. RESULTS

To validate the proposed high-fidelity observer and evaluate the efficacy of the metaheuristic tuning strategies, the parasitic Boost converter model derived in Section 2 was implemented in the MATLAB/Simulink environment.

To emulate a realistic industrial environment subject to Electromagnetic Interference (EMI), Gaussian white noise was injected into the output voltage measurement $y(t)$. The optimization algorithms (GWO and DOA) were executed offline under identical conditions—equal population size and maximum iteration count—to ensure a rigorous benchmark. The objective was to identify the optimal static covariance matrices Q and R that minimize the multi-objective cost function (J_{score}).

To validate the fidelity of the proposed parasitic model and the efficacy of the metaheuristic tuning framework, the DC-DC Boost converter system was implemented in the MATLAB/Simulink environment. The simulation was configured with a fixed time-step suitable for digital control emulation ($T_s = 50\mu s$).

To ensure the experimental realism of the study, the converter was modeled with distinct parasitic components representing the physical losses in the inductor, capacitor, and semiconductor switches. Furthermore, to mimic the stochastic nature of industrial

environments, Gaussian white noise with a variance of $\sigma^2 = 0.05$ was injected into the measured output voltage. The nominal parameters of the system are detailed in **Table 1**.

Table 1. Boost Converter Parameters

Parameter	Value
Input Voltage V_I	15 V
Nominal Load Resistance R	$20\ \Omega$
Parallel Resistance R_{par}	$10\ \Omega$
Switching Frequency f_s	60kHz
Inductance L	$68\ \mu\text{H}$
Inductor DCR R_L	$0.03\ \Omega$
Capacitance C	$470\ \mu\text{F}$
Capacitor ESR R_C	$0.3\ \Omega$
MOSFET On-Resistance R_{DS}	$10\text{ m}\Omega$
Diode Forward Voltage V_D	0.7V
Diode Dynamic Resistance R_D	$15\ \mu\Omega$

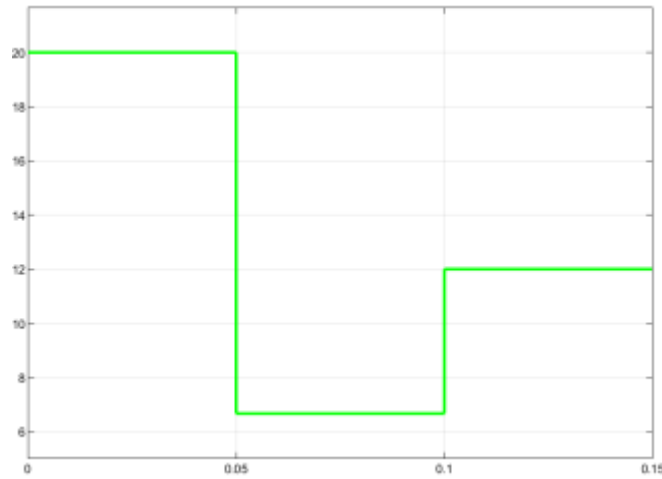


Figure 3. Output Resistance Changes (at t:0.05s $R_{load} : 20\Omega \rightarrow 6.6\Omega$, at t:0.1s $R_{load} : 6.6\Omega \rightarrow 12\Omega$)

The optimization of the noise covariance matrices (Q and R) was conducted offline using three distinct metaheuristic algorithms: Grey Wolf Optimizer (GWO) and the utilized Dream Optimization Algorithm (DOA). To ensure a fair and rigorous benchmarking process, all algorithms were executed under identical operating conditions, with a fixed population size ($N = 5$) and maximum iteration count ($T_{max} = 20$).

The convergence characteristics, representing the iterative reduction of the cost function (J_{score}), are illustrated in Figure 4.

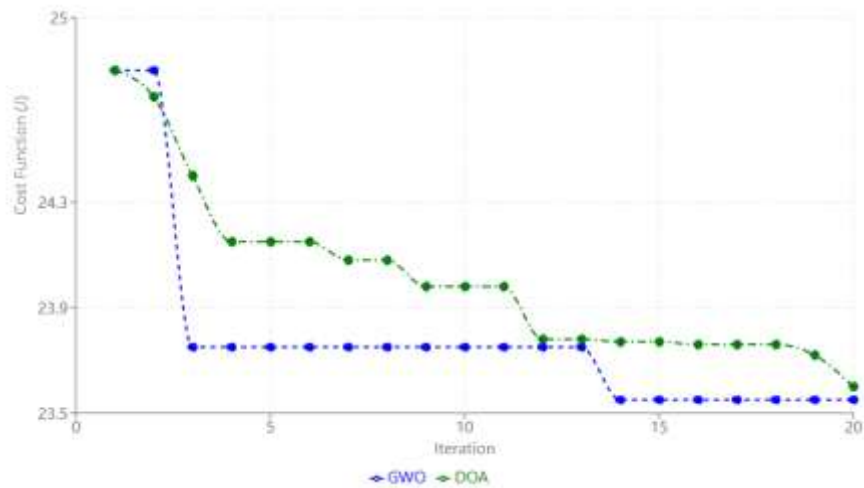


Figure 4. Convergence behavior of optimization algorithms for Kalman filter tuning. The cost function (J) evolution over 20 iterations is shown for DOA (green solid line), GWO (blue dashed line)

The comparative analysis of the three metaheuristic algorithms reveals distinct convergence patterns and optimization characteristics, each with implications for practical implementation in Kalman filter parameter tuning.

Table 2. Cost Function Comparison of the GWO and DOA Techniques

Algorithm	Initial J	Final J	Improvement	Convergence Iteration	Relative Performance
GWO	24.80	23.55	5.04%	14	Balanced
DOA	24.80	23.60	4.84%	>20	Best Quality

The quantitative comparison reveals that DOA achieves marginally better cost reduction than GWO (5.04% vs. 4.84%) while requiring fewer iterations to stabilize. This 0.2% difference in final performance is negligible in practical applications

Table 3. Q and R values with GWO and DOA

Algorithm	Computation Time (s)	Q(1,1)	Q(2,2)	R
GWO	470.43	12.64	4.19×10^{-6}	1.177×10^{-5}
DOA	507.07	2.965	3.80×10^{-7}	6.247×10^{-6}

These results present the convergence characteristics of the algorithms utilized for tuning the Kalman Filter covariance matrices (Q and R) alongside the obtained optimal parameters. Upon examining the graph on the left, it is observed that the GWO algorithm (blue dashed line), leveraging its hierarchical search structure, reaches the global minimum ($J = 23.55$) at the 14th iteration, yielding a 5.04% improvement over the initial value. Conversely, the DOA algorithm depicted in the figure (green line) explores the search space more gradually, converging to a cost value of $J = 23.60$ by the end of the 20th iteration.

The table data on the right reveals that while both algorithms yield very similar cost function values (J), they propose Q and R matrix components with dramatically different orders of magnitude. Notably, for the first element of the process noise covariance $Q(1,1)$, GWO proposes a high value of 12.64, whereas DOA determines a value of 2.965. This demonstrates that the optimization landscape is flat and that similar filtering performance (with a difference of approximately 0.2%) can be achieved even with vastly distinct parameter sets.

To provide a rigorous assessment of the dynamic performance, the time-domain responses of the optimized Kalman Filters (tuned via GWO and DOA) were benchmarked under the severe load variation scenario. The comparative analysis focuses on two critical state variables: the regulated capacitor voltage (v_C) and the unmeasured inductor current (i_L).

The transient behavior of the output voltage during the load step-up ($t = 0.05$ s) and load rejection ($t = 0.1$ s) for each optimization techniques is illustrated in Figure 5 and Figure 6.

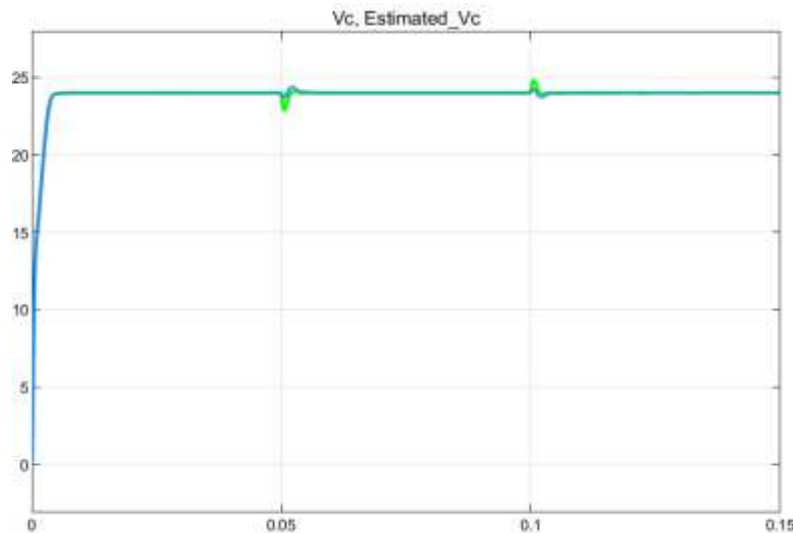


Figure 5. Capacitor voltage estimation using GWO-based Kalman filter (Green: Actual, Blue: Estimated)

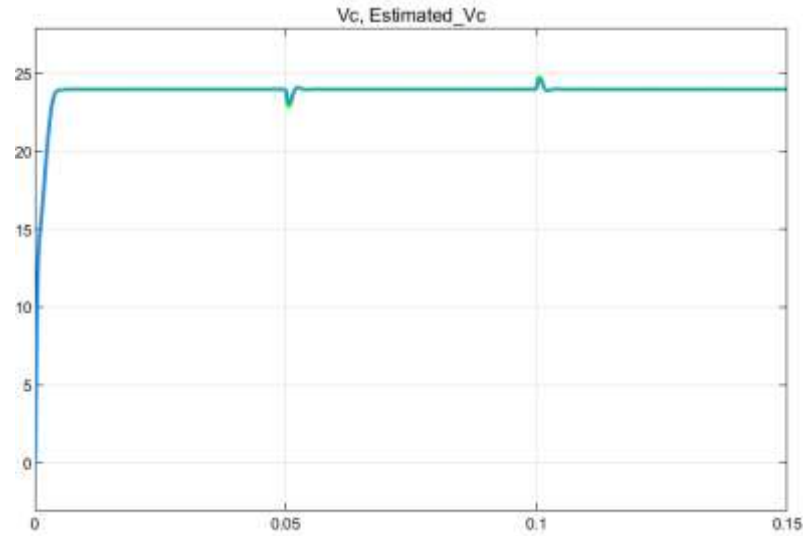


Figure 6. Capacitor voltage estimation using DOA-based Kalman filter (Green: Actual, Blue: Estimated)

Figure 5 and **Figure 6** illustrate capacitor voltage tracking performance under load disturbances at 0.05s and 0.10s. While all configurations maintain excellent steady-state accuracy, GWO exhibits aggressive, oscillatory transients driven by its asymmetric Q matrix and high Kalman gains. In contrast, DOA demonstrates superior disturbance rejection with minimal undershoot and smooth damping. This confirms that DOA offers better practical stability and robustness compared to the theoretically optimal GWO, despite a marginally higher cost function.

The accuracy of the unmeasured state estimation is critical for current-mode control. Figure 7, Figure 8 show the actual inductor current against the estimates provided by the two algorithms.

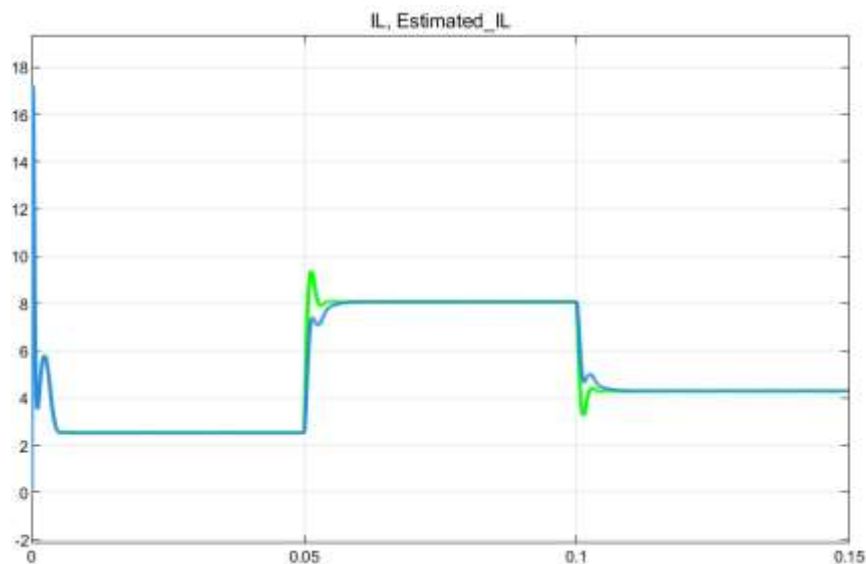


Figure 7. Inductor current estimation using GWO-based Kalman filter (Green: Actual, Blue: Estimated)

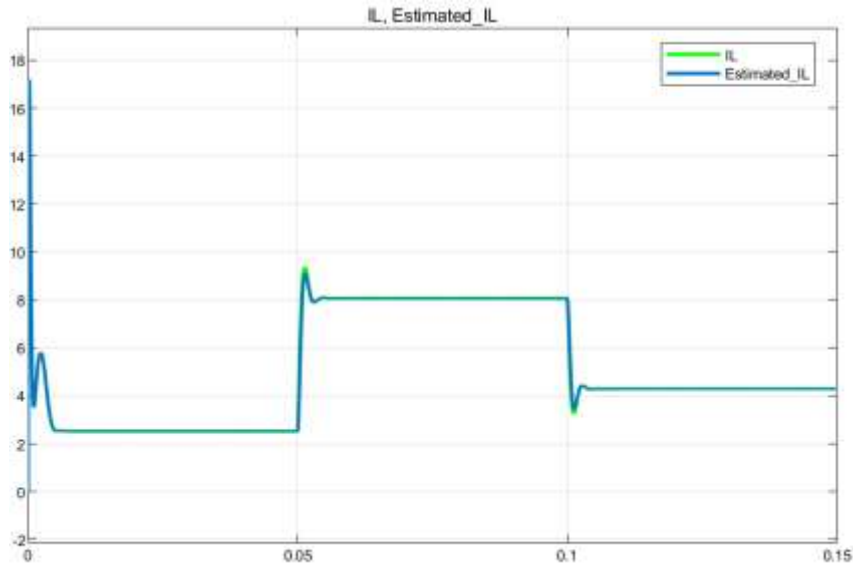


Figure 8. Inductor current estimation using DOA-based Kalman filter (Green: Actual, Blue: Estimated)

Figure 7 and **Figure 8** illustrate inductor current estimation during load transitions. While steady-state accuracy remains consistent across configurations, significant differences appear in transient performance. GWO exhibits pronounced overshoot ($\sim 9.5\text{A}$) and delay, attributed to its large $Q(1,1)$ value (12.64) which implies low model confidence. In contrast, DOA demonstrates superior tracking fidelity with minimal overshoot ($\sim 9\text{A}$) and optimal damping, validating its balanced parameter selection ($Q(1,1) = 2.965$). Consequently, DOA represents the optimal choice for preventing inductor saturation while ensuring stable operation during load changes.

5. CONCLUSION AND FUTURE WORK

This study addressed Kalman Filter tuning for parasitic Boost converters using metaheuristic optimization. GWO and DOA were evaluated to optimize noise covariance matrices under identical conditions. Results indicated that while GWO exhibited rapid convergence (14 iterations) and achieved the lowest theoretical cost ($J = 23.55$), it resulted in aggressive transient responses. Conversely, DOA, despite a slower convergence rate (>20 iterations) and a marginally higher cost ($J = 23.60$), provided superior practical performance. Its balanced tuning strategy ($Q(1,1) \approx 2.96$) eliminated voltage overshoot and current spikes. Consequently, DOA offers significant advantages for industrial applications where physical stability and robustness are prioritized over theoretical cost minimization.

Several directions could strengthen this work. First, extending the framework to nonlinear filters such as EKF or UKF would better handle large-signal transients and wide operating

ranges common in automotive and renewable energy applications. Second, adaptive covariance estimation techniques could enable real-time Q and R adjustments, improving robustness against component aging and temperature variations without requiring complete retuning.

Experimental validation remains essential. Testing these optimized filters on commercial DSP hardware would reveal practical constraints like computation time, memory limitations, and numerical precision effects that simulations cannot fully capture. Additionally, evaluating performance under non-Gaussian noise—such as the impulsive interference typical in industrial environments—would demonstrate whether the Gaussian assumptions hold or if more sophisticated filtering approaches are necessary.

Finally, applying this optimization methodology to other converter topologies (Buck, Buck-Boost, interleaved configurations) would establish its generality. Multi-phase converters present additional challenges due to coupled dynamics and require careful handling of cross-channel interference. Investigating whether the metaheuristic approach remains effective across these varied topologies would provide valuable insights for broader power electronics applications.

6. REFERENCES

- Abdel-Gawad, H., & Sood, V. K. (2014). Small-signal analysis of boost converter, including parasitics, operating in CCM. *2014 6th IEEE Power India International Conference (PIICON)*, 1–5. IEEE. <https://doi.org/10.1109/POWERI.2014.7117622>
- Bachouch, L., Bouslimi, L., & Amraoui, L. E. (2019). Power losses minimization in the SEPIC DC–DC converter using Particle Swarm Optimization technique (PSO). *Proceedings of the 19th International Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (STA)*, 388–393. IEEE. <https://doi.org/10.1109/STA.2019.8717286>
- Candan, M. Y. (2021). *Kalman filter based state and parameter estimator applications in DC/DC converter systems* [M.S. - Master of Science]. Middle East Technical University.
- Candan, M. Y., & Ankarali, M. M. (2023). Steady-state hybrid extended Kalman filter based sensorless voltage controller for a phase-shifted full-bridge converter. *IET Power Electronics*, 16, 53–63. <https://doi.org/10.1049/pel2.12362>
- Doliya, D., & Bhandari, M. (2017). An LMI approach for robust LQR control of PWM buck converter with parasitics. In *2017 7th International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT)* (pp. 103–108). IEEE.
- Erickson, R. W., & Maksimović, D. (2020). *Fundamentals of power electronics* (3rd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-43881-4>
- Forghani-Zadeh, H. P., & Rincon-Mora, G. A. (2002). Current-sensing techniques for DC-DC converters. *Proceedings of the 45th Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS)*, II–II. IEEE. <https://doi.org/10.1109/MWSCAS.2002.1186927>
- Gkizas, G., Amanatidis, C., Yfoulis, C., Stergiopoulos, F., & Manias, S. (2016). State-feedback control of an interleaved DC–DC boost converter. *2016 24th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED)*, 931–936. IEEE. <https://doi.org/10.1109/MED.2016.7535901>
- Haadi, K., Rajaei, A., Shahparasti, M., & Rahideh, A. (2020). Sensorless Voltage Observer for a Current-Fed High Step-Up DC-DC Converter Using Extended Kalman Filter. *Electronics*, 9(12), 2066. <https://doi.org/10.3390/electronics9122066>

- Khazeiynasab, S. R., & Batareseh, I. (2021). Measurement-based parameter identification of DC–DC converters with adaptive approximate Bayesian computation. *2021 31st Australasian Universities Power Engineering Conference (AUPEC)*, 1–6. IEEE.
<https://doi.org/10.1109/AUPEC52110.2021.9597726>
- Łakomy, K., Madonski, R., Dai, B., Yang, J., Kicki, P., & Li, S. (2022). Active disturbance rejection control design with suppression of sensor noise effects in application to DC–DC Buck power converter. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 69(1), 816–824.
<https://doi.org/10.1109/TIE.2021.3055187>
- Li, X., Chen, M., & Yoshihara, T. (2015). Design of sliding-mode-observer-based sensorless control of boost converters for high dynamic performance. *Journal of Signal Processing*, 19, 253–261.
<https://doi.org/10.2299/jsp.19.253>
- Linares-Flores, J., Reger, J., & Sira-Ramírez, H. (2006). A time-varying linear state feedback tracking controller for a boost-converter driven DC motor. *IFAC Proceedings Volumes*, 39(16), 926–931.
<https://doi.org/10.3182/20060912-3-DE-2911.00159>
- Malge, S. V., Patil, S. L., Chincholkar, S. H., Ghogare, M. G., & Aher, P. K. (2024). Inductor current estimation based sensorless control of boost type DC–DC converter. *Control Engineering Practice*, 153, 106119. <https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2024.106119>
- Olalla, C., Queinnec, I., Leyva, R., & El Aroudi, A. (2011). Robust optimal control of bilinear DC–DC converters. *Control Engineering Practice*, 19(7), 688–699.
<https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2011.03.004>
- Taibi, D., Amieur, T., Bechouat, M., Sedraoui, M., & Kahla, S. (2021). Sensorless control of DC–DC converter using integral state feedback controller and Luenberger observer. In S. Motahhir & B. Bossoufi (Eds.), *Digital Technologies and Applications* (pp. 1477–1488). Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-73882-2_134
- Tong, Q., Chen, C., Zhang, Q., & Zou, X. (2015). A Sensorless Predictive Current Controlled Boost Converter by Using an EKF with Load Variation Effect Elimination Function. *Sensors*, 15(5), 9986–10003. <https://doi.org/10.3390/s150509986>
- Woo, Y.-J., Le, H.-P., Cho, G.-H., & Kim, S.-I. (2008). Load-independent control of switching DC–DC converters with freewheeling current feedback. *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, 43(12), 2798–2808. <https://doi.org/10.1109/JSSC.2008.2005709>
- Zhang, X., Martinez-Lopez, M., He, W., Shang, Y., Jiang, C., & Moreno-Valenzuela, J. (2021). Sensorless Control for DC–DC Boost Converter via Generalized Parameter Estimation-Based Observer. *Applied Sciences*, 11(16), 7761. <https://doi.org/10.3390/app11167761>

KENT İMGESİ VE HAFIZA BAĞLAMINDA 1958-1960 TARİHLİ "BÜYÜK MEMLEKET ŞEHİRLERİ" POSTA PULLARI SERİSİNİN İNCELENMESİ

Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER

Karabük University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 78600 Safranbolu, Karabük

ORCID: 0000-0001-6326-5151

Rumeysa TEKE

Karabük University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of Art History, 78050

Merkez, Karabük

ORCID: 0000-0002-5620-4251

Ayşen Esra BÖLÜKBAŞI ERTÜRK

Karabük University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 78600 Safranbolu, Karabük

ORCID: 0000-0002-9218-0728

ÖZET

Posta pulları, işlevsel değerlerinin ötesinde, devletlerin kültürel politikalarını ve dönemin mekânsal algısını yansıtan belgelerdir. Şehirlerin tanıtımında, turizm stratejilerinde ve ulusal kimliğin inşasında posta pulları görsel bir iletişim aracı olarak kullanılmaktadır. Ülkeler, kendilerini konumlandırmak istedikleri imaja göre pulları bir “şehir markalaşması” olarak değerlendirebilmektedirler. Türkiye’de de tarihsel süreçte belirgin bir strateji değişimi göze çarpmaktadır. Osmanlı Dönemi’ndeki 1914 Londra Serisi, İstanbul’un anıtsal yapıları üzerinden İmparatorluk prestijini dış dünyaya sunmayı hedeflerken; Cumhuriyet Dönemi’ndeki 1958-1960 Büyük Memleket Şehirleri Serisi, ülkenin tüm illerini görselleştirerek, kapsayıcı bir “vatan” imgesi ve iç turizm bilinci yaratmayı amaçlamıştır. Bu çalışma, Türkiye Cumhuriyeti filatelistinde en kapsamlı şehir envanteri olan bu posta pulu serisi üzerinden, dönemin kent imajını ve kentleşme özelliklerini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında, seride yer alan şehir görselleri; seçilen mimari simgeler, kentsel doku ve perspektif tercihleri üzerinden analiz edilmiştir. 1950’li yıllar, Türkiye’de hızlı kentleşme dinamiklerinin ve modernleşme hamlelerinin mekâna yansıdığı kritik bir eşiktir. Bu bağlamda 1958 serisi, şehirlerin henüz büyük yapısal dönüşümlere uğramadan önceki "idealize edilmiş" son görünümünü kayda geçirmesi bakımından eşsiz bir kent hafızası sunmaktadır. Şehirlerin mimari ve kültürel değerlerinin pullara taşınması, sadece estetik bir tercih değil, o şehrin küresel hafızadaki yerini belirleyen politik bir iletişim hamlesidir. Pullar, birer "yumuşak güç" (soft power) aracı olarak, şehirlerin tarihsel ve kültürel katmanlarını görsel bir arşiv niteliğinde bugüne taşıyarak, kent kimliği araştırmaları için özgün bir veri seti oluşturmaktadır. Dijitalleşen dünyada fiziksel mektup kullanımı azalmış olsa da pulların temsil ettiği "imaj yönetimi" disiplini, dijital şehir markalaşması çalışmaları için köklü bir referans olmaya devam etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kentleşme, kent hafızası, Büyük Memleket Şehirleri, posta pulu.

**AN ANALYSIS OF THE "GREAT NATIONAL CITIES" POSTAL STAMP SERIES
DATED 1958-1960 IN THE CONTEXT OF URBAN IMAGE AND MEMORY
ABSTRACT**

Beyond their functional value, postage stamps are documents that reflect the cultural policies of states and the spatial perception of their time. They are used as a visual communication tool in the promotion of cities, tourism strategies, and the construction of national identity. Countries may consider stamps as a form of "city branding" based on the image they wish to position themselves. A distinct strategic shift is also evident in Turkey throughout history. While the 1914 London Series of the Ottoman Period aimed to present the imperial prestige to the outside world through the monumental structures of Istanbul, the 1958-1960 Great National Cities Series of the Republican Period aimed to visualize all provinces of the country, creating an overarching "homeland" image and domestic tourism awareness. This study aims to examine the urban image and urbanization characteristics of the period through this postage stamp series, the most comprehensive city inventory in the philatelic history of the Republic of Turkey. Within the scope of this study, the city images in the series are analyzed based on selected architectural symbols, urban texture, and perspective choices. The 1950s were a critical juncture in Turkey, where rapid urbanization dynamics and modernization initiatives were reflected in the city's spatial landscape. In this context, the 1958 series offer a unique urban memory by recording the "idealized" final appearances of cities before they underwent major structural transformations. The inclusion of cities' architectural and cultural values on stamps is not merely an aesthetic choice, but a political communication move that defines a city's place in global memory. As a tool of "soft power," stamps carry the historical and cultural layers of cities into the present day as a visual archive, creating a unique dataset for urban identity research. While the use of physical letters has diminished in the digital world, the discipline of "image management" represented by stamps continues to be a well-established reference for digital city branding efforts.

Keywords: Urbanization, urban memory, Great National Cities, postage stamp.

1. GİRİŞ

Posta ile gönderilen şeylere yapıştırılan ve para karşılığında alınan pul anlamına gelen posta pulu (URL-1), ödeme makbuzu olarak kullanılmasının yanında ülkelerin kültürel kimliğinin inşasında, turizm stratejilerinde ve şehirlerin tanıtımında görsel bir iletişim aracı olarak kullanılmaktadır. Posta pullarında mimari yapıların eklenmesi, estetik bir tercihin yanında ulusal değerlerin küresel hafızadaki yerini belirleyen politik bir iletişim hamlesi olarak görülmektedir. Pullar, şehirlerin tarihsel ve kültürel katmanlarını görsel bir arşiv niteliğinde bugüne taşımaktadır.

Posta pullarının ortaya çıkmasından önce posta hizmetleri, alıcıdan ücret tahsil etmeye dayalı bir modelle işletilmektedir. Bu durum karmaşık ve kimi zaman alıcı için maliyetli bir işlem olduğundan, mektubun reddedilme ihtimaline de sebep olmuştur. Sir Rowland Hill, bu duruma çözüm olması için ‘üzerinde damga taşımaya yetecek büyüklükte ve arkası zamlı bir kağıt parçası’ kullanılmasını önermiştir (URL-2). Bunun sonucunda da dünyanın ilk resmi yapışkan posta pulu olarak Penny Black icat edilmiştir. 1840’ta geçerli hale gelen bu posta pulunun üzerinde Kraliçe Victoria’nın portresi bulunmaktadır (Şekil 1). Siyah renkli, bir penny’lik bu puldan birkaç gün sonra mavi renkli, iki penny’lik posta pulu da piyasaya sürülmüştür (Düzenli ve Kavuran, 2004).



Şekil 1. Penny Black, 1840.

Osmanlı Devleti dönemindeki ilk posta pulu ise Sultan Abdulaziz dönemindeki atılımlarla ortaya çıkmıştır. Posta nazırı Agah Efendi’nin 1863’teki girişimleriyle, üzerinde Sultan Abdulaziz’in tuğrasının yer aldığı, ilk posta pulları tedavüle çıkarılmıştır (Yurteri ve Hanılçe, 2025). Bu pullar dikdörtgen şeklindedir ve tuğranın altında yer alan hilalin içine ‘Devlet-i Ali Osmaniye’ yazısı yerleştirilmiştir (Şekil 2). “Tuğralı Pullar” olarak anılmakta olan bu serideki pullar 20 paralık sarı, 1 kuruşluk mor, 2 kuruşluk mavi ve 5 kuruşluk kırmızı renklerde

bastırılmıştır. Ayrıca postane bulunmayan yerlerden gelen, posta ücreti ödenmemiş mektuplar için de varışta uygulanmak üzere aynı değerlerde kahverengi pullar bastırılmıştır.



Şekil 2. Dörtlü blok halindeki ilk Osmanlı posta pulu, 1863.

Türkiye’de posta pullarının görsel bir tanıtım aracı olarak kullanılması, Osmanlı’nın son dönemlerine kadar uzanmaktadır. İlk basılan posta pullarında herhangi bir görsel tasvir bulunmamakta, üzerinde yalnızca dönemin padişahının imzası olan tuğra görselleri basılmaktaydı. 1914 yılında ilk kez şehir tanıtımı için önemli olan Londra basımları gerçekleştirildi. Oskan Efendi tarafından tasarlanan bu pulların hedefi, İstanbul’un anıtsal yapıları aracılığıyla İmparatorluk prestijini dünyaya sunmaktır. 1. Dünya Savaşı’nın başlamasının ardından, Londra’da basılan pullar durdurulmuş, 1916’da bu kez Viyana’da, şehir postasının kuruluşunun 50. Yılı anısına, üzerinde postane binasının ve Dolmabahçe Sarayı’nın olduğu pullar bastırılmıştır. (URL-3). Posta pulları, bir devletin hem kendi vatandaşlarına hem de diğer ülkelere kendini göstermek ve tanıtmak istediği bir vitrin olarak tanımlanabilmektedir. Devletin neleri anmak, onurlandırmak, sergilemek ve reklamını yapmak istediğini yansıtmaktadır. Pullar, tıpkı bayraklar, marşlar ve para birimleri gibi devlet "ikonografisinin" (simgeler sisteminin) temel bir parçasıdır (Brunn, 2000). 2. Meşrutiyet döneminin etkisinde uygulanan bu atılımlar, 35. Osmanlı padişahı Sultan Mehmed Reşat (V. Mehmet) zamanında gerçekleştirilmiştir. Mimari yapıların posta pullarında sergilenmesi, Türkiye tarihindeki şehir tanıtımı açısından da ilk örnek olması nedeniyle değerli ve önemli görülmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. 1914 yılında Londra’da ve 1916 yılında Viyana’da basılan Osmanlı posta pullarında mimari yapılar (URL-3).

2. POSTA PULLARININ TURİZM AMAÇLI KULLANILMASI

Posta pulları, turizmi, kültürel mirası ve ulusal kimliği tanıtmak için benzersiz ve görsel açıdan etkileyici araçlardır. Turistik yerleri sergileyerek ve ulusal hikayeler anlatarak küresel kitlelere ulaşmakta, seyahati ve kültürel takdiri gizlice teşvik etmektedirler. Turist davranışları üzerindeki doğrudan etkilerini ölçmek mümkün olmasa da kayıt altına alınabilmeleri ve dönemin bakış açısını yansıtmaları açısından, bir belge olmaya devam etmektedirler.

Pullar, bir ülkenin kültürel mesajlarını taşıyan "görsel metinler" olarak, o ülkenin dünyadaki varlığını kanıtlamaktadır. Devletler tarafından kullanılan bir yer tanıtım ve pazarlama aracı olarak, "mini seyahat posterleri" tasarlanması ülkelerin cazibe merkezlerini dünyaya tanıtmaktadırlar. Bu yöntem kendini tanıtmaya biçimi olarak benimsenmekte ve tasarımlarına büyük önem verilmektedir. Aynı zamanda posta pulu koleksiyonerliğine de teşvik etmekte, doğrudan turist çekim noktası haline gelmektedir. Koleksiyoncular için pulları doğrudan pulların kendi ülkesinden, kaynağından almak, bir bayiden almaktan daha tatmin edicidir (Timothy, 2001).

Bazı ülkelerde Parlamento kararıyla turistik yerlerin pullara basılması zorunlu kılınmıştır ve bu bir Turizm Stratejik Planı parçasıdır. Bu kapsamda pullarda yer alacak konuların, ülkenin

kültürel kimliği ile bağlantılı olması ve kültürel mirası yayması beklenmektedir. Tasarım süreçlerinde ortaya çıkan görseller, resmi tarihsel kayıtlar olarak ülkenin tarihini inşa etmede birer araç haline gelmektedirler. Pulları ülkelerin gezici büyükelçisi olarak tanımlayan çalışmalar da bulunmaktadır (Libera, 2020).

3. “BÜYÜK MEMLEKET ŞEHİRLERİ” SERİSİNİN TARİHSEL BAĞLAMI

Türkiye’nin tarihsel sürecinde pul stratejilerinde belirgin bir değişim gözlemlenmektedir. Cumhuriyet döneminde basılan “Büyük Memleket Şehirleri” serisinde ülkenin tüm illeri görselleştirilerek, kapsayıcı bir vatan imgesi ve iç turizm bilincinin oluşturulması amaçlanmıştır. 1958-1960 yılları arasında basılan bu seri, kent imajı ve kent hafızası üzerinden incelendiğinde, Türkiye’de önemli toplumsal ve mekânsal değişimlerin yaşandığı bir döneme denk gelmektedir. Bu yıllar, hızlı kentleşme dinamiklerinin ve modernleşme hamlelerinin ülkenin mekânına güçlü bir şekilde yansıdığı kritik bir eşiktir.

Bu bağlamda çıkarılan "Büyük Memleket Şehirleri" serisi, Osmanlı dönemindeki İstanbul odaklı, dışa dönük stratejinin aksine, içeride bir ulusal bütünlük ve kapsayıcılık bilinci oluşturmayı amaçlamıştır. Seri, Türkiye Cumhuriyeti filatelisi içinde en kapsamlı şehir envanterini sunma özelliğine sahiptir. Basımı 7 grup şeklinde gerçekleştirilmiştir. PTT Pul Müzesi sergisinde yer alan bu seride 67 adet şehir bulunmaktadır. Gruplara göre tarihler ve yerleşim bölgeleri şu şekildedir (URL-4, URL-5):

- I. GRUP (1958, 5 Ocak): Adana, Adapazarı, Adıyaman, Afyon, Amasya, Ankara, Antakya, Antalya, Artvin, Aydın (10 adet),
- II. GRUP (1958, 5 Mart): Balıkesir, Bilecik, Bingöl, Bitlis, Bolu, Burdur (6 adet),
- III. GRUP (1958, 5 Mayıs): Bursa, Çanakkale, Çankırı, Çorum, Denizli, Diyarbakır (6 adet),
- IV. GRUP (1959, 3 Ağustos): Edirne, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Eskişehir, Gaziantep, Giresun, Gümüşhane, Hakkari, Isparta, İstanbul, İzmir (12 adet),
- V. GRUP (1959, 2 Kasım): İzmit, Kars, Karaköse, Kastamonu, Kayseri, Kırklareli, Kırşehir, Konya, Kütahya, Malatya (10 adet),
- VI. GRUP (1960, 15 Ocak): Manisa, Mardin, Maraş, Mersin, Muğla, Muş, Nevşehir, Niğde, Ordu, Rize (10 adet),
- VII. GRUP (1960, 15 Ocak): Samsun, Siirt, Sinop, Sivas, Tekirdağ, Tokat, Trabzon, Tunceli, Urfa, Uşak, Van, Yozgat, Zonguldak (13 adet).



Şekil 1. Büyük memleket şehirleri posta pulu serisi.**Şekil 1.** (devamı)

Büyük memleket şehirleri posta pulu serisi İsviçre'nin La Chaux-de-Fonds şehrinde, Courvoisier S. A. Matbaasında basılmıştır. Grafik tasarımcısı bilinmemektedir. 67 şehrin her birinin 50 kuruş ve 200 kuruş değerlerinde iki çeşidi bulunmaktadır. Bu çalışmada 200 kuruş değerindeki posta pullarının görsellerine yer verilmiştir (Şekil 1), 50 kuruş değerindeki posta pullarında da aynı görseller kullanılmıştır. 50 kuruş değerindeki pulların boyutları 29 x 24 mm iken, 200 kuruş değerindeki pullarda 36 x 26 mm boyutu tercih edilmiştir.

1958 serisinin en önemli filatelik ve sosyo-kültürel katkısı, kent hafızasını somutlaştırmasıdır. Seri, şehirlerin henüz büyük ölçekli ve geri dönüşü olmayan yapısal dönüşümlere uğramadan önceki "idealize edilmiş" son görünümünü bir kayda geçirmektedir. Bu durum, seriyi kent kimliği araştırmaları için özgün bir veri seti haline getirmektedir. Çalışma kapsamında seride yer alan görsellerle ilgili perspektif, kent dokusu ve mimari yapı olmak üzere üç ortak nokta tespit edilmiştir. Her pulda görseller aynı perspektiften çekilmiş fotoğraflarla sunulmuş, her şehrin genel yerleşimi ve yapılaşma biçimi yansıtılmış, her pulda o şehri temsil etmek için mimari simge yapılar seçilmiştir. Bu görsel tercihlerin analizi, dönemin modernleşme hamlelerinin ve şehirlerin nasıl tanımlanması istendiğini göstermektedir.

4. SONUÇ

1958-1960 tarihli "Büyük Memleket Şehirleri" posta pulları serisi, Türkiye Cumhuriyeti'nin ulusal kimlik inşası ve mekânsal politikaları açısından küçük ama güçlü bir iletişim aracı olarak işlev görmüştür. Bu pullar, sadece posta ücretinin ödendiğini gösteren etiketler değil, aynı zamanda politik bir iletişim hamlesi ve kentlerin tarihsel ve kültürel katmanlarını içeren görsel bir arşivdir.

1950'ler, Türkiye'de köyden kente göçün ve hızlı çarpık kentleşmenin başladığı yıllardır. Ancak pullar, şehirleri genellikle bu bozulmadan arınmış, idealize edilmiş halleriyle sunar. Bu seri, şehirlerin betonlaşmadan önceki son "temiz" hallerini donduran bir görsel arşiv niteliğindedir. Bu seriyle birlikte, illerimizdeki kaybolan kent dokusunun izlerini sürmek mümkün olabilmektedir. Bu bağlamda da serinin, hızlı kentleşme öncesi son kent hafızası olduğunu söylemek mümkündür.

1989 yılına kadar Türkiye'de 67 il bulunmaktaydı. Bu 67 ilin tamamını kapsayan ve detaylı bir çalışma olan bu seride yer alan bazı il isimlerinin günümüzden farklı olduğu görülmektedir. "Karaköse" olarak yazan ilimizin adı 1938 yılında "Ağrı" olarak değiştirilmesine rağmen, bu seride hala bir önceki ismi kullanılmıştır. "Antakya", "Adapazarı" ve "İzmit" adları merkez ilçe isimleri olarak sırasıyla "Hatay", "Sakarya" ve "Kocaeli" illerine bağlıdırlar.

Günümüz dijitalleşen dünyasında fiziksel mektup kullanımı azalmasına rağmen, pulların temsil ettiği imaj yönetimi disiplini, güncel dijital şehir markalaşması çalışmaları için hala köklü bir referans olmaya devam etmektedir. Bu serinin incelenmesi, 1950'ler Türkiye'sindeki kentleşme dinamiklerini anlamak ve şehirlerin dönüşüm öncesi hafızasını kayda geçirmek açısından akademik bir gerekliliktir.

KAYNAKLAR

- Brunn, S.D. (2000). "Stamps as iconography: Celebrating the independence of new European and Central Asian states", *GeoJournal*, 52, 315–323.
- Düzenli, Ş. ve Kavuran, T. (2004). "Görsel İletişim Aracı Olan Pul'un Tarihi Gelişimi ve Grafik Ürün Olarak Önemi", *C.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi*, 28(2), 187-204.
- Libera, M.Z. (2020). "The added value of the postage stamp in promoting national cultural heritage and identity", *Examining a New Paradigm of Heritage With Philosophy, Economy, and Education*, António dos Santos Queirós (Ed.), ABD: IGI Global Scientific Publishing, 223-231
- Timothy, D.J. (2001). "Postage stamps, microstates and tourism", *Tourism Recreation Research*, 26(3), 85-88.
- URL-1: Güncel Türkçe Sözlük. <https://sozluk.gov.tr/> (Erişim: 2025).
- URL-2: https://www.stampworld.com/en/articles/postage-stamps-history/#google_vignette (Erişim: 2025).
- URL-3: <https://www.osmanlipostatarihi.org/posta/detay/2> (Erişim: 2025).
- URL-4: <https://www.pulhane.com/PulSayfalari/K1955-1959.html> (Erişim: 2025).
- URL-5: <https://www.pulhane.com/PulSayfalari/K1960-1964.html> (Erişim: 2025).
- Yurteri, H. ve Hanılçe, M. (2025). "Kız Kulesinin Posta Pullarından Seyri", *Tarih ve Gelecek Dergisi*, 11(3), 490-528.

KONUT ÜRETİMİNDE KATILIMCI YÖNTEMLER, PAYDAŞ İLİŞKİLERİ VE YAŞAM KALİTESİ KRİTERLERİ***

Ayşe Merve SARAÇOĞLU GEZER

Karabük University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 78600 Safranbolu, Karabük

ORCID: 0000-0001-6326-5151

Ayşen Esra BÖLÜKBAŞI ERTÜRK

Karabük University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 78600 Safranbolu, Karabük

ORCID: 0000-0002-9218-0728

ÖZET

Konut üretimi, kentleşme süreçlerinin mekânsal bir yansıması ve kentsel gelişimin yönünü belirleyen temel bir yapı taşı olarak ele alınmalıdır. Kent kavramının kökeni Latince vatandaşlık anlamına gelen ‘civitas’ kelimesine dayansa da şehirlerin gelişimi süreç içinde toplumu oluşturan insanların kültürel, sosyal, ekonomik ve teknolojik gelişimine bağlıdır. Tarihsel süreçte şehirler, ekonomik güce ve kendine ait siyasi yapıya sahip olmuştur. Konut üretim biçimleri ise geleneksel pratiklerden merkezi planlama ile inşa edilen lojmanlara, apartmanlaşma süreçlerinden plansız gelişen gecekondu alanlarına kadar çeşitlenmiş; bu durum, konutun yalnızca mekânsal değil, aynı zamanda sosyolojik ve politik bir olgu olduğunu ortaya koymuştur. Konut seçiminde sadece barınmak artık yeterli gelmemekte; konutun kişinin değerlerini, sınıfsal durumunu, sosyal statüsünü ve sosyal kabul görmesini de kapsayan beklentileri karşılaması beklenmektedir. Bu çalışmada, konut üretim süreçlerinin planlanma, inşa edilme, tercih edilme ve içinde yaşama aşamalarında, kullanıcıların mutlak memnuniyetinden ziyade ortak memnuniyetleri ile meydana getirilebileceği düşüncesi temel alınarak katılımcı bir yöntem önerisi oluşturulmuştur. Önerilen bu yöntemle, konutların yerel ihtiyaçlara daha uygun, daha sürdürülebilir ve uygun maliyetli inşa edilmesi hedeflenmektedir. Yöntem, hükümetlerin, yerel yönetimlerin, mimarların, mühendislerin, üretici ve kullanıcıların iş birliği yapmasını zorunlu kılmaktadır. Başarılı ve sürdürülebilir konut projelerinin gerçekleştirilmesi için, tüm paydaşlar arasındaki ilişkilerin hayati öneme sahip olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, bu bağlamda, bireylerin genel refahını ve memnuniyetini değerlendirmeyi amaçlayan "Yaşam Kalitesi" yöntemi incelenmiştir. Yaşam kalitesi değerlendirmeleri, projelerin başarısının değerlendirilmesinde ve toplumun bilinçlenerek katılımcı modellere katkı sağlamasında kritik rol oynamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kentleşme, konut üretimi, katılımcı tasarım, yaşam kalitesi.

*** Bu çalışma, “Karabük Kent Bütününde Konut Üretim Dinamiklerinin İrdelenmesi” başlıklı doktora tezinden üretilmiştir (Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Doktora Programı).

PARTICIPATORY METHODS, STAKEHOLDER RELATIONS AND QUALITY OF LIFE CRITERIA IN HOUSING PRODUCTION

ABSTRACT

Housing production should be considered a spatial reflection of urbanization processes and a fundamental building block that determines the direction of urban development. While the concept of city originates from the Latin word "civitas," meaning citizenship, the development of cities is dependent on the cultural, social, economic, and technological development of the people who constitute society. Historically, cities have acquired economic power and their own political structures. Housing production methods have diversified, ranging from traditional practices to centrally planned housing, from apartment complexes to unplanned shantytowns. This has demonstrated that housing is not only a spatial phenomenon but also a sociological and political one. Simply sheltering is no longer sufficient in housing selection; it is expected to meet expectations encompassing a person's values, class status, social status, and social acceptance. This study proposes a participatory methodology based on the idea that housing production processes can be shaped by shared satisfaction rather than the absolute satisfaction of users, rather than by their own needs, throughout the planning, construction, selection, and occupancy stages. This proposed method aims to build housing that is more suitable for local needs, more sustainable, and more cost-effective. The method requires collaboration among governments, local authorities, architects, engineers, producers, and users. Relationships among all stakeholders are considered vital for the implementation of successful and sustainable housing projects. Furthermore, the "Quality of Life" method, which aims to assess individuals' overall well-being and satisfaction, was examined in this context. Quality of life assessments play a critical role in assessing project success and raising public awareness and contributing to participatory models.

Keywords: Urbanization, housing production, participatory design, quality of life

1. GİRİŞ

Kent kavramı, Avrupa'da Latince vatandaşlık anlamına gelen '*civitas*' kelimesinden türetilerek İngilizcede *city*, Fransızcada *cit  *, İtalyancada *citte*, İspanyolcada *ciudad* şeklinde kullanılmaktadır. Zamanla kent anlamına gelen *urb* kökünden türeyen terimler de benimsenmiş, kentsel anlamında *urban*, kentleşme anlamında *urbanization* ve kentsel alan anlamında *urban area* kavramları ortaya çıkmıştır. Osmanlıcadaki *  ehir* sözcüğünün Türkçe karşılığı *kent* sözcüğüne karşılık gelmektedir (Bal, 2015). Bu bağlamda, süreç içinde toplumu oluşturan insanların gelişimiyle kentlerin gelişimi doğru orantılıdır ve bu gelişimi sağlayan kültürel, sosyal, ekonomik, teknolojik yeniliklerle de kentleşmeye katkısı olan faktörlerdir.

Konut   retimi, kentleşme süreçlerinin mek  nsal yansıması olarak değerlendirilebilecek temel bir unsurdur. Toplumsal yapıdaki d  n    mler, nüfus hareketleri, ekonomik modeller ve planlama politikaları, konutun biçimini ve üretim yöntemlerini doğrudan şekillendirmiştir. Bu açıdan bakıldığında, konut yalnızca bireysel bir barınma mek  n   değil, aynı zamanda kentsel gelişimin yönünü belirleyen bir yapı taşı olarak da ele alınmalıdır. Kentleşmenin farklı evrelerinde ortaya çıkan konut üretim biçimleri hem fiziksel çevrenin niteliğini hem de toplumsal ilişkilerin örüntüsünü etkilemiştir (Sadıkoğlu ve   zsoy, 2017). Bu   retim biçimleri; mimari formdan malzeme kullanımına, mülkiyet yapısından sosyal tabakalaşmaya kadar çok boyutlu etkilere sahiptir. Bireysel   retim pratiklerinden merkezi planlama ile inşa edilen lojmanlara, apartmanlaşma süreçlerinden plansız gelişen gecekondü alanlarına kadar uzanan çeşitlilik, konutun yalnızca mek  nsal değil, aynı zamanda sosyolojik ve politik bir olgu olduğunu da ortaya koymaktadır.

Konut, bir ailenin günlük ve ömürlük yaşantısında en çok vakit geçirdiği mek  n olduğundan, konutun fiziksel, ekonomik, sosyal ve psikolojik etkenleri içinde barınan ailenin mutluluğuyla ilişkilidir. Günümüzde, konut seçiminde artık sadece 'barınmak' yeterli gelmemekte; ki  şinin değerlerini, sınıfsal durumunu, sosyal statüsünü ve sosyal kabul görmesini de kapsayan beklentilerin karşılanması beklenmektedir (Kellekci ve Berköz, 2006). Bu da herkes için konut memnuniyetinin sağlanabileceği, konut üretimi için katılımcı bir yöntem oluşturulması tartışması gündeme gelmektedir. Bu yöntemin, konut projelerinde yerel ihtiyaçlara daha uygun olmasının sağlanması, aynı zamanda topluluklar arasında dayanışmayı ve aidiyet hissini artırması gibi katkılarda bulunması beklenmektedir.

2. KONUT ÜRETİMİNDE PAYDAŞ İLİŞKİLERİ

Konut üretiminde kullanıcı, tasarımcı, uygulayıcı ve denetleyici arasındaki ilişkiler, başarılı ve sürdürülebilir projelerin gerçekleştirilmesi için hayati bir öneme sahiptir. Bu ilişkiler, paydaşlar arasındaki etkileşimlerle ve her bir paydaşın sağladığı katılım oranına bağlı olarak şekillenmektedir. Bu gruplar aşağıdaki gibi özetlenebilecektir:

Kullanıcı: Üretimin son aşamasındaki ürünle ilgilenen, tüketici olan kullanıcı, konut projelerinin nihai hedef kitlesidir ve projelerin başarısı için ihtiyaçlarının ve beklentilerinin doğru anlaşılması esastır. Bunun gerçekleşebilmesi için kullanıcıların konum, büyüklük, mekan düzenlemeleri gibi özellikler konusunda taleplerinin belirlenmesi gerekmektedir. Kullanıcıların yaşam kalitesini artırmak için tasarım ve uygulama süreçlerinde kişilerin ihtiyaçlarına ve isteklerine odaklanılması kullanıcı memnuniyetlerini de doğrudan artıracaktır.

Tasarımcı: Mimar ve mühendisler olarak tanımlayabileceğimiz tasarımcılar, kullanıcıların ihtiyaçlarını estetik, işlevsel ve teknik açıdan karşılayan çözümleri geliştiren profesyonellerdir. Kullanıcı odaklı bir yaklaşımın benimsendiği, tasarım sürecinde estetik ve işlevsel dengenin sağlandığı, yenilikçi ve sürdürülebilir çözümlerin geliştirildiği projeler üretmek bu grubun ana amaçları arasındadır. Bu da tasarımcılar, uygulayıcılar ve kullanıcılarla sürekli iletişim halinde kalınması, tüm aşamalarda iş birliğinin sürdürülebilmesi ile gerçekleşebilmektedir.

Uygulayıcı: Müteahhitler ya da genel olarak inşaat firmaları şeklinde tanımladığımız uygulayıcılar ise, tasarımcılar tarafından geliştirilen projeleri hayata geçiren ve inşaat sürecini yöneten sermaye sahibi profesyonellerdir. Projelerin zamanında ve bütçeye uygun olarak tamamlanmasını, tasarım ve teknik şartnamelere uygun olarak gerçekleştirilmesini sağlamak, inşaat sürecinde malzeme ve işçilik kalitesini denetlemek gerekli planlama ve koordinasyonu yapmaktadırlar. Aynı zamanda sürdürülebilir inşaat teknikleri ve malzemeleri kullanarak çevresel etkileri de dikkat etmeleri uygulayıcıların da sorumlulukları arasındadır.

Denetleyici (Yerel Yönetimler): Konut üretim sürecinde devreye giren bir başka birim daha bulunmaktadır; denetleyici diye tanımlayabileceğimiz yerel yönetimler yani belediyeler de konut üretim süreçlerinin dördüncü muhatabı olarak karşımıza çıkmaktadır. Konut üretiminde yerel yönetim birimleri ve belediyeler, önemli bir denetleyici ve düzenleyici konumdadır. Bu kurumlar, konut projelerinin yasalara uygun, güvenli, kaliteli ve sürdürülebilir bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamak için kritik bir denetleyici ve düzenleyici rol oynamaktadır.

Konut üretiminde kullanıcı, tasarımcı ve uygulayıcı ilişkileri, projenin her aşamasında etkin iletişim, iş birliği ve geri bildirim döngüleri üzerine kuruludur (Salihoğlu ve Türkoğlu, 2019).

Bu ilişkilerin iyi yönetilmesi, kullanıcıların ihtiyaçlarına uygun, estetik ve işlevsel açıdan tatmin edici, sürdürülebilir ve kaliteli konut projelerinin hayata geçirilmesini sağlamaktadır.

3. KATILIMCI YÖNTEM ÖNERİSİ

Konut üretimi için katılımcı bir yöntem oluşturulmasının tartışıldığı bu çalışmada; bir konutun planlanma, inşa edilme, tercih edilme ve içinde yaşama süreçlerinde mutlak memnuniyetten ziyade ortak memnuniyet ile çözülebileceği düşüncesi ağır basmaktadır. Konut üretimi için katılımcı bir yöntem oluşturulabilir ve bu yöntem, yerel toplulukların, hükümetlerin, mimarların, mühendislerin ve diğer paydaşların iş birliği yapmasını sağlayarak daha sürdürülebilir, uygun maliyetli ve ihtiyaçlara uygun konutlar inşa etmeyi hedeflemektedir. Olası yöntem için atılacak adımlar şu şekilde sıralanabilmektedir (Saraçoğlu Gezer, 2025):

İhtiyaç Analizi ve Katılımın Sağlanması: Yerel topluluklarla doğrudan etkileşime geçilerek ihtiyaçları, beklentileri ve mevcut durum hakkında bilgi toplanması ve topluluk üyelerinin karar alma süreçlerine aktif olarak katılmalarının teşvik edilmesi için daha etkin adımlar atılmalıdır. Yerel topluluklarla doğrudan etkileşime geçme yöntemleri için anket ve görüşme teknikleri kullanılabilmektedir; anketler nicel veriler sağlarken, açık uçlu sorular derinlemesine bilgi ve spesifik ihtiyaçları ortaya çıkarabilmektedir (Baş, 2013).

Paydaşların Belirlenmesi: Yerel yönetimler, mimarlar, mühendisler, inşaat firmaları, finans kuruluşları ve sivil toplum örgütleri gibi ilgili tüm paydaşların önceden belirlenmesi ve proje planlama aşamasındayken, tüm paydaşların projeye dahil edilmesi süreçte yaşanabilecek aksaklıkların önüne geçecektir.

Ortak Vizyon ve Hedefler: Tüm paydaşlarla birlikte projenin sürdürülebilirliği, maliyet etkinliği, estetik ve sosyal uyum gibi kriterlerle ortak bir vizyon ve hedef belirlenmesi, sonuç ürünün değerini artıracaktır.

Tasarım Süreci: Mimarlar ve mühendislerin, topluluk üyeleriyle birlikte, katılımcı tasarım görüşmeleri düzenlemesiyle; geliştirilen tasarımlar hakkında prototipler ve üç boyutlu modellemeler üzerinden tartışılması, süreçte uyumsuzluk sorunlarının önüne geçecektir. İşbirlikçi yaklaşımlar ve ortak proje üzerinden çalışılması da farklı projeler arası çakışma problemlerinin önüne geçecek ve şantiye aşamasında değişikliğe ihtimal vermeyecektir.

Finansman ve Kaynak Temini: Proje için kamu-özel sektör ortaklıkları, mikro finansman, kooperatif modelleri veya devlet sübvansiyonları gibi çeşitli yöntemlerin araştırılması ve kullanılacak malzemelerin yerel ve sürdürülebilir olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir.

İnşaat Süreci: İnşaat sürecinin her aşamasında şeffaflık sağlanması, topluluk üyelerinin süreç hakkında bilgilendirilmesi, yerel iş gücünün projeye dahil edilmesi ve ihtiyaç duyulan eğitimlerin verilmesinin sağlanması, yapım sürecinin dengeli ve sistemli ilerleyebilmesi için uygulanması gereken iş adımlarıdır.

Değerlendirme ve Geri Bildirim: Proje sürecinde sürekli geri bildirim alınarak gerekirse değişiklikler yapılması ve proje tamamlandığında tüm paydaşlarla değerlendirme toplantıları yapılarak sonuçların analiz edilmesi iş birliği kapsamında önemli görülmektedir.

Uzun Vadeli Sürdürülebilirlik: İnşa edilen konutların uzun vadeli yönetimi için topluluk temelli yönetim modelleri oluşturulması ve bakım-onarım süreçlerinde topluluk üyelerinin aktif rol almasının teşvik edilmesi gerekmektedir.

4. KONUT ÜRETİMİNDE YAŞAM KALİTESİ KRİTERLERİ

Konut üretiminin hedef kitlesi ailedir ve bir ailenin günlük ve ömürlük yaşantısında en çok vakit geçirdiği mekân konuttur. Konut tasarımında önemsenmesi gereken konuların başında; içinde yaşayacak kişilere mahremiyet sağlaması, ihtiyaç olan minimum yaşama alanlarını içermesi, konforlu ve rahat hissettirmesi gelmektedir. Kişinin değerlerini, sınıfsal durumunu, sosyal statüsünü, başarısını ve sosyal kabul görmesini de kapsayan bir konut seçimi söz konusudur. Sadece barınmak yeterli gelmemekte, tasarlanacak konutun da bu beklentileri karşılaması beklenmektedir.

Bu kapsamda "Yaşam Kalitesi" yöntemi, konut üretimi çalışmalarında ve şehir planlamasında kullanılan önemli bir yaklaşımdır. Bu yöntem, bireylerin ve toplulukların genel refahını, memnuniyetini ve yaşam koşullarını değerlendirmeyi amaçlamaktadır (Edisan ve Kadioğlu, 2013). Konut projelerinde yaşam kalitesini ölçmek ve artırmak için kullanılan temel kriterler şunlardır:

Fiziksel Çevre ve Altyapı: Konutların fiziksel durumu, yapı kalitesi, güvenlik, sağlamlık; su, elektrik, internet gibi temel hizmetlere erişim ve toplu taşıma olanakları.

Sosyal ve Kültürel Faktörler: Topluluk üyeleri arasındaki sosyal bağlar, parklar, spor alanları, kültürel merkezler, okullar ve hastanelere erişim.

Ekonomik Faktörler: İş imkanlarına yakınlık, bölgedeki gelir düzeyi, konut maliyetlerinin gelir düzeyine oranı.

Çevresel Faktörler: Yeşil alanlar, hava-su kalitesi, gürültü seviyeleri, enerji verimliliği ve çevre dostu yapı malzemelerinin kullanımı.

Sağlık ve Güvenlik: Sağlık hizmetlerine erişim, suç oranları ve genel güvenlik durumu.

Toplum Katılımı ve Yönetişim: Topluluk üyelerinin projelere aktif katılımı ve yerel yönetimlerin şeffaflığı.

"Yaşam Kalitesi" yöntemi, konut üretiminde sadece fiziksel yapıların değil, aynı zamanda sosyal, ekonomik ve çevresel faktörlerin de göz önünde bulundurulmasını sağlayarak daha bütüncül ve sürdürülebilir yaşam alanları yaratmayı hedeflemektedir (Matarrita Cascante, 2010).

5. SONUÇ

Eskiyen, değişen ya da dönüşen kent alanlarının yeniden geliştirilmesinde, yeni konut alanlarının planlanmasında yaşam kalitesi kriterlerine göre değerlendirme yapılması, elde edilen verimi ve memnuniyeti artıracaktır. Yaşam kalitesi değerlendirmeleri, konut projelerinin tasarımında ve planlanmasında, yerel yönetimlerin elde edilen veriler doğrultusunda daha etkin politikalar geliştirmesinde de yol gösterici olacaktır (Arabacıoğlu, 2006).

Bu çalışmada önerilen katılımcı yöntem ile konut projelerinin yerel ihtiyaçlara daha uygun olmasına dikkat edilirken, aynı zamanda topluluklar arasında dayanışmaya katkı sağlamakta ve aidiyet hissinin artmasına, dolayısıyla memnuniyet duygusunun da artmasına katkıda bulunabileceği düşünülmektedir. Bilinçli insanlar, bilinçli tercihler yapabilmekte ve sağladıkları geri bildirimler sayesinde de katılımcı modeller hazırlanmasında etkin görev ve sorumluluklar üstlenebilmektedirler. Konut üretimi sürecinin bütüncül ve kullanıcı odaklı bir yaklaşımla yönetilmesi bu sayede mümkün olabilecektir (Şekil 1).



Şekil 1. Konut üretiminde katımlı model önerisi.

KAYNAKLAR

- Arabacıoğlu, B.C. (2006). “Mekan üretiminde toplam kalite yönetimi ve mekan tasarımı”, *Tasarım Kuram*, 4, 51-70.
- Bal, H., (2015). “Kent sosyolojisi”, Bursa: *Sentez Yayıncılık*, 29.
- Baş, T. (2013). “Anket”, *Seçkin Yayıncılık*, Ankara, 11-18.
- Edisan, Z. ve Kadioğlu, F. (2013). “Yaşam kalitesi kavramının antik dönemdeki öncülleri”, *Lokman Hekim Journal*, 3(3), 1-4.
- Kellekci, Ö.L. ve Berköz, L. (2006). “Konut ve çevresel kalite memnuniyetini yükselten faktörler”, *İTÜDergisi/a*, 5(2), 167-178.
- Matarrita Cascante, D. (2010). “Changing communities, community satisfaction, and quality of life: a view of multiple perceived indicators”, *Social Indicators Research*, 98(1), 105-127.
- Sadıkoglu, H. ve Özsoy, A. (2017). “Modern dönem konut stokunda mekânsal kalitenin incelenmesi üzerine bir araştırma”, *Megaron*, 12(2), 203-212.
- Salihoğlu, T. ve Türkoğlu, H. (2019). “Konut çevresi ve kentsel yaşam kalitesi”, *Megaron*, 14(1), 203-217.
- Saraçoğlu Gezer, A.M. (2025). “Karabük kent bütününde konut üretim dinamiklerinin irdelenmesi”, Doktora tezi (yayımlanmamış), Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

SEISMIC PERFORMANCE OF A FRP REINFORCED MASONRY MINARET UNDER KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKE

Erdem TÜRKELİ

Ordu University, Vocational School of Technical Sciences, Construction Department, 52200 Akyazı
District, 15 Temmuz Milli İrade Avenue, Çiğdem Street, Altınordu, Ordu

ORCID: 0000-0002-4293-4712

ABSTRACT

The seismic susceptibility of masonry minarets is a significant issue owing to their slender structure, poor tensile strength, and inherent material brittleness. The recent devastating Kahramanmaraş earthquake in 2023 showed once again how vulnerable cultural and religious structures are to extreme ground shaking, resulting in partial collapses or major damages. Also, it is known that applying FRP wrapping to the minaret body greatly reduces the development of structural degradation, confines the existing material to boost load-carrying capacity, and prevents the formation of cracks. In this study, the seismic performance of a masonry minaret selected from the technical literature reinforced with fiber-reinforced polymer (FRP) composites is examined under recent destructive 2023 Kahramanmaraş earthquake. In order to achieve this purpose, a representative historical masonry minaret belong to İskenderpaşa Mosque located in Trabzon, Türkiye, whose dynamic characteristics can be confirmed from the technical literature is considered as a case study. Following the production of the finite element model of the cited masonry minaret in SAP2000, the dynamic data is confirmed and verified by using the ones provided in the technical literature. Then, the time histories of the recent Kahramanmaraş earthquake is applied to the modeled masonry minaret with and without FRP strengthening. After obtaining the structural analysis results, the seismic performance of the cited masonry minaret is obtained for the cases with and without FRP strengthening. At the end of the study, by comparing the results of seismic performance, some of the important deductions are achieved.

Keywords: FRP strengthening, masonry minaret, SAP2000, Kahramanmaraş earthquake

KAHRAMANMARAŞ DEPREMİNDE FRP GÜÇLENDİRMELİ YIĞMA BİR MİNARENİN SİSMİK PERFORMANSI

ÖZET

Yığma minarelerin sismik açıdan hassasiyeti, narin geometrileri, düşük çekme dayanımları ve malzemenin doğasındaki gevreklik nedeniyle önemli bir sorun teşkil etmektedir. 2023 yılında meydana gelen yıkıcı Kahramanmaraş depremi, kültürel ve dini yapıların şiddetli yer hareketlerine karşı ne kadar savunmasız olduğunu bir kez daha göstermiş; bu tür yapılarda kısmi göçmeler veya ciddi hasarlar meydana gelmiştir. Ayrıca, minare gövdesine uygulanan

FRP sargıların yapısal bozulmanın ilerlemesini büyük ölçüde azaltmakta olduğu, mevcut malzemeyi sıkıştırarak taşıma kapasitesini artırmakta olduğu ve çatlak oluşumunu engellemekte olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada, teknik literatürden seçilen bir yığma minarenin fiber güçlendirmeli polimer (FRP) kompozitlerle takviyeli hâlinin, 2023 Kahramanmaraş depremi altında sismik performansı incelenmiştir. Bu amaca ulaşmak için, dinamik özellikleri teknik literatürde doğrulanabilir olan Türkiye, Trabzon'daki İskenderpaşa Camii'ne ait temsili bir tarihi yığma minare örnek çalışma olarak ele alınmıştır. Söz konusu yığma minarenin SAP2000'de sonlu eleman modeli oluşturulduktan sonra, dinamik veriler teknik literatürde sunulan değerler kullanılarak doğrulanmış ve teyit edilmiştir. Ardından, yakın tarihte meydana gelen Kahramanmaraş depremine ait zaman tanım alanı kayıtları, FRP güçlendirmeli ve güçlendirmesiz durumlar için modellenen yığma minareye uygulanmıştır. Yapısal analiz sonuçları elde edildikten sonra, söz konusu yığma minarenin FRP güçlendirmeli ve güçlendirmesiz durumlar altındaki sismik performansı karşılaştırmalı olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonunda, sismik performans sonuçları karşılaştırılarak önemli bazı çıkarımlara ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: FRP güçlendirmeli, yığma minare, SAP2000, Kahramanmaraş depremi

1. INTRODUCTION

Due to their brittle masonry behavior and slender geometry, masonry minarets are particularly vulnerable to seismic damage that was evident during the M_w 7.7 and M_w 7.6 Kahramanmaraş earthquakes on February 6, 2023, which resulted in extensive cracking and collapses (Usta et al., 2025; Atmaca et al., 2025). According to field studies conducted in Antakya and Adıyaman, common failure mechanisms include overturning, base-shaft separation, and mid-height bending cracks (Işık et al., 2023; Yılmaz, 2025). As an example, the 700 year old Ulu Mosque in Kahramanmaraş, Elbistan, which is considered to have inspired Mimar Sinan, was severely damaged during the recent 2023 Kahramanmaraş earthquakes. As one of the city's most important religious and cultural treasures, the centuries old mosque suffered the complete collapse of its minaret (Figure 1), while its dome was also damaged in the disaster (İlkha 2023).



Figure 1. Collapsed masonry minaret of Ulu Mosque in Elbistan, Kahramanmaraş (İlkha 2023)

According to recent studies, the brittle behavior and poor tensile capacity of old masonry structures, especially thin minarets, make them extremely vulnerable to earthquakes. Due to their narrow geometry and material deterioration, historical masonry minarets have a significant seismic susceptibility, as demonstrated by recent research which can result in typical failures including shaft cracking, rocking, and partial collapses under powerful ground motions (Kocaman, 2023). Also, fiber reinforced polymer (FRP) composites have been shown to improve seismic capacity, ductility, and confinement in historic masonry systems (Gattesco et al., 2020; Sadrmomtazi et al., 2021), although their use in minarets is still limited. Instead of using FRP, current post-earthquake strengthening strategies for damaged minarets mainly utilize steel rings or traditional restoration methods (Kocaman et al., 2025). In order to fill this need, this study investigates the seismic response and corresponding performance of a masonry minaret with and without FRP strengthening that was exposed to ground motion records from the above cited 2023 Kahramanmaraş earthquake.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. İskender Paşa Mosque's Minaret and Verification of the Finite Element Model

According to the construction inscription dated 1529 above the entrance gate, the mosque was commissioned by İskender Paşa, the governor of Trabzon at the time (Türkiye Cultural Portal 2025). On the western side of the mosque (Trabzon, Turkey), a minaret with a single balcony was built using brick and cut stone (Figure 2) (BlackSea Cultural Inventory 2025).



Figure 2. Masonry minaret of İskenderpaşa Mosque (BlackSea Cultural Inventory 2025)

Using both analytical and experimental techniques, Altunışık (2011) identified and confirmed the dynamic characteristics of the FRP strengthened masonry minaret of İskenderpaşa Mosque. Additionally, SAP2000 structural analysis program (Computers & Structures 2000) is utilized for the production of the finite element model (FEM) and application of the time histories of the 2023 Kahramanmaraş earthquake. As an example, the first five mode shapes and their related frequencies of the strengthened masonry minaret of İskenderpaşa Mosque are provided in Figure 3.

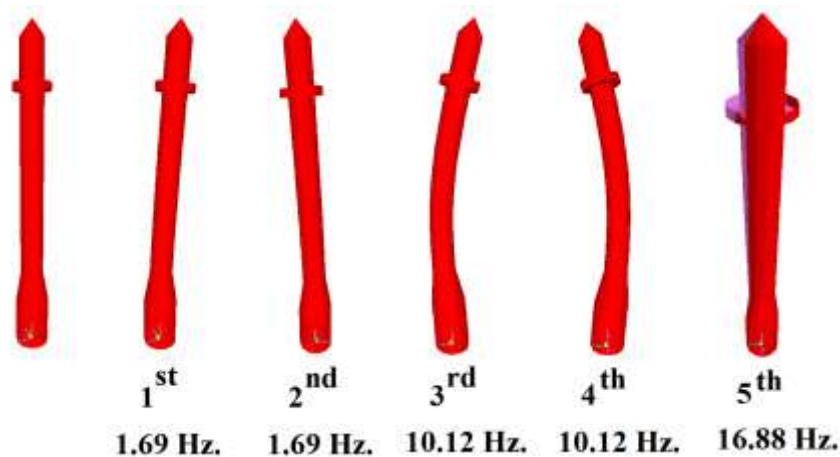


Figure 3. Mode shapes of the strengthened masonry minaret with their corresponding frequencies (Computers & Structures 2000)

Additionally, Table 1 (strengthened with FRP) and Table 2 (unstrengthened) presents a comparison of the dynamic characteristics of the mentioned masonry minaret produced in this study with those reported by Altunışık (2011).

Table 1. Comparison of first five mode frequencies and relative errors (strengthened with FRP)

	Frequency (Hz.)				
Modes	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th
Altunışık (2011)	1.61	1.61	10.59	10.61	17.73
This Study	1.69	1.69	10.12	10.12	16.88
Error (%)	4.96	4.96	4.43	4.61	4.79

Table 2. Comparison of first five mode frequencies and relative errors (unstrengthened)

	Frequency (Hz.)				
Modes	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th
Altunışık (2011)	1.09	1.09	5.59	5.59	9.78
This Study	1.12	1.12	5.73	5.73	9.34
Error (%)	2.75	2.75	2.50	2.50	4.50

Table 1 and Table 2 make it evident that there is less than 5% difference between the dynamic parameters of the minarets modelled in the present study (strengthened with FRP and unstrengthened) and those modelled by Altunışık (2011). Consequently, this demonstrates that the FEMs produced in this study has been verified and is suitable for structural dynamic seismic analyses (Genç et al. 2022).

2.2. Kahramanmaraş Earthquakes

At 04:17 on February 6, 2023, a major earthquake of magnitude Mw 7.7 hit Pazarcık, Kahramanmaraş, Turkey. A second event, measuring Mw 7.6, struck Elbistan approximately nine hours later. In total, 7,184 aftershocks were documented in the aftermath, with several reaching significant intensity (AFAD 2023). These cited two earthquakes adversely affected eleven Turkish provinces, namely Kahramanmaraş, Adıyaman, Hatay, Malatya, Gaziantep, Adana, Kilis, Osmaniye, Diyarbakır, Şanlıurfa, and Elazığ. Due to the widespread devastation and the loss of 53,557 lives, these events have been described in the literature as the “Disaster of the Century” (TRT 2024). As shown in Figure 4, the acceleration-time graph of the Kahramanmaraş Earthquake (TADAS, 2025) was applied in the time history analyses.

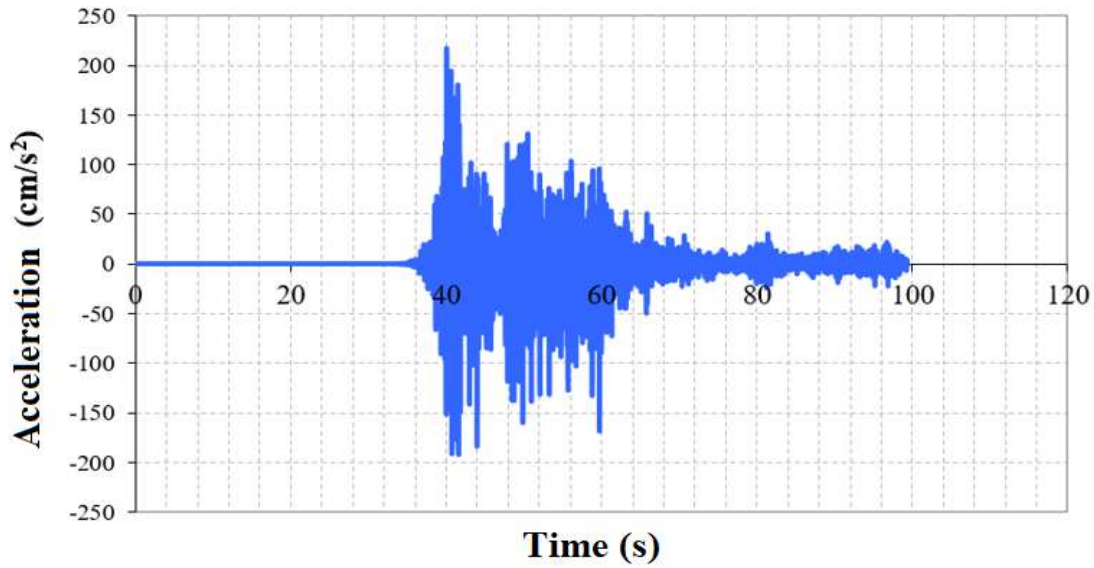


Figure 4. Time history graph of 06.02.2023 Kahramanmaraş (Pazarcık) earthquake (TADAS, 2025)

2.3. Performance Evaluation

The boundary states of the drift ratios shown in Figure 5 are employed in the structural performance assessment of masonry minarets (Aymelek et al., 2023). As a result, three cases are defined: Limited Damage Case (LD), Controlled Damage Case (CD) and Collapse Prevention Case (CP).

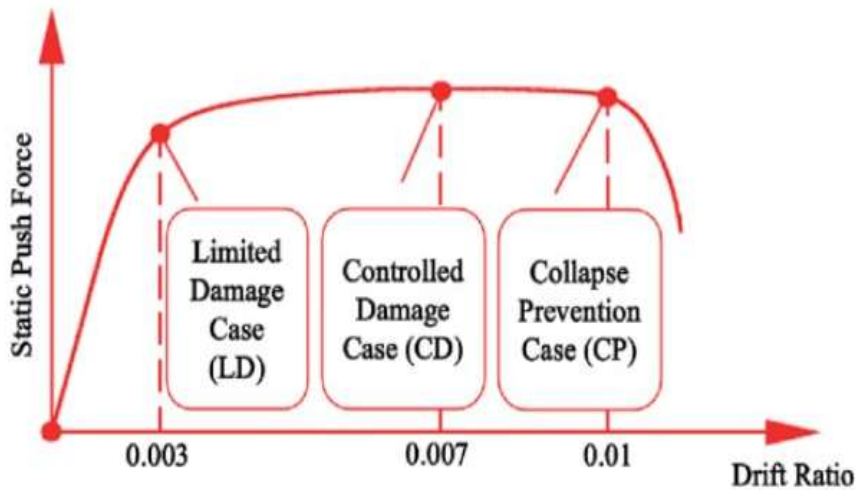


Figure 5. Drift ratio limit state values (Aymelek et al., 2023)

Consequently, damage that is permitted during the design phase and does not result in the complete collapse of the structure is referred to as the Controlled Damage (CD) situation. Figure 5 shows that the drift ratios are 0.003, 0.007 and 0.01 for the Limited Damage (LD), Controlled

Damage (CD) and Collapse Prevention (CP) cases, respectively (Aymelek et al., 2023). Equation 1 can be used to determine the drift ratio for the masonry minaret whose structural analysis was completed.

$$\frac{\Delta_i}{h_i} \leq \left(\frac{\Delta_i}{h_i} \right)_{\text{limit}} \quad (1)$$

In Equation 1, Δ_i is denoting the top displacement of the structure and h_i represents the total height of the minaret.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Top Displacements

In Figure 6 and 7, the time histories of maximum top displacements are provided for the states of unstrengthened and strengthened with FRPs, respectively.

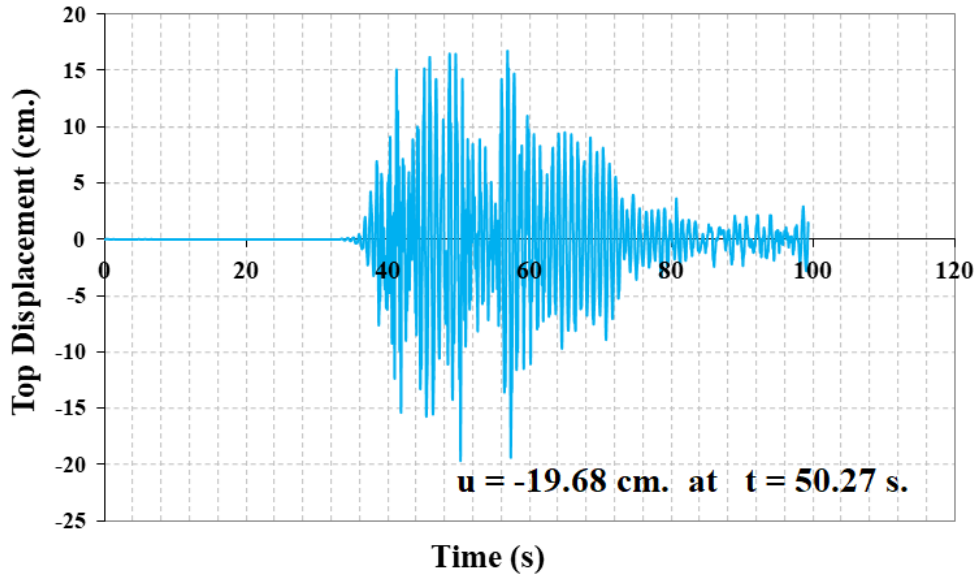


Figure 6. Time history of the maximum top displacements obtained under 2023 Kahramanmaraş earthquake for unstrengthened state

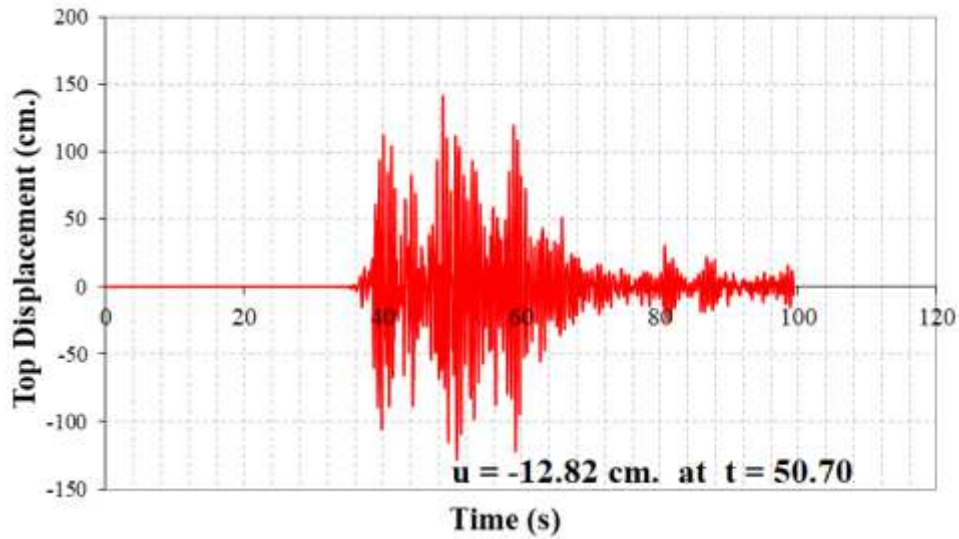


Figure 7. Time history of the maximum top displacements obtained under 2023 Kahramanmaraş earthquake for FRP strengthened state

From Figures 6 and 7, it is evident that the FRP strengthened masonry minaret exhibits substantially reduced displacement amplitudes compared with its unstrengthened counterpart. This reduction indicates that the application of FRP enhances the overall stiffness of the structure.

3.2. Stress Values

In Figures 8 and 9, the minimum (S_{min}) stress values (in MPa) occurring on the cited masonry minaret model for the Kahramanmaraş earthquake at the time when the maximum top displacement values occurred are represented, respectively.

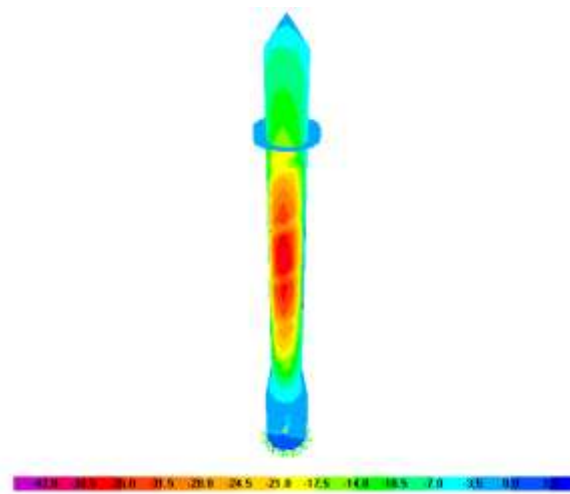


Figure 8. Minimum (S_{min}) stress values (in MPa) at the time when maximum top displacements occurred under 2023 Kahramanmaraş earthquake for unstrengthened case

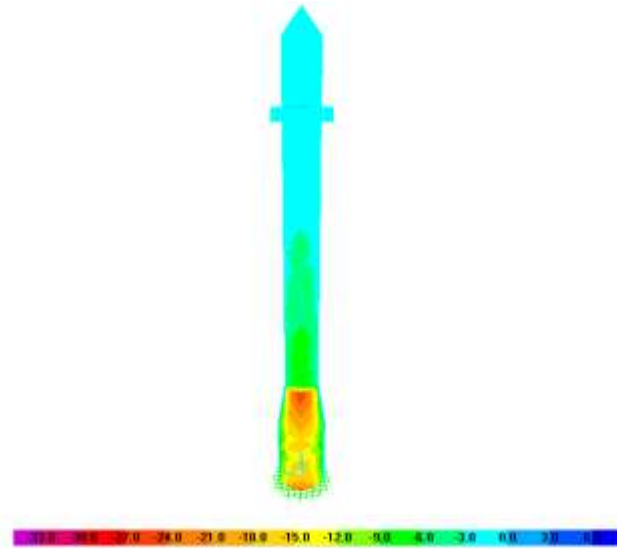


Figure 9. Minimum ($S_{\min}$) stress values (in MPa) at the time when maximum top displacements occurred under 2023 Kahramanmaraş earthquake for strengthened case (FRP). Figure 7 clearly indicates that, in the unstrengthened state of the cited masonry minaret, the minimum stress concentration occurs around the mid-height of the cylindrical shaft, with the absolute maximum value ranging between 39 MPa and 40 MPa. Although this pattern is observed in the unstrengthened state, Figure 8 demonstrates that, after strengthening, the peak stress concentration shifts to a region just above the transition segment, with an absolute maximum between 33 MPa and 34 MPa. This indicates a substantial alteration in both the location and magnitude of the stress concentration.

3.3. Performance Evaluation

The performance evaluation of the cited minaret under 2023 Kahramanmaraş earthquake for the states of unstrengthened and strengthened with FRP are provided in Table 3.

Table 3. Performance evaluation of unstrengthened and strengthened states of the cited masonry minaret

Earthquake Load	Top Displacement (cm)	Minaret Height (m)	Δ_i/h_i	Damage State		
				CD (0.007)	CP (0.01)	>CP
Kahramanmaraş (Unstrengthened)	19.68	20.5	0.00960		X	
Kahramanmaraş (Strengthened with FRP)	12.82	20.5	0.00625	X		

According to Table 3, the unstrengthened masonry minaret is situated within the critical Collapse Prevention performance range (close to the >CP threshold), implying a potential

collapse risk. In contrast, with the implementation of FRP strengthening, the seismic performance notably improves, placing the structure in the Controlled Damage level.

4. CONCLUSIONS

In this study, the seismic performance of a masonry minaret strengthened with FRP is assessed under the effects of the 2023 Kahramanmaraş earthquake. For this purpose, a masonry minaret (belong to İskenderpaşa Mosque) with experimentally validated dynamic characteristics which are previously reported in the technical literature, is selected. The FEM of the structure is developed in SAP2000, and the time history record of the 2023 Kahramanmaraş earthquake is applied for both the unstrengthened and FRP strengthened states. The results of the seismic analyses reveal that FRP strengthening substantially improves the overall structural response, reducing the maximum top displacement from 19.68 cm to 12.82 cm. Additionally, both the location and magnitude of minimum stress concentrations are altered: while the unstrengthened minaret exhibits peak stresses around the mid-height of the cylindrical shaft, the strengthened minaret shifts this concentration to just above the transition segment, with the absolute maximum value decreasing approximately from 40 MPa to 33 MPa. Finally, the unstrengthened minaret falls within the critical Collapse Prevention performance level (close to the “>CP” threshold), indicating a possible collapse risk. In contrast, FRP strengthening significantly enhances the overall seismic performance, resulting in a Controlled Damage performance state.

REFERENCES

- AFAD. 2023. Disaster and Emergency Management Directorate, About the Earthquakes occurred in Kahramanmaraş-34. URL: <https://www.afad.gov.tr/kahramanmarasta-meydana-gelen-depremler-hk-34-> (accessed date: November 22, 2025) (in Turkish)
- Altunışık, A. C. (2011). Dynamic response of masonry minarets strengthened with FRP composites. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11(7), 2011–2019. <https://doi.org/10.5194/nhess-11-2011-2011>
- Aymelek A, Yanık Y, Demirtaş B, Yıldırım Ö, Çalık İ, Türker T. 2023. Full-scale structural evaluations of İskenderpaşa minaret. *Structures*, 55: 1028-1044. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.06.055>
- Atmaca, B., Ertürk A. E., Roudane, B., Güleş, O., Demirkaya, E., Aykanat, B., Altunışık, A. C., Günaydın, M., Arslan, M. E., Kahya, V., Tatar, T., Aslan, B., Sezdirmiş, T., Sunca, F., Okur, F. Y., Adanur, S., Sarıbiyık, A., Aydın, F., Genç, A. F., Kirtel, O., Demir, A., Öztürk, H., Dok, G., Emiroğlu, M., Akgül, T. (2025). Field observations and numerical investigations on seismic damage assessment of RC and masonry minarets during the February 6th 2023 Kahramanmaraş earthquakes in Türkiye. *International Journal of Architectural Heritage*, 19(7), 1117–1142.
- Black Sea Cultural Inventory. İskenderpaşa Camii [online]. Available at: [https://karadeniz.gov.tr/iskenderpasa-camii/#prettyPhoto\[instagram\]/2/](https://karadeniz.gov.tr/iskenderpasa-camii/#prettyPhoto[instagram]/2/) (Accessed: December 02, 2025) (in Turkish)

- Computers and Structures, Inc. (CSI 2000) “SAP2000: Integrated software for structural analysis and design” (Version 14) [Computer software]. Available at:
<https://www.csiamerica.com/products/sap2000>
- Gattesco, N., Boem, I., Dudine, A. (2020). Experimental and numerical study on the effectiveness of FRP strengthening for masonry structures. *Composite Structures*, 240, 112024.
- Genç, A., Altunışık, A. C., Günaydın, M., Okur, F. (2022). Finite element model updating of İskenderpaşa Mosque and minaret based on experimental measurements. *Journal of Structural Engineering & Applied Mechanics*, 5(4), 264–276. <https://doi.org/10.31462/jseam.2022.04264276>
- Işık, E., Avcil, F., Arkan, E., Büyüksaraç, A., İzol, R., Topalan, M. (2023). Structural damage evaluation of mosques and minarets in Adıyaman due to the 06 February 2023 Kahramanmaraş earthquakes. *Engineering Failure Analysis*, 151, 107345.
- İlkha. (2023, March 9). *Kahramanmaraş'ta 700 yıllık tarihi cami depremde yıkıldı*. İlke Haber Ajansı. <https://ilkha.com/guncel/kahramanmarasta-700-yillik-tarihi-cami-depremde-yikildi-318507> (accessed date: November 23, 2025) (in Turkish)
- Kocaman, İ. (2023). The effect of the Kahramanmaraş earthquakes (Mw 7.7 and Mw 7.6) on historical masonry mosques and minarets. *Engineering Failure Analysis*, 149, 107225. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2023.107225>
- Kocaman, İ., Ertosun Y. M., Yıldız, M. A., Eroğlu, E., Çetin, S. (2025). A Proposal for Reinforcement of Historical Masonry Minarets: Gaziantep Kabasakal Mosque Minaret. *Buildings*, 15(8), 1213.
- Sadrmomtazi, A., Fasihi, A., Shekarchi, M. (2021). Cyclic behavior of FRP-retrofitted unreinforced masonry walls. *Construction and Building Materials*, 272, 121660.
- TADAS. 2025. Turkish Accelerometric Database and Analysis System, Kahramanmaraş Earthquakes Acceleration Graphs. URL: <https://tadas.afad.gov.tr/map-> (accessed date: November 15, 2025).
- TRT. 2024. Turkish Radio and Television Corporation, From the disaster of the century to the cooperation of the century. URL: <https://www.trthaber.com/haber/gundem/asrin-felaketinden-asrin-dayanismanasina-834638.html> (accessed date: November 15, 2025) (in Turkish)
- Türkiye Cultural Portal. İskenderpaşa Camii-Trabzon [online]. Available at:
<https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/trabzon/gezilecekyer/skender-pasa-camii> [Accessed: 03 December 2025] (in Turkish)
- Usta E. P., Sever, A. E., Şakalak, E., Karimzadeh, S., Lourenço, P. B. (2025). Seismic damage assessment of minarets: Insights from the 6 February 2023 Kahramanmaraş earthquakes, *Türkiye. Buildings*, 15(23), 4358.
- Yılmaz, S., Arslan, M., Demir, A. D., Yılmaz, E. İ., Cebir, F., Aydın, Ç., Baş, G. Y., Demir, S. (2025). Seismic damage assessment of historical mosquesminarets in Antakya/Türkiye after the February 6, 2023, Kahramanmaraş earthquake sequence. *Engineering Failure Analysis*, 110125.

DONATILI GAZBETON PANELLERİN İÇ PATLAMA YÜKLERİ ALTINDAKİ DAVRANIŞININ DENEYSEL İNCELENMESİ

Çiğdem IŞIK ÖZGER

Kırıkkale University, Faculty of Science, Department of Defense Technologies , Kırıkkale

ORCID ID: 0000-0003-2386-9780

Dr. Ahmet Reha GÜNAY

TÜBİTAK SAGE , Ankara

ORCID ID: 0000-0002-9769-586X

Prof Dr. İlker KALKAN

Kırıkkale University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Civil Engineering,
Kırıkkale

ORCID ID: 0000-0002-5987-631X

ÖZET

Bu çalışmada, donatılı gaz beton panellerin iç patlama yükleri altındaki davranışı deneysel olarak incelenmiştir. Çalışma, hem literatürdeki önemli bir eksikliği tamamlamakta hem de savunma ve endüstriyel tesislerin güvenlikleri açısından kritik mühendislik çıktıları sunmaktadır. Araştırma kapsamında öncelikle, Türkiye ve Dünyanın diğer ülkelerinde meydana gelmiş önemli patlama olayları incelenmiş; patlama fenomeninin mekanizmaları, pozitif–negatif faz davranışı, TNT eşdeğerliği, ölçeklendirilmiş mesafe (Z), Kingery–Bulmash ampirik bağıntıları ve Friedlander dalga modeli gibi temel teorik bileşenler detaylı olarak açıklanmıştır. Ayrıca mevcut uluslararası kılavuzlar (UFC 3-340-02, ASCE Petrochemical Guide, NFPA 68 vb.) incelenerek patlama yüklerinin belirlenmesi ve yapısal tasarıma uygulanması için kullanılan yöntemlere ilişkin çerçeve sunulmuştur. Geçmiş çalışmalarda, Poliürea, CFRP, BFRP ve jeopolimer kaplama gibi güçlendirme yöntemlerinin gaz beton ve tuğla duvarların patlamaya karşı performanslarına önemli katkılarda bulunduğu görülmüştür. Ancak, literatürde donatılı gaz beton elemanlara yönelik çalışmaların bulunmadığı motivasyonu, donatılı gaz beton panellerin özellikle iç patlama ve yakın mesafe yüklemeleri altında gösterdiği davranış bu çalışmada araştırılmıştır. Bu kapsamda, 30 cm kalınlığında, 60 cm genişliğinde ve 6 metre uzunluğunda donatılı gaz beton panellerin yapıştirılmasıyla örülen 4 metre yüksekliğinde ve 6 metre genişliğindeki duvar, 6×7×4 m boyutlarında betonarme bir test yapısı test edilmiştir. Patlama odasında piezo-elektrik basınç sensörü, LVDT deplasman ölçer ve yüksek hızlı kamera sistemleri kullanılmıştır. İki farklı TNT yükü (477.3 g ve 713.2 g) 2 m ve 3 m uzaklıklarda patlatılarak gaz beton duvar üzerinde ki basınç-zaman ve deplasman-zaman verileri kaydedilmiştir. Test sonuçları, patlama sonrası tepe basıncı, çoklu yansımaların yarattığı basınç dalgalanmaları ve panelde oluşan yapısal hasarlar açısından kapsamlı şekilde değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, gaz betonun yakın patlama etkileri altındaki davranışı ortaya konmuş, tasarımcılar için kritik parametreler (tepe basıncı, impuls, deplasman kapasitesi, hasar

modları) belirlenmiş ve gelecekte yapılacak güçlendirme çalışmalarına yol gösterecek bulgular elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Gaz beton, Patlama Yükleri, Dinamik davranış, İç patlama, Yapısal hasar

EXPERIMENTAL AND NUMERICAL INVESTIGATION OF THE BEHAVIOR OF REINFORCED AAC PANELS UNDER INTERNAL BLAST LOADS

ABSTRACT

This study experimentally investigates the behavior of reinforced Autoclaved Aerated Concrete (AAC) panels under internal explosion loads. This study addresses a significant gap in the literature and provides critical engineering insights into the security of defense and industrial facilities. Within the scope of this research, significant explosion events that have occurred in Turkey and other countries worldwide are examined. Fundamental theoretical components such as the mechanisms of the explosion phenomenon, positive-negative phase behavior, TNT equivalence, scaled distance (Z), Kingery-Bulmash empirical relations, and the Friedlander wave model are explained in detail. Furthermore, existing international guidelines (UFC 3-340-02, ASCE Petrochemical Guide, NFPA 68, etc.) are reviewed to provide a framework for the methods used to determine explosion loads and apply them to structural design. Previous studies have shown that strengthening methods such as polyurea, CFRP, BFRP, and geopolymer coatings contribute significantly to the blast performance of AAC and brick walls. However, motivated by the lack of studies on reinforced AAC panels in the literature, this study investigated the behavior of reinforced AAC panels, particularly under implosion and close-range loading. In this context, a 4-meter-high and 6-meter-wide wall constructed by bonding 30 cm-thick, 60 cm-wide, and 6-meter-long reinforced AAC panels (manufacturer's adhesive) was tested in a 6x7x4 m reinforced concrete test structure. Piezoelectric pressure sensors, LVDT transducers, and high-speed camera systems were used in the explosion chamber. Two different TNT charges (477.3 g and 713.2 g) were detonated at distances of 2 m and 3 m, and pressure-time and displacement-time data on the aerated concrete wall were recorded. The test results were comprehensively evaluated in terms of post-explosion peak overpressure, oscillatory reflections, and structural damage patterns observed after the blast. In this study, the behavior of AAC under near-explosion effects was revealed, critical parameters for designers (peak pressure, impulse, displacement capacity, damage modes) were determined and findings that will guide future strengthening studies were obtained.

Keywords: Autoclaved Aerated Concrete (AAC), Blast Loads, Dynamic Response, Internal Explosion, Structural Damage

1. GİRİŞ

Patlama olayları, hem kasıtlı saldırılar hem de endüstriyel süreçlerde meydana gelen kazalar sonucunda yapılarda ciddi hasarlar oluşturan ani ve yüksek enerjili yüklemelerdir. Özellikle kapalı hacimlerde gerçekleşen iç patlamalar, şok dalgasının çoklu yansımaları ve gaz ürünlerinin sıkışması nedeniyle serbest alan patlamalarına kıyasla daha yüksek tepe basınçları ve impuls değerleri meydana getirir. Bu durum, kritik yapıların patlamaya karşı dayanımının doğru şekilde analiz edilmesini mühendislik açısından zorunlu hâle getirmektedir.

Dünya ve Türkiye’de yaşanan önemli patlama olayları, patlamanın yapılar üzerinde yarattığı yıkıcı etkileri açıkça göstermektedir. 1995 yılında gerçekleşen Oklahoma City saldırısı (Şekil 1), çok katlı betonarme bir yapının büyük bölümünün çöktüğü en yıkıcı örneklerden biridir. 2005 yılında Texas City BP Rafinerisi’nde meydana gelen patlama (Şekil 2), endüstriyel tesislerde proses güvenliğinin önemini vurgulamaktadır. Türkiye’de 2003’te HSBC Genel Merkezi (Şekil 3) ve 2007’de Ankara Anafartalar Çarşısı (Şekil 4) saldırıları, kentsel alanlarda patlama riskinin boyutlarının ortaya koymuştur.



Şekil 1. Oklahoma patlaması



Şekil 2. Texas City patlaması



Şekil 3.HSBC genel merkez binası patlaması

Şekil 4. Ankara Anafartalar çarşısı patlaması

Bu olaylar, patlama mühendisliği literatüründe yer alan pozitif–negatif faz, TNT eşdeğerliği, ölçeklendirilmiş mesafe (Z), Kingery–Bulmash ampirik bağıntıları ve Friedlander dalga modeli gibi temel kavramların önemini ortaya koymaktadır. Ayrıca UFC 3-340-02, ASCE Petrochemical Guide ve NFPA 68 gibi uluslararası kılavuzlar, patlama yüklerinin tanımlanması ve yapısal elemanlara uygulanmasına yönelik temel çerçeveyi sunmaktadır.

Literatürde poliürea, CFRP, BFRP ve jeopolimer kaplamalar ile güçlendirilmiş gaz beton ve tuğla duvarların dış patlama koşullarındaki davranışına ilişkin çok sayıda çalışma bulunmakla birlikte, donatılı gaz beton panellerin iç patlama etkisi altındaki performansı yeterince araştırılmış değildir. Bu eksiklik, özellikle yakın mesafeli patlamalarda hasar modlarının ve yapısal tepkinin doğru belirlenmesini güçleştirmektedir. Bu çalışma, donatılı gaz beton duvarların iç patlama yükleri altındaki davranışını tam ölçekli deneysel verilerle ortaya koyarak literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır. Elde edilen sonuçlar; tepe basıncı, impuls, deplasman ve hasar modları gibi tasarım açısından kritik parametrelerin daha doğru değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

2. GAZ BETON

Gazbeton (Autoclaved Aerated Concrete – AAC), hafifliği, yüksek ısı yalıtım kapasitesi, homojen gözenekli mikro yapısı ve endüstriyel ölçekte uygulanabilirliği nedeniyle günümüzde hem konut yapılarında hem de endüstriyel yapılarda yaygın kullanılan bir duvar malzemesidir. Silis kumu, kireç, çimento, su ve az miktarda alüminyum tozunun kimyasal reaksiyonu sonucu oluşan hidrojen gazının karışım içerisinde gözenek yapısı oluşturmasıyla elde edilen AAC, otoklav küründe tobermorit kristallerinin gelişmesi sayesinde boyutsal kararlılık ve belirli bir

mekanik dayanım kazanır (Narayanan & Ramamurthy, 2000; Hamad, 2014). AAC'nin yoğunluğu genellikle 400–800 kg/m³ aralığında olup, bu değer geleneksel betonun yaklaşık üçte biri düzeyindedir. Basınç dayanımı 2–7 MPa seviyelerinde değişmekte; dayanım–yoğunluk ilişkisi doğrusal olmayan bir eğilim göstermektedir (Michelini et al., 2023). Gözenek oranı arttıkça malzemenin mekanik özellikleri zayıflarken ısı performansı iyileşmektedir. Bu nedenle gaz beton, taşıyıcı olmayan bölme duvarı uygulamalarında hafiflik ve enerji verimliliği açısından önemli avantajlar sağlamaktadır.

Dinamik yükler altında gaz betonun davranışı, geleneksel beton malzemelerden belirgin şekilde farklılaşmaktadır. Gözenekli yapı, yüksek gerinim hızlarında çatlak başlama ve yayılma hızının artmasına, lokal hücre çökmesi ve kırılma davranışın belirginleşmesine neden olur (Xiong et al., 2025). Patlama yükleri altında bu mikro yapısal zayıflıklar; hücre duvarlarında ani kırılmalar, yüzey dökülmesi ('spalling'), ezilme bölgeleri ve eğilme–kayma etkileşimli hasar mekanizmaları şeklinde kendini göstermektedir (Liu et al., 2024).

Literatürde gaz betonun patlama dayanımının iyileştirilmesine yönelik çok sayıda güçlendirme yöntemi geliştirilmiştir. Poliürea kaplamalar gaz beton ve tuğla panellerde enerji yutma kapasitesini anlamlı ölçüde artırmış; CFRP ve BFRP şeritler yüzey sıyırılması ve arka yüzey kopmalarını azaltarak elemanın stabilitesini yükseltmiştir (Wang et al., 2018; Li et al., 2021). Geopolimer bazlı kaplamalar ise gözenekli malzemelerde termal ve mekanik dayanımın birlikte artırılabilirliğini göstermiştir (Liu et al., 2024). Ancak bu çalışmaların büyük bölümü dış patlama senaryolarına odaklanmakta ve yükün tek yönlü, sınırlı yansımali bir karaktere sahip olduğu durumları incelemektedir.

Buna karşın iç patlama koşullarında duvar elemanları çok daha karmaşık bir yükleme ile karşılaşmaktadır. Kapalı hacim içerisindeki çoklu yansımalar nedeniyle yansımış tepe basıncı, serbest alandaki patlamalara kıyasla birkaç kat artmakta; pozitif faz süresi uzamakta ve impuls değeri önemli ölçüde yükselmektedir (Kinney & Graham, 1985; Baker, 1973). Bu durum özellikle gevrek ve gözenekli malzemelerde, hasarın yerel ezilmeden ani çatlak yayılımına ve bazı durumlarda panel delmesine kadar ilerleyebilecek mekanizmalarla gelişmesine neden olmaktadır. Gaz betonun iç patlama altında sergilediği davranış, sınır koşulları, donatı düzeni, gözenek oranı ve blok birleşim detayları gibi parametrelerden güçlü şekilde etkilenmektedir.

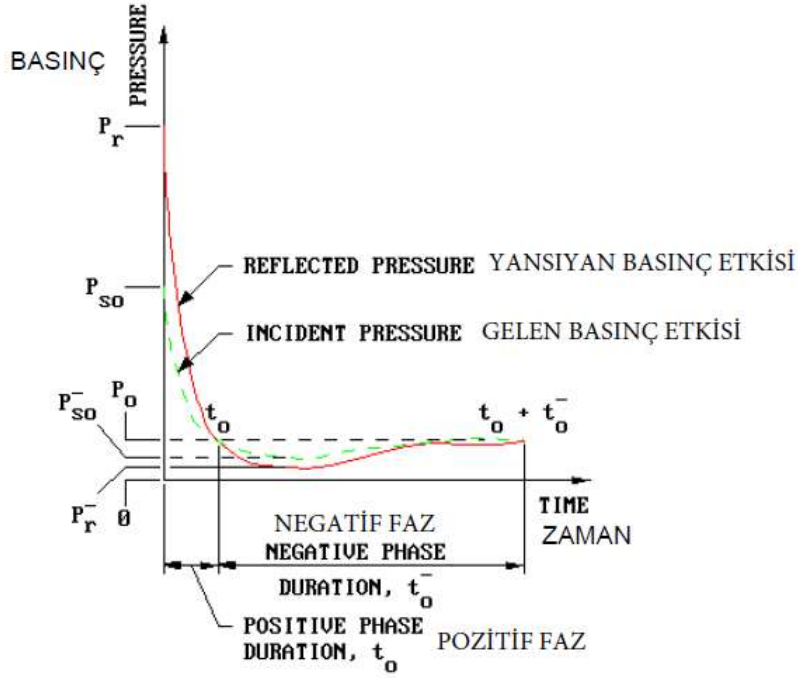
Mevcut literatürde donatısız veya kaplama ile güçlendirilmiş AAC paneller üzerinde çeşitli deneysel çalışmalar bulunmasına rağmen, donatılı gaz beton panellerin tam ölçekli iç patlama etkisi altındaki davranışı çok sınırlı şekilde incelenmiştir. Bu nedenle gaz betonun iç patlama

altında gerçek yapısal performansının belirlenmesi, hem mühendislik uygulamaları hem de güvenlik tasarımları açısından kritik bir gerekliliktir. Bu tez kapsamında yürütülen deneysel çalışma, donatılı gaz beton duvarların yakın mesafe patlamalarda enerji yutma kapasitesini, yer değiştirme davranışını ve hasar şekillerini ortaya koyarak literatürdeki önemli bir boşluğa katkı sağlamaktadır.

3. PATLAMA OLAYI

Patlama, ani enerji salınımı sonucu yüksek şiddetli bir şok dalgasının oluşmasıyla ortaya çıkan, çok kısa sürede büyük basınç değerleri üreten dinamik bir olaydır. Patlama dalgasının yayılımı, çevre koşullarına, patlayıcının türüne, yükleme geometrisine ve patlamanın gerçekleştiği hacme bağlı olarak önemli farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle patlama yüklerinin doğru tanımlanması, mühendislik yapılarının güvenli tasarımı açısından kritik bir öneme sahiptir (Baker, 1973; Kinney & Graham, 1985). Bir patlamanın ardından oluşan şok dalgası iki temel fazdan oluşur: pozitif faz ve negatif faz. Pozitif faz, patlama noktasından yayılan yüksek enerjili şok dalgasının oluşturduğu ani tepe aşırı basıncı (P_{so}) ve bunu takip eden giderek azalan basınç eğrisini içerir. Negatif faz ise pozitif faz sona erdikten sonra ortaya çıkan, çevre basıncının altına düşen ve yapıda çekme etkisi oluşturabilen vakum benzeri düşük basınç bölgesidir. Patlama etkilerinin yapısal hasara yol açmasında en belirleyici parametreler tepe basıncı, impuls, pozitif faz süresi ve kapalı hacimlerde yansımış basınçtır (Henrych, 1979). (Şekil.5)

Serbest Hava Patlaması için Basınç-Zaman Değişimi



Şekil 5. Serbest hava patlaması için basınç- zaman değişimi

Patlamanın şiddetini belirlemede en yaygın kullanılan kavramlardan biri ölçeklendirilmiş mesafe (Z) bağıntısıdır:

$$Z = \frac{R}{W^{1/3}}$$

Burada R patlayıcı ile hedef arasındaki mesafe, W ise TNT eşdeğeri patlayıcı kütlesidir. Z değeri üzerinden Kingery–Bulmash (1984) ampirik ilişkileri kullanılarak tepe basıncı, pozitif faz süresi ve impuls gibi temel patlama parametreleri hesaplanmaktadır. Bu ilişkiler günümüzde CONWEP modeli başta olmak üzere birçok sayısal patlama analiz yazılımının temelini oluşturmaktadır (TM 5-1300; UFC 3-340-02).

Patlama yüklerinin zamanla değişimini tanımlamak için yaygın olarak kullanılan bir diğer yaklaşım Friedlander dalga modelidir. Bu modelde basınç-zaman geçmişi tepe aşırı basınç, sönüm katsayısı ve pozitif faz süresi üzerinden tanımlanan analitik bir fonksiyonla ifade edilir (Friedlander, 1946). Model, özellikle dış patlamaların serbest alan davranışının sade ve güvenilir şekilde temsil edilmesinde etkili bir yöntemdir.

Patlayıcı türlerinin karşılaştırılması için mühendislik uygulamalarında sıklıkla TNT eşdeğerliği kullanılır. TNT, kontrollü patlama karakteri ve yüksek enerjisi nedeniyle referans patlayıcıdır. Diğer patlayıcıların enerji salınımı ve patlama verileri TNT'ye dönüştürülerek farklı tipte patlayıcıların aynı ölçek üzerinden değerlendirilmesi sağlanır (Cooper, 1996; Formby & Wharton, 1996).

İç patlama durumları, mühendislik açısından dış patlamalara göre çok daha karmaşık yükleme koşulları yaratır. Kapalı hacimde şok dalgası duvarlardan çoklu kez yansıdığı için yansımış basınçlar serbest alan basıncının birkaç katına kadar çıkabilir. Ayrıca pozitif faz süresi göreceli olarak uzar ve patlamadan sonra hacimde kalan gaz ürünlerinin sıkışması nedeniyle yarı-statik basınç etkisi oluşur. Bu uzun süreli itme kuvveti, özellikle gevrek ve hafif duvar sistemlerinde kritik hasarların gelişmesine yol açabilir (Alsayed et al., 2012; Zhou & Kuznetsov, 2020). Yakın mesafe patlamalarda duvar elemanlarında yaygın olarak görülen hasar mekanizmaları; yüzey dökülmesi ('spalling'), yerel ezilme bölgeleri, eğilme-kayma etkileşimli kırılmalar, çatlak ağının hızlı yayılması ve bazı durumlarda panel delinmesi şeklinde raporlanmıştır (Liu et al., 2024; Wang et al., 2018). Bu hasar davranışının karakteri, sadece patlama büyüklüğüne değil, malzemenin mikro yapısına, yoğunluğuna, donatı düzenine ve sınır koşullarına bağlıdır. Bu nedenle iç patlama etkilerinin doğru modellenmesi hem savunma yapıları hem de endüstriyel tesisler için hayati öneme sahiptir. Özellikle gazbeton gibi gözenekli ve hafif malzemelerde, patlama ile oluşan yüksek gerinim hızlarının mikro yapısal kırılma mekanizmalarını hızlandırması nedeniyle, gerçek davranışın deneysel çalışmalarla ortaya konması mühendislik açısından gereklidir. Bu çalışmada kullanılan deney parametreleri ve ölçüm düzenekleri, literatürde önerilen teorik ve ampirik modellerle uyumlu olacak şekilde seçilmiş olup, elde edilen sonuçlar hem mevcut modellerin doğrulanması hem de iç patlama tasarımına yönelik yeni bulgular sunması açısından önem taşımaktadır.

4. DENEYSEL ÇALIŞMA

Bu çalışma kapsamında donatılı gaz beton panellerin iç patlama yükleri altındaki davranışını incelemek amacıyla tam ölçekli bir deney programı yürütülmüştür. Deneyler, 6 m genişlik, 7 m uzunluk ve 4 m yükseklik olmak üzere toplam iç hacmi yaklaşık 168 m³ olan betonarme bir patlama odası içinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 6). Odanın duvar, taban ve tavan kalınlıkları 50 cm olup, kullanılan betonun basınç dayanımı 35 MPa, donatı akma dayanımı ise 420 MPa'dır. Bu sağlam sınır koşulları, iç patlamalarda yansıyan basıncın yükselmesine ve pozitif fazın

uzamasına neden olan kapalı hacim etkisini kontrollü bir şekilde inceleme imkânı sağlamıştır (UFC 3-340-02, 2014).



Şekil 6. Betonarme kapalı patlatma test odası

4.1. Gaz Beton Panelin Hazırlanması

Deney numunesini oluşturmak için 6 m uzunluğunda, 30 cm kalınlığında ve 60 cm yüksekliğinde donatılı gaz beton bloklar kullanılmıştır. Bu bloklar, üreticinin önerdiği özel AAC yapıştırıcısı ile birbirine bağlanarak toplam 4 m yüksekliğinde ve 6 m uzunluğunda bir duvar paneli elde edilmiştir. Panel, geleneksel örme sırasının tersine, önce üst kotlardan başlanarak aşağı doğru örülmüş, böylece forklift ile kontrollü yerleştirme ve hizalama sağlanmıştır. Her blok yerleştirildikten sonra düşey doğrultuda eksenel hizalama yapılmış, yan yüzeylerde çelik ankrajlarla panelin betonarme sınır elemanlarına bağlantısı sağlanmıştır. Bu yöntem, patlama altında panelin devrilmesini önlemek ve gerçek yapılardaki bağlantı koşullarını temsil etmek amacıyla uygulanmıştır. (Şekil.7-8)

Duvar sisteminin iç yüzeyi boyunca bloklar arasında homojen derz kalınlığı elde edilmesine özen gösterilmiş, böylece patlama sonrası hasar dağılımının derzlerde lokal yığılma

oluşturmaksızın okunabilmesi hedeflenmiştir. Gaz betonun donatılı şekli tercih edilerek, panelin sadece gevrek malzeme davranışı değil, aynı zamanda donatıyla sağlanan sınırlı sünek kapasitesi de değerlendirilmiştir (Liu et al., 2024).

Şekil 7. Tavandan tabana duvar örüm işlemi



Şekil 8. Duvarın önden görünüşü



4.2. Ölçüm Sistemleri

Deneylerde patlama sırasında oluşan basınç-zaman geçmişini, panel yer değiştirmesini (deplasmanını) ve hasar gelişimini kaydetmek amacıyla üç temel ölçüm sistemi kullanılmıştır:

4.2.1. Basınç Sensörü

Test odasının ölçüm duvarında 150 mm çapında bir sensör açıklığı oluşturulmuş ve bu alana iç yüzeyle aynı hizada monte edilen bir piezoelektrik basınç sensörü yerleştirilmiştir. (Şekil.9) Sensörün iç yüzeye gömülü şekilde yerleştirilmesi, patlama dalgasının yansıma etkilerini doğru şekilde ölçmeye imkân vermiştir. Sensör verileri, yüksek örnekleme hızına sahip bir veri toplama sistemine bağlanmış ve patlama anında yakın alan basınç-zaman geçmişi elde edilmiştir.



Şekil 9. Duvarın önden görünüşü

4.2.2. LVDT Deplasman Ölçer

Panelin yapısal tepkisini belirlemek amacıyla, panel arka yüzünde orta eksene bir LVDT deplasman sensörü monte edilmiştir. Bu sensör, patlama basıncının panelde oluşturduğu ani eğilme ve yer değiştirme davranışını yüksek zaman çözünürlüğü ile kaydetmiş (Şekil.10); elde edilen veriler panel rijitliği, enerji yutma kapasitesi ve hasar modlarının analizi için kritik önem taşımıştır (Haque et al., 2016).

4.2.3. Yüksek Hızlı Kamera

Panel yüzeyindeki çatlak oluşumu, parça kopması, yüzey dökülmesi ve genel hasar ilerlemesini takip edebilmek için patlama odasının güvenli bölgesine konumlandırılmış yüksek hızlı kamera kullanılmıştır. Görüntüler, patlama sonrası hasar tipinin (eğilme kırılması, ezilme zonları, derz ayrılması vb.) belirlenmesinde destekleyici veri sağlamıştır (Şekil.10).



(a)



(b)

Şekil 10. LVDT ölçüm cihazı(a) ve gözlem penceresi(b)

4.3. Patlayıcı Yükler ve Deney Senaryoları

Deneylerde iki farklı TNT kütlesi kullanılmıştır:

477.3 g TNT – 2 m mesafe (Şekil.11)

713.2 g TNT – 3 m mesafe (Şekil.12)

Her iki durumda patlayıcı, duvar merkez eksenine hizalanarak yerden 2 m yükseklikte asılmıştır. Bu yükseklik, şok dalgasının panel yüzeyine homojen şekilde gelmesini ve hem eğilme hem de kesme etkilerinin değerlendirilmesini sağlamıştır. Patlayıcılar silindirik metal muhafaza içinde hazırlanmış ve ateşleme uzaktan kontrollü elektrikli tetikleme sistemi ile gerçekleştirilmiştir.

**Şekil 11.** İlk deney TNT patlayıcı**Şekil 12.** İkinci deney TNT patlayıcı

Patlama yüklerinin seçimi, Kingery–Bulmash (1984) eşitlikleri üzerinden hesaplanan ölçeklendirilmiş mesafe değerlerinin yakın mesafe iç patlama aralığına karşılık gelecek şekilde belirlenmesiyle yapılmıştır. Böylece panelin hem küçük ölçekli yerel (lokal) hasar hem de genel panel davranışı açısından kritik çalışma aralığı değerlendirilmiştir.

4.4. Deney Süreci

Her deney öncesi sensör kalibrasyonları yapılmış, panel yüzeyi işaretlenerek potansiyel çatlak oluşum bölgeleri belirlenmiştir. Ateşleme sonrası basınç sensörü verileri doğrudan veri kaydediciye aktarılmış; LVDT tarafından kaydedilen deplasman-zaman geçmişi eşzamanlı olarak kaydedilmiştir. Yüksek hızlı kamera görüntüleri ise 1000 fps üzerinde çalıştırılarak çatlak başlangıcı ve ilerleme hızı ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Deneyler sonrası panel yüzeyi, derz bölgeleri, donatı çevresi ve arka yüzey sistematik şekilde incelenmiş; hasar türleri literatürde sınıflandırılan patlama sonrası tipik kırılma modları ile karşılaştırılmıştır (Wang et al., 2018; Zhou & Kuznetsov, 2020). Bu deneysel kurgu ile amaç, donatılı gaz beton panellerin gerçek ölçekte, yakın mesafe, iç patlama koşullarında sergilediği davranışı bütünsel olarak ortaya koymaktır. (Şekil.13)



Şekil 13. Test düzeneği

5. BULGULAR

Bu çalışmada donatılı gaz beton panelin iç patlama yüküne verdiği dinamik tepki, basınç–zaman ve yer değiştirme–zaman ölçümleri üzerinden değerlendirilmiştir. Patlama sonrası panel yüzeyinde gözlenen çatlak oluşumları, derz davranışları ve yerel ezilmeler deneysel bulgulara dâhil edilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 14. Birinci patlama sonrası



(a)



(b)

Şekil 15. İkinci patlama sonrası

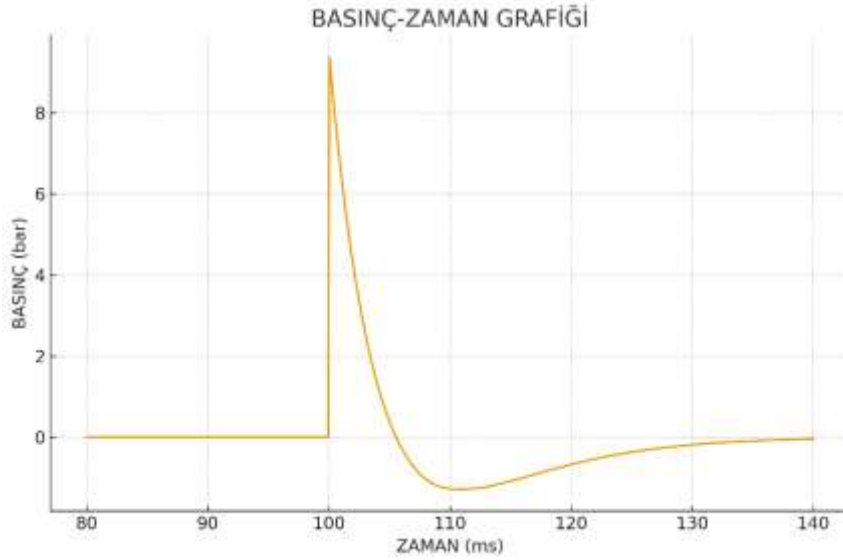
5.1. Basınç-Zaman Davranışı

Deney sırasında piezoelektrik sensörden elde edilen basınç kaydı, patlama anında tipik bir iç patlama karakteristiği sergilemiştir. Grafik, yaklaşık 9–10 bar seviyesine ulaşan ani bir tepe aşırı basınca işaret etmektedir. Bu keskin pik, hem TNT yükünün yakın mesafede olmasından hem de patlama odasının kapalı hacim etkisinden kaynaklanan yansımış basınçların birleşik etkisini göstermektedir.

Tepe basıncı sonrasında basınç, çok hızlı bir düşüş eğilimine girmiş ve 100–110 ms aralığında sönümlü bir davranış sergilemiştir. Bu bölgede görülen düzensiz salınımlar, şok dalgasının

duvar yüzeyinde çoklu yansımalarla uğraması sonucu oluşan refleksiye–interferans etkilerinin bir göstergesidir. Pozitif fazın devam eden kısmında basınç yavaşça azalarak yarı-statik seviyeye inmiştir.

Bu bulgular, panelin patlama anında çok yüksek bir impuls etkisine maruz kaldığını ve patlama odasının yutuculuğunun sınırlı olması nedeniyle pozitif faz süresinin dış patlamalara kıyasla belirgin şekilde uzadığını göstermektedir. (Şekil.16)



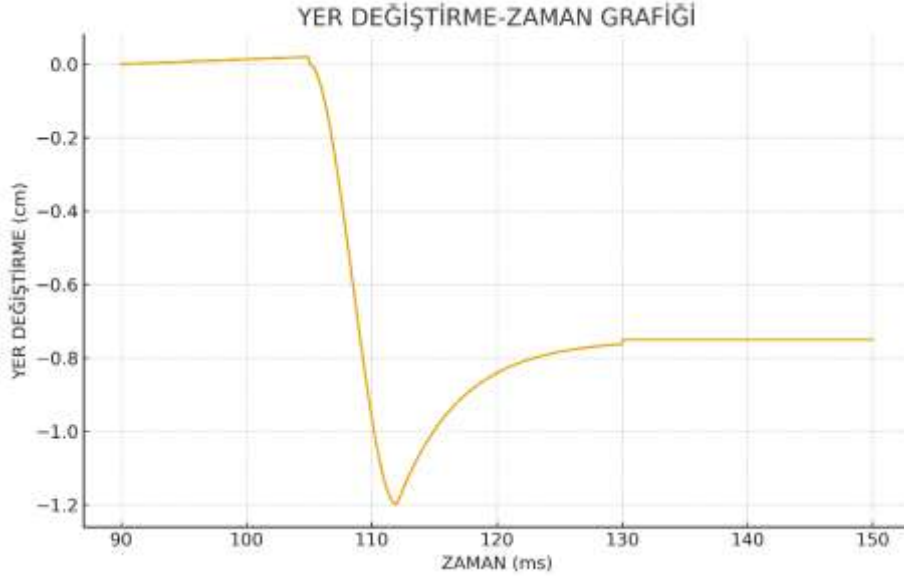
Şekil 16. Basınç-Zaman grafiği

5.2. Yer Değiştirme–Zaman Davranışı

Panelin arka yüzeyine yerleştirilen LVDT sensöründen elde edilen yer değiştirme–zaman grafiği, patlamanın panel üzerinde oluşturduğu dinamik deformasyonu açıkça ortaya koymaktadır. Patlama anını takiben panelin merkezi hızlı şekilde deplasman yapmış ve yaklaşık –1.2 cm civarında maksimum yer değiştirmeye ulaşmıştır.

Bu maksimum değer, panelin patlama yükü altında eğilme modunda çalıştığını, şok dalgasının ani etkisiyle geriye doğru itildiğini göstermektedir. Deplasman pik değerinden sonra panelin geri dönmeye başladığı ancak başlangıç pozisyonuna tam olarak dönemeyerek kalıcı bir deformasyon bıraktığı görülmüştür. Kalıcı deplasman, patlama sonucu panel içinde oluşan çatlakların rijitliği azalttığını göstermektedir.

Grafik üzerinde patlama sonrası görülen yüksek frekanslı küçük genlikli titreşimler, panelin gözenekli mikro yapısı ve donatının kısmi enerji dağılımı nedeniyle gelişen doğal titreşim modlarına işaret etmektedir. (Şekil.17)



Şekil 17. Yer değiştirme -Zaman grafiği

6. SONUÇ

Bu çalışma kapsamında donatılı gaz beton panelin iç patlama yükleri altındaki davranışı tam ölçekli bir deney ile incelenmiş ve panelin dinamik tepkisi basınç-zaman ile yer değiştirme-zaman ölçümleri üzerinden kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. Elde edilen deneysel sonuçlar, gaz beton malzemenin kapalı hacim patlamalarındaki performansına ilişkin önemli mühendislik çıktıları sağlamaktadır

Deney sırasında kaydedilen basınç-zaman verileri, patlama anında yaklaşık 9-10 bar seviyesinde yüksek bir tepe aşırı basınç oluştuğunu göstermiştir. Bu değer, kapalı patlama odasındaki çoklu yansımaların etkisiyle yükselmiş ve panel üzerinde kısa sürede yüksek genlikli bir yük uygulanmasına neden olmuştur. Pozitif fazın uzaması, iç patlamalara özgü yarı-statik basınç etkisinin varlığını doğrulamış ve panelin üzerinde sürekli bir itme kuvveti yaratarak deformasyon miktarını artırmıştır.

Panelin arka yüzeyine yerleştirilen LVDT sensöründen elde edilen yer değiştirme–zaman verileri, patlama basıncının etkisiyle panelde yaklaşık –1.2 cm seviyesinde maksimum deplasman oluştuğunu göstermiştir. Maksimum deplasman sonrası panelde geri toparlanma davranışı görülmüş, ancak başlangıç konumuna tam olarak dönemeyerek kalıcı (rezidüel) deformasyon bırakmıştır. Bu durum, patlama sırasında panel içinde çatlak oluştuğunu ve malzeme rijitliğinin kısmen azaldığını işaret etmektedir.

Hasar gözlemleri, yüzeysel çatlakların ve derzlerde kısmi açılmaların oluştuğunu, ancak panelin bütünlüğünü koruduğunu, bloklarda parçalanma veya duvar genelinde göçme meydana gelmediğini göstermiştir. Bu sonuç, donatılı gaz betonun yakın mesafe iç patlama senaryosunda dahi belirli bir dayanım ve enerji yutma kapasitesi sergilediğini ortaya koymaktadır. Bu davranış özellikle gevrek bir malzeme davranışına sahip gaz beton panellerde donatının önemli katkısına ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

- Alsayed, S. H., Al-Zaid, R., Siddiqui, N. A., & Abbas, H. (2012). Response of sandwich panels to air blast load. *International Journal of Impact Engineering*, 49, 50–62.
- Baker, W. E. (1973). *Explosions in air*. University of Texas Press.
- Cooper, P. W. (1996). *Explosives engineering*. Wiley.
- Formby, S. A., & Wharton, R. K. (1996). Blast characteristics and TNT equivalence values for some commercial explosives detonated at ground level. *Journal of Hazardous Materials*, 50, 183–198.
- Friedlander, G. (1946). The diffraction of blast waves. Los Alamos Scientific Laboratory Report.
- Hamad, A. J. (2014). Materials, production, properties and application of aerated lightweight concrete. *International Journal of Materials Science and Engineering*, 2(2), 152–157.
- Haque, M. N., Said, M., & Mutalib, A. A. (2016). Numerical investigation of wall panels under blast loading using LS-DYNA. *Latin American Journal of Solids and Structures*, 13, 480–497.
- Henrych, J. (1979). *The dynamics of explosion and its use*. Elsevier.
- Kingery, C. N., & Bulmash, G. (1984). Airblast parameters from TNT spherical air burst and hemispherical surface burst. U.S. Army Ballistic Research Laboratory.
- Kinney, G. F., & Graham, K. J. (1985). *Explosive shocks in air* (2nd ed.). Springer.
- Lee, J., & Fenves, G. L. (1998). Plastic-damage model for cyclic loading of concrete structures. *Journal of Engineering Mechanics*, 124(8), 892–900.
- Li, X., Zhang, Y., & Zhou, B. (2021). Blast performance of BFRP-strengthened AAC walls. *Construction and Building Materials*.
- Liu, S., Xu, X., Zhang, Y., Zhou, B., & Yang, K. (2024). Numerical simulation of autoclaved aerated concrete masonry wall subjected to close-in explosion. *Scientific Reports*, 14.
- Michelini, E., Ferretti, D., & Pizzati, M. (2023). Influence of density on fracture energy of AAC. *Construction and Building Materials*, 400, 132547.
- Narayanan, N., & Ramamurthy, K. (2000). Structure and properties of aerated concrete: A review. *Cement and Concrete Composites*, 22, 321–329.
- TM 5-1300. (1990). *Structures to resist the effects of accidental explosions*. U.S. Department of the Army.
- UFC 3-340-02. (2014). *Structures to resist the effects of accidental explosions*.
- Wang, Z., Li, Y., & Chen, H. (2018). Polyurea-strengthened brick and AAC walls under blast loading. *Engineering Structures*.



- Xiong, Y., et al. (2025). Dynamic fracture behavior of AAC under high strain rates. *Journal of Building Engineering*.
- Zhou, X. Q., & Kuznetsov, V. (2020). Modelling internal blast loading in confined spaces. *International Journal of Protective Structures*, 11(4), 512–532.

BİR EPİTERMAL ALTIN CEVHERLEŞMESİNDE AĞIR METAL ELEMENTLERİNİN KONUMSAL DAĞILIMININ İNCELENMESİ

Erkan YILMAZER

Aksaray University, Department of Geological Engineering, Aksaray

ORCID: 0000-0001-9921-9237

Murat KAVURMACI

Aksaray University, Department of Geological Engineering, Aksaray

ORCID: 0000-0003-3625-9404

ÖZET

Altın, bir ülkenin kalkınması ve teknolojik gelişmesinde rolü olan en önemli metallerden birisidir. Ancak arama faaliyetlerinin yüksek maliyetli olması, altın keşiflerini olumsuz olarak etkilemektedir. Birçok şirket, arama aşamasında ortaya çıkan zaman ve maliyet kayıplarını azaltmak amacıyla çeşitli araştırma yöntemleri ve değerlendirme tekniklerinden yararlanmaktadır. Özellikle interpolasyon teknikleri kullanılarak üretilen anomali dağılım haritaları potansiyel cevherli sahaların keşfi için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Konya il sınırları içerisinde yer alan İnlice epitermal altın cevherleşmelerinden toplanan 81 adet toprak örneğinin jeokimyasal analiz sonuçları değerlendirilmiş ve epitermal sahalarda altın elementi ile birlikte zenginleşmesi muhtemel olan arsenik (As), gümüş (Ag), antimon (Sb), bakır (Cu), mangan (Mn), kurşun (Pb) ve çinko (Zn) elementlerinin saha içerisindeki konumsal dağılımları araştırılmıştır. Birinci aşamada her bir element için konumsal dağılım haritaları üretilmiştir. Dağılım haritalarının üretilmesinde güvenilir sonuçlar verdiği için Kriging interpolasyon yöntemi tercih edilmiştir. Her bir konumsal dağılım haritası için tepe değerli modeller (küresel model, exponential model, vb) test edilmiştir. Exponential model hataların ortalama karekökü değerine göre konumsal dağılım haritası çizilmesi için en uygun model olarak belirlenmiştir. Sonraki aşamada vektör formatta çizilen konumsal dağılım haritaları kendi içerisinde yeniden sınıflandırılarak raster haritalara dönüştürülmüştür. Özellikle altın, arsenik, gümüş, antimon ve kısmen bakır elementleri ile uyumlu anomali dağılımı göstermiş ancak kurşun, çinko ve mangan elementleri ile uyumlu anomali dağılımı göstermemiştir. Anomalinin güneye doğru genişlemesindeki en büyük etken bu bölgede altın, gümüş, antimon ve arsenik değerlerinin artış göstermesidir. Altın içerme potansiyeli en yüksek olan toprak örnekleri sırası ile S-64, S-79, S-78 ve S-60 iken en düşük değerler S-3, S-13 ve S-4 örnekleme noktaları için ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İnlice, altın, interpolasyon, kriging, konumsal dağılım

INVESTIGATION OF SPATIAL DISTRIBUTION OF HEAVY METAL ELEMENTS IN AN EPITHERMAL GOLD MINERALIZATION

ABSTRACT

Gold is one of the most important metals that plays a role in a country's development and technological progress. However, the high cost of exploration negatively affects gold discoveries. To prevent the temporal and financial losses encountered during the gold exploration stage, many companies employ various exploration methods and evaluation techniques. In particular, anomaly distribution maps produced using interpolation techniques are widely used for the determination of potential ore-bearing areas. In this study, the geochemistry of 81 soil samples collected from the İnlice epithermal gold mineralization in Konya was examined. The spatial distributions of arsenic (As), silver (Ag), antimony (Sb), copper (Cu), manganese (Mn), lead (Pb), and zinc (Zn) elements that are highly likely to be enriched together with gold in epithermal systems were investigated. In the first stage, Spatial distribution maps for each element were generated using the Kriging interpolation method, selected for its predictive reliability. Multiple variogram models (spherical, exponential, etc.) were evaluated, and the exponential model was identified as the most appropriate based on root-mean-square error performance. In the next stage, vector-based spatial maps were subsequently drawn in vector format reclassified and converted to raster format. The results show that gold, arsenic, silver, antimony and partly copper exhibit coherent and overlapping anomaly patterns, whereas lead, zinc, and manganese do not display compatible distributions. The southward expansion of the anomaly is primarily attributed to increased concentrations of gold, silver, antimony, and arsenic in this area. The highest gold-bearing potentials were observed in samples S-64, S-79, S-78, and S-60, while the lowest values measured at sampling points S-3, S-13, and S-4. The highest gold-bearing potentials were identified in samples S-64, S-79, S-78, and S-60, whereas the lowest concentrations were recorded at sampling points S-3, S-13, and S-4.

Keywords: İnlice, gold, interpolation, kriging, spatial distribution

1.GİRİŞ

Metal madenlerinin aranmasındaki temel amaç, cevherleşmeyi kontrol eden jeolojik süreçlerin sahadaki izlerini belirleyerek cevherli ve alterasyon zonların konumsal sınırlarının ortaya konmasıdır. Geleneksel arama yöntemler, cevherleşmenin genel jeolojik çerçevesini ortaya koymakla birlikte, hidrotermal sistemlerdeki küçük ölçekli jeokimyasal heterojenliğini

yakalamada sınırlı kalmaktadır. Örneğin, uzaktan algılama yöntemler epidermal sistemlerin kil-silis alterasyon zonlarını veya skarn zonlarını ayırt etmede oldukça başarılıdır (Rowan & Mars, 2003); ancak altın ve çoğu iz elementin ppm–ppb seviyesinde bulunması nedeniyle doğrudan cevherleşmelerin tespitinde yeterli duyarlılığı sağlamamaktadır. Benzer şekilde bazı jeofizik yöntemler (sismik ve elektrik gibi) yapısal hatları ve bazı zonları tanımlamada etkili olsa da, metal dağılımlarının küçük ölçekli değişimlerini tespit etmede başarısızdır. Bu nedenle, düşük tenörlü cevherleşmelerde gerçekleştirilen yüzey jeokimyası çalışmaları, özellikle toprak ve dere sedimanlarından yapılan jeokimyasal çalışmalar, halen en yüksek duyarlılığa sahip arama yöntemlerinden biridir. Özellikle saha içerisindeki element dağılımını bilmek isteyen maden jeologları, çok sayıda sistematik örnekleme yaparlar. Jeokimyasal çalışmalarda genellikle iz sürücü (pathfinder) ve hedef element (target) ile birlikte o tip maden yatağına özgü zenginleşmesi muhtemel elementler analiz edilir. Çoğu durumda örnekleme noktaları arasındaki mekansal dağılım ve bağlantılar, jeokimyasal sistemin davranışını ve dinamiklerini açıklamada önemli bir rol oynar. Bazı durumlarda ise yüzeydeki jeokimyasal tepki, ele alınan her bir element için farklı olabileceği için sistemdeki hedef elementle ilişkili tüm diğer elementlerin değerlendirildiği farklı istatistiksel yöntemlerin geliştirilmesini gerektirebilir. Bu doğrultuda bazı indeks hesaplamaları ve overlay analizleri de değerlendirmelere entegre edilebilir (Yılmaz ve diğ., 2021). Maden arama çalışmalarının hemen hemen hepsinde hedef bölgelerde, geniş örnekleme programları yürütülmekte olup, elde edilen noktasal veriler, konumsal analiz ve enterpolasyon yöntemleriyle alansal verilere dönüştürülmektedir. Bu sayede arama yapılacak alanların belirlenmesi yani alan daraltılmasının yapılmaktadır. CBS ve jeostatistiksel yaklaşımların bir arada kullanılması, elementlerin dağılım desenlerinin belirlenmesinde, bu desenlerin jeolojik süreçlerle ilişkilerinin anlaşılmasında ve potansiyel cevherleşme bölgelerinin (dar alanların) tanımlanmasında önemli avantajlar sunmaktadır. Özellikle kriging gibi jeostatistiksel enterpolasyon yöntemler, anomali dağılım haritalarının yüksek doğrulukla oluşturulmasına olanak tanımakta ve ileri arama safhalarında karar vericilere bilimsel temelli destek sağlamaktadır.

Bu çalışma, Konya il sınırları içinde bulunan ve halihazırda işletilen bir cevherleşme olan İnlice Epidermal cevherleşmeleri bölgesinden alınan toprak örneklerinin jeokimyasal özelliklerinin CBS tabanlı konumsal analiz yöntemleriyle değerlendirilmesini içermektedir. İncelemede, jeokimyasal sonuçlarının dağılımını en düşük hata ile yansıtan en uygun enterpolasyon modelinin belirlenmesi ve cevherleşmeler ile ilişkili olduğu düşünülen bazı elementlerinin

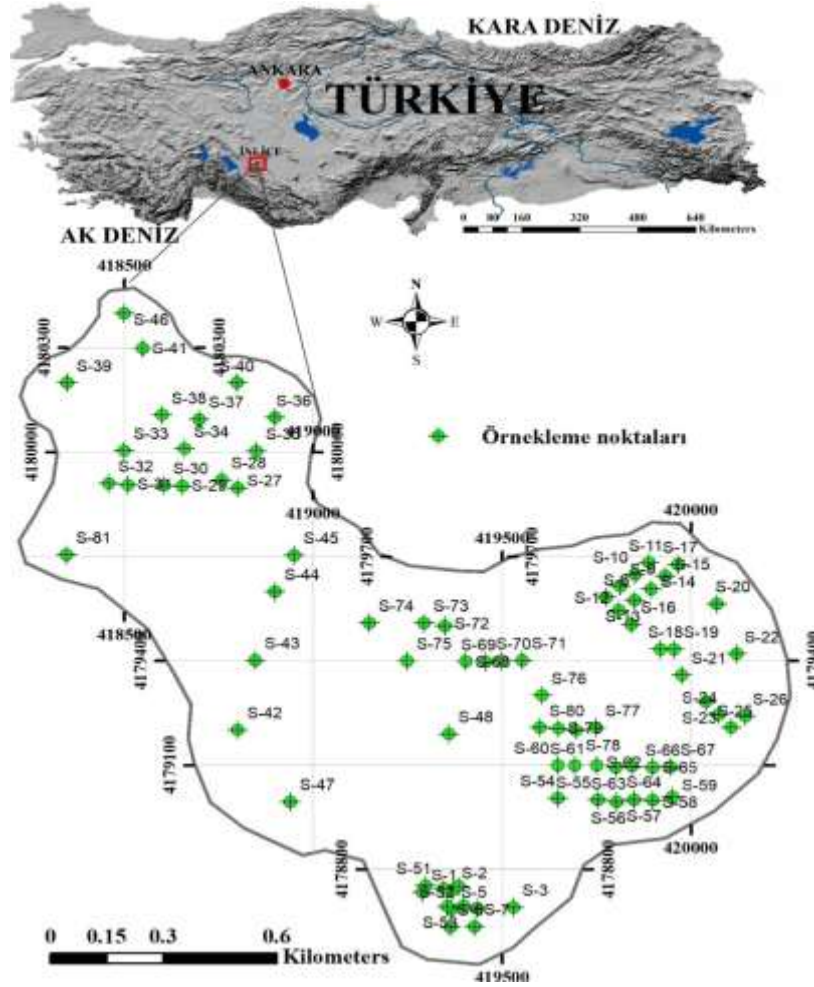
mekânsal dağılım modellerinin oluşturulması hedeflenmiştir. Böylece, altın potansiyeli yüksek alanların daha doğru belirlenmesi ve sondaj gibi ileri arama aşamalarında oluşabilecek ekonomik ve zamansal kayıpların azaltılması amaçlanmıştır. Çalışmanın veri setini, bölgeden toplanan 81 adet toprak örneğinin jeokimyasal analiz sonuçları oluşturmaktadır. İnceleme kapsamında yalnızca altın (Au) değil, epitermal sistemlerde zenginleşme gösterebilen bazı izleyici (pathfinder) elementlerden olan arsenik (As), gümüş (Ag), antimon (Sb), bakır (Cu), mangan (Mn), kurşun (Pb) ve çinko (Zn) elementleri de ele alınmıştır. Bu 8 farklı elementin sahadaki dağılımını modellemek için jeostatistiksel yöntemlerden Kriging interpolasyon tekniği tercih edilmiştir. Çalışma kapsamında; küresel (spherical), üstel (exponential), gauss ve doğrusal (linear) varyogram modelleri test edilmiş, hataların ortalama karekökü (RMSE) değerlerine göre en uygun model belirlenmiş ve bu modele dayalı olarak üretilen anomali haritaları jeolojik verilerle bütüncül bir yaklaşımla yorumlanmıştır. Bu doğrultuda yapılan çalışmaların, altın potansiyeli yüksek alanların kolaylıkla ve daha yüksek doğrulukla belirlenmesi ve dolayısıyla ekonomik ve zamansal kayıpların önüne geçilebilmesi amaçlanmış ve benzer başka çalışmalara öncülük edeceği düşünülmüştür.

2. ARAŞTIRMA ve BULGULAR

2.1. Çalışma Alanı ve Analitik Prosedür

Çalışma alanı, Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'nde, Konya şehir merkezinin 35 km BGB'sında ve $37^{\circ}45'50.00''N-32^{\circ}04'20.00''E$ ile $37^{\circ}45'05.00''N-32^{\circ}06'00.00''E$ koordinatları arasında yer almaktadır (Şekil 1). Çalışma sahası, bölgesel volkanizma ve tektonik hatların kontrol ettiği bir alan içerisinde konumlanmış olup, jeomorfolojik açıdan düzensiz ve yer yer yüksek topografik birimlerle karakterizedir. Özellikle kuzey ve kuzeydoğu kesimlerinde yükselti farklarının belirgin olduğu topoğrafya, genç tektonizmanın etkilerini yansıtmaktadır. Çalışma kapsamında toplam 81 adet toprak örneği değerlendirilmiştir. Örnekler, yüzeyde biyolojik süreçlerden ve antropojenik etkilerden daha az etkilenen organik maddece zengin A horizonunun altında, yaklaşık 30–45 cm derinliklerden alınmıştır. Örnekleme sırasında GPS doğruluk kontrolleri yapılmış, örnek noktalarının seçiminde sahayı temsil etmesine dikkat edilmiştir. Laboratuvara ulaştırılan numuneler, analiz öncesinde oda sıcaklığında doğal koşullarda kurutulmuş, (varsa) iri taneli materyaller ve organik kök parçaları uzaklaştırılmış; kimyasal içeriği değiştirebilecek herhangi bir öğütme, eleme veya yıkama işlemi uygulanmamıştır. Bu yaklaşım, örneklerin doğal element içeriklerini korumak amacıyla tercih edilmiştir. Element analizleri, uluslararası akreditasyona sahip ACME Analytical Laboratuvarlarında ICP cihazları ile gerçekleştirilmiş,

cihaz kalibrasyonları, standart referans materyaller ve laboratuvar içi kalite kontrol örnekleri aracılığıyla doğrulanmıştır.



Şekil 1. İnceleme alanı yer bulduru haritası

2.2. Çalışma Alanının Jeolojisi

Bölgenin temelini, Miyosen öncesinde oluşmuş metamorfik ve tortul kayalar ile ofiyolitik birimler meydana getirmektedir. Gökçeyurt Grubu olarak bilinen bu temel istif, kendi içinde yanal ve düşey geçişli üç ayrı formasyona ayrılmaktadır. Bunlar Üst Permiyen yaşlı Derbent Formasyonu, Üst Permiyen–Üst Triyas yaş aralığına sahip Aladağ Formasyonu ve Üst Triyas–Alt Kretase yaşlı Lorasdağı Formasyonudur (Eren, 1993). Derbent Formasyonu fillit, grafit şist ve meta-kuvarsit araldanmasıyla karakterizedir. Aladağ Formasyonu metakarbonat ve metaklastik kayalardan oluşurken, Lorasdağı (veya Loras) Formasyonu yeniden kristalleşmiş kireçtaşı-dolomit ve metasert araldanmasıyla temsil edilir (Özcan vd., 1988). Gökçeyurt Grubu üzerine tektonik dokanakla yerleşen ofiyolitik kayalar, serpantinleşmiş peridotitler ile

radıolarit ve kireçtaşı blokları içeren diyabaz dayk ve masiflerinden oluşmaktadır (Özcan vd., 1988).

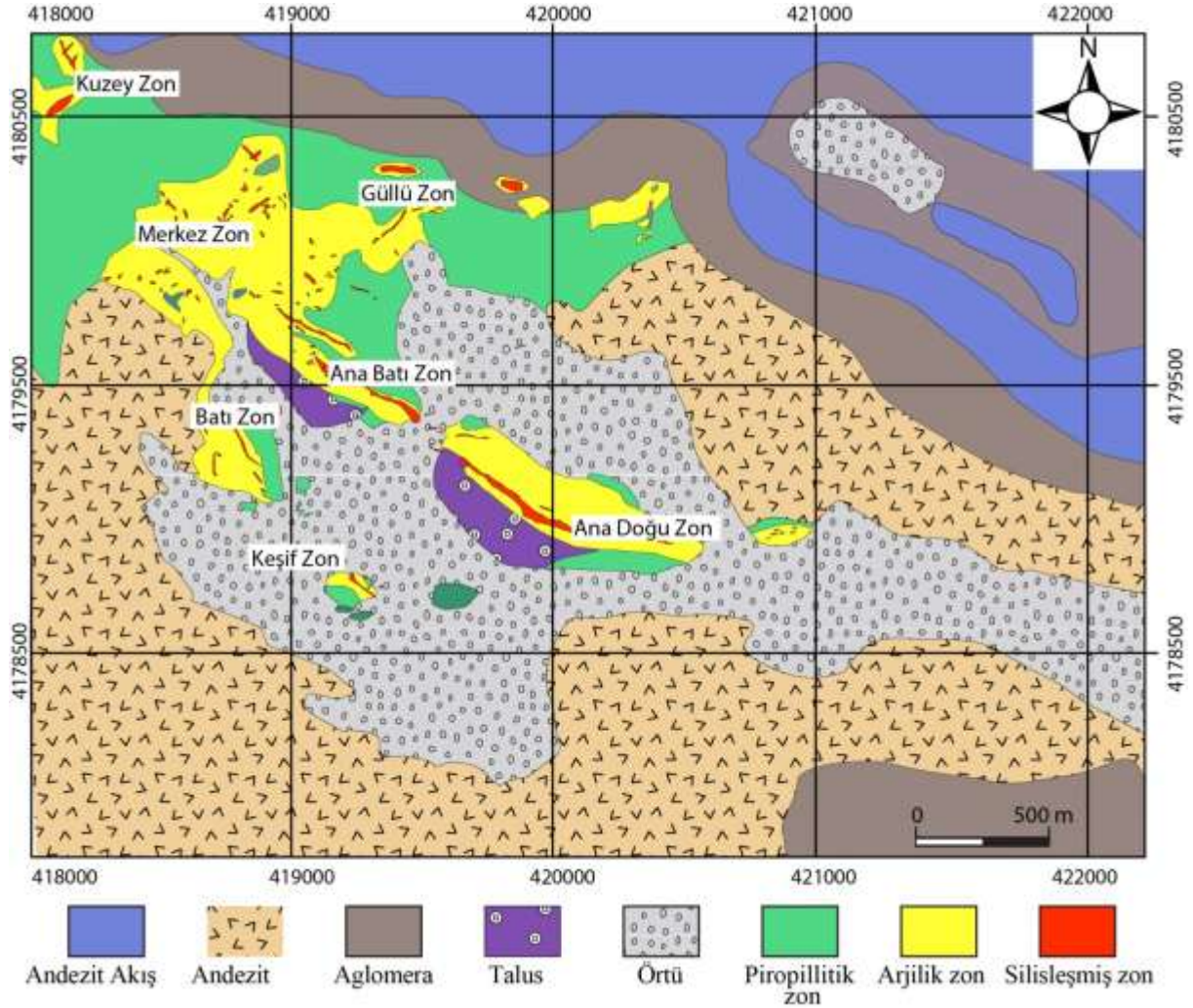
Bölgedeki Miyosen dönemi Volkanik ve volkano-sedimanter birimler yaklaşık 1200 km²lik bir alanı kaplamakta olup Sulutaş Volkanik Kompleksi (SVK) ve Erenlerdağ–Alacadağ Volkanik Kompleksi (EAVK) olmak üzere iki ana bölüme ayrılır (Gençoğlu Korkmaz vd., 2017). Bu volkanikler, Afrika levhasının Anadolu levhası altına dalmasıyla gelişen yitim zonunda, 14 ayrı evrede meydana gelen kalkalkalen bileşimli volkanik kayalardan oluşmaktadır (Keller vd., 1977) Volkanik kayaların K-Ar yaşlandırmaları 11,5–3,35 milyon yıl arasında değişmektedir (Besang vd., 1977).

Çalışma alanı yakın bölgesinde Lorasdağı Formasyonu'na ait karbonatlı birimler, ofiyolitik kompleksin üyeleri ile Geç Pliyosen–Kuvaterner yaşlı silttaşı, kumtaşı, konglomera, çamur akıntısı ürünleri ve moloz akıntıları izlenebilmesine rağmen (Eren, 1993), çalışma alanı içerisindeki başlıca birimler, Erenlerdağ–Alacadağ Volkanik Kompleksine ait Miyosen–Pliyosen yaşlı andezitik volkanikleri ve bunların üzerine gelen Kuvaterner örtü birimleridir.

2.3. Maden jeolojisi

Inlice (Konya) cevherleşmeleri, 2003 yılında Stratex International Plc tarafından keşfedilmiş bir yatak olup günümüzde Eczacıbaşı ESAN firması tarafından işletilmektedir. Cevherleşmeler K40–60B doğrultulu ve 60–80° GB eğimli yapısal hatlarla control edilen yedi mineralize zonda bulunmaktadır. Bu zonlar Ana Doğu (AEZ), Ana Batı (AWZ), Batı (BZ), Keşif (DZ), Güllü (GZ), Merkez (MZ) ve Kuzey (KUZ) zonları olarak isimlendirilir (Şekil 2). Cevherleşmeler, andezitik volkanik kayaları kesen, dik eğimli boşluklu (vuggy) dokulu kuvars ve şeker dokulu (saccharoidal) kuvars damarları içerisindedir. (Hall vd., 2007). Oksitli ve sülfürlü cevher olarak ayrılan cevherleşmelerde toplam 262.300 ons kaynak vardır. Bunun 98.000 onsu 2,29 g/t tenörlü oksit altın, 164.000 onsu ise 1,78 g/t tenörlü sülfürlü altındır (Stratex International PLC, 2010). Yataktaki gümüş/altın oranı 1,0'ın altındadır ve bakır içeriği nadiren %0,3'ü aşmaktadır (Hall vd., 2007). Altının dağılımı oldukça homojendir ve oksitlenmiş boşluklu kuvars ile şeker dokulu kuvars damarlarında maksimum 14 ppm değerlere kadar ulaşmaktadır. Ana Doğu zonun kalsedonlu kuvars içeren doğu kesimine doğru altın tenörü azalarak 10–100 ppb'e kadar düşmektedir (Hall vd., 2007). Mineral kimyası analizlerine göre altın cevheri doğrudan enargit minerali ile ilişkili olup, oksitlenmiş zonlarda 2–6 µm boyutlarında dağılmış altın taneleri mikroskop altında gözlenebilmektedir (Terzi, 2020; Terzi et. al., 2022). Kuvarsça zengin

bölgelerde pirit, enargit, kalkopirit, kalkosin ve bornit gibi sülfürlü mineraller ile bunların oksitlenmiş ürünleri de yaygın olarak görülür. Yatakta en bol bulunan sülfür minerali pirittir.



Şekil 2 İnce cevherleşmelerine ait jeoloji ve alterasyon jeolojisi haritası (Yılmaz ve diğ., 2021)

2.4. Konumsal Analiz

Konumsal analiz süreci iki ana aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, epitermal sistemlerde altın cevherleşmesi ile genetik veya parajenetik ilişki gösteren elementlerin belirlenmesidir. Bu doğrultuda, hem uluslararası literatürden elde edilen bilgiler hem de çalışma alanına ait çok değişkenli jeokimyasal analiz sonuçlarından türetilen korelasyonlar birlikte değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda altın (Au) ile epitermal sistemlerde sıklıkla birlikte zenginleşme potansiyeli olan sekiz element çalışma kapsamına alınmıştır. Değerlendirmeye alınacak elementler altın (Au), arsenik (As), gümüş (Ag), antimon (Sb), bakır (Cu), mangan (Mn), kurşun (Pb) ve çinko (Zn) olarak belirlenmiştir. Bu seçimin temel gerekçesi, yüksek sülfidasyon

epitermal yataklarda Cu–Au–Ag–As birlikteliğinin yaygın şekilde raporlanması (Arribas, 1995) ve buna paralel olarak Sb, Pb, Zn ve Mn’un çeşitli Au içeren hidrotermal sistemlerinde izleyici veya eşlik eden elementler olarak değerlendirilmesidir. Bu çalışmada kullanılan bu 8 elemente ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bilgiler Çizelge 1’de sunulmuştur.

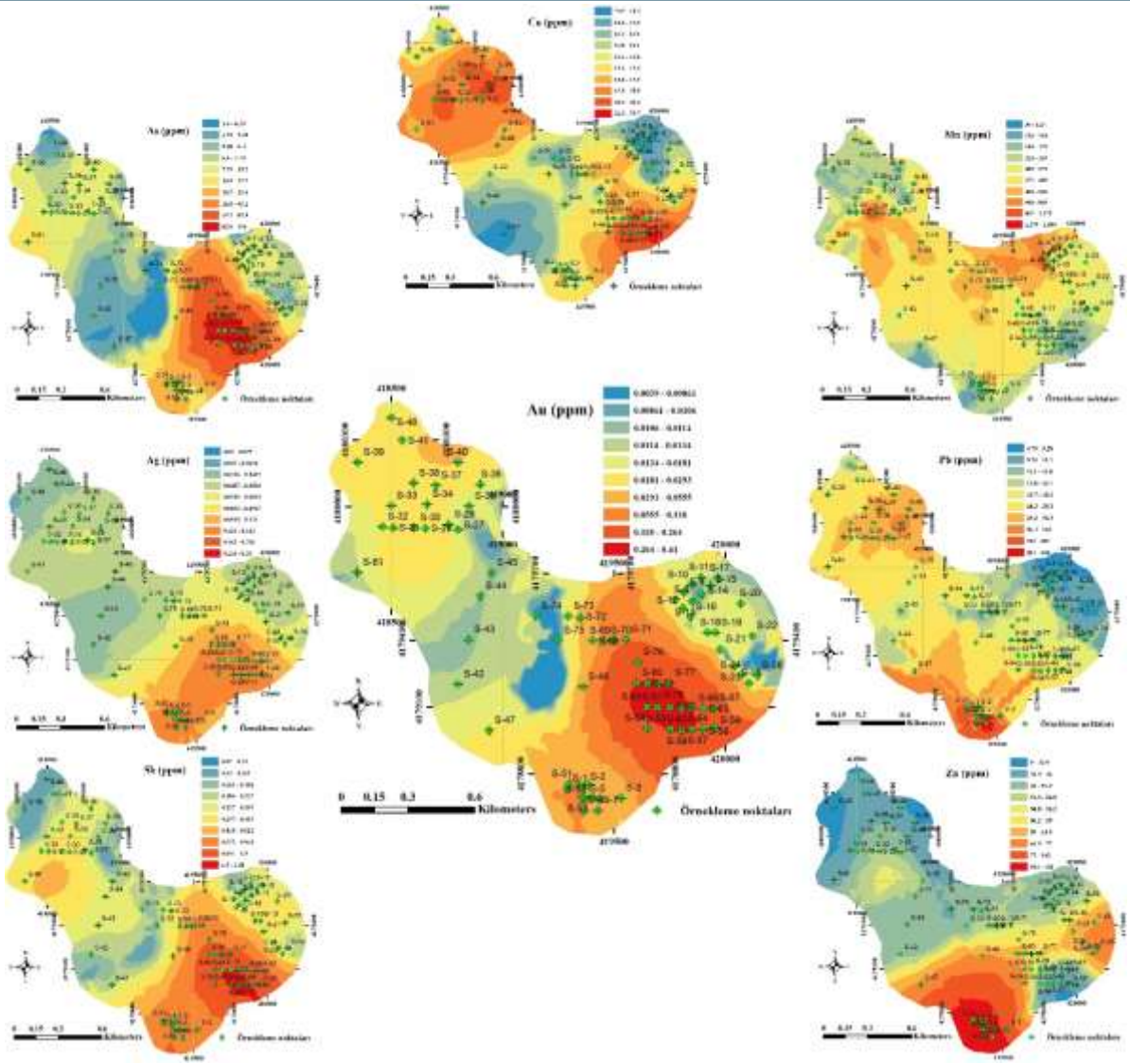
Çizelge 1. Toprak örneklerine ait analiz sonuçlarının istatistiksel özeti

Toprak örnekleri				
Element	Birim	En az	En çok	Ortalama
Au	ppm	0.004	0.610	0.084
As		1.600	155.700	29.009
Ag		0.020	0.290	0.085
Sb		0.050	2.440	0.614
Cu		7.970	53.700	15.544
Mn		39.000	1580.000	377.235
Pb		4.790	689.500	37.432
Zn		9.000	153.000	60.942

Konumsal analiz sürecinin ikinci aşamasında ise belirlenen elementlere yönelik dağılım haritalarının oluşturulmasıdır. Bu doğrultuda, örnekleme verilerinin varyogram modelleri ile uyumlu olması ve konumsal bağımlılık özelliklerini istatistiksel olarak doğru temsil etmesi nedeniyle Kriging interpolasyonu tercih edilmiştir. Kriging, noktasal veriler arasındaki mesafe, varyans ve yapısal süreklilik ilişkilerini kullanarak örnekleme yapılmamış noktalarda en olası tahminleri üretmeyi amaçlayan jeostatistiksel bir yöntemdir. Bu yönüyle, hem örnekleme yoğunluğunun düzensiz olduğu sahalarda hem de mineralizasyonun zonlanmasının belirgin olduğu cevherli alanlarda güvenilir dağılım haritalarının oluşturulmasına olanak sağlamaktadır. Elde edilen element dağılım haritaları incelendiğinde, çalışma alanının güney ve güneydoğu kesimlerinde altın içeriğinin belirgin şekilde arttığı görülmektedir (Şekil 3). Bu Au anomalilerinin özellikle talus ve örtü birimleri üzerinde yoğunlaşması ile Ana Doğu Zon’a ait silisleşmiş zonlara yakın alanlarla çakışması, bu bölgelerdeki daha düşük topografik kotların yüzeydeki altın birikimlerini artırdığına işaret etmektedir. Bu durum, aynı zamanda söz konusu alanların cevherleşme açısından daha zengin kesimlere yakın olduğunu düşündüren bir belirteç niteliği taşımaktadır. Güney kesimdeki örneklerin yüksek altın içeriği aynı zamanda yüksek As, Ag, Sb ve kısmen Cu element içerikleri ile uyumlu olup, Mn, Pb ve Zn elementleri ile uyumlu değildir. Bu durum Au elementinin özellikle yüzey şartlarında As, Ag, Sb ve kısmen Cu elementleri ile benzer davranış sergilediği ve/veya benzer kaynak bölgelerinde

zenginleştiklerini düşündürmektedir. Dolayısıyla bu alanlar teorik olarak potansiyel hedef zonlar niteliği taşıyabilir. Ancak sahada yürütülen sondajlı çalışmalar, bu bölgelerde ekonomik düzeyde bir cevherleşmenin bulunmadığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle güney ve güneydoğu kesimlerdeki yüzeysel zenginleşmelerin Ana Doğu Zon'dan taşınan malzemelerle ilişkili olduğu değerlendirilmektedir. Aynı zamanda cevherleşmenin bulunduğu Ana Batı, Ana Doğu ve Batı zonlarından toprak zonun olmaması nedeniyle doğrudan örnekleme yapılamaması, dağılım haritalarında bu alanların daha düşük Au içerikli görünmesine yol açmaktadır. Bu nedenle, özellikle kot farkının olduğu-eğimli alanlarda gerçekleştirilecek toprak jeokimyası çalışmalarında bu durumun göz önünde tutulması gerekmektedir.

Tüm bu bulgular, çalışma alanındaki toprak örneklerinin altın içeriğinin alterasyon zonlanması ile uyumlu bir mekânsal dağılım sergilediğini göstermektedir. Ayrıca altın zenginleşmelerinin tespitinde toprak örneklerindeki As-Sb-Ag anomalilerinde etkili izleyiciler olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla ileri düzey sondaj tabanlı modelleme çalışmalarında bu element birlikteliklerinin de bütünsel olarak değerlendirilmesi gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 3. Toprak örneklerine ait bazı elementlerin saha içerisindeki konumsal dağılımları

SONUÇLAR

Bu çalışmada, İnlice epitermal altın cevherleşmesine ait toprak örneklerinin jeokimyasal dağılımı CBS ve jeostatistiksel yöntemlerle değerlendirilmiş, ve yüzey jeokimyası örnekleme sisteminin hedef zon belirlemedeki etkinliği ortaya konmuştur. Literatür ve korelasyon analizlerine dayalı olarak seçilen Au, As, Ag, Sb, Cu, Mn, Pb ve Zn elementleri için hazırlanan mekânsal modellerde, Kriging interpolasyonunun saha verilerinin sürekliliğini daha yüksek doğrulukla temsil ettiğini göstermektedir. Altın zenginleşmelerinin görüldüğü toprak örneklerinin alındığı alanlara ait veriler, derin seviyelerde yüksek tenörlü bir cevherleşmenin bulunmadığını ortaya koymaktadır. Bu durum, yüzeyde gözlenen altın zenginleşmelerinin Ana Doğu ve Ana Batı zonlarından veya topografik olarak daha yüksek kotlardan taşınmış detritik malzemelerle ilişkili ikincil birikimler olabileceğini düşündürmektedir. Altın içeriği yüksek toprak örneklerinin eğimin azaldığı bölgelerde yoğunlaşması bu görüşü desteklemektedir. Bu durum, özellikle eğimli topoğrafyalarda toprak jeokimyası verilerinin sedimanter taşınım süreçleri dikkate alınarak yorumlanması gerektiğini (hatalara ve yanlış yorumlamalara neden olabileceği için) ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, çalışma alanındaki Au dağılımının güney ve güneydoğu kesimlerde belirginleştiği ve alterasyon zonlanmasıyla uyumlu olduğu, As–Sb–Ag birlikteliğinin epitermal sistemlerde etkin izleyici elementler olarak kullanılabileceği sonucu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, ileri arama ve sondaj planlamalarında söz konusu element birlikteliklerinin hedef zon belirleme süreçlerine entegre edilmesi önerilmektedir. Aynı zamanda bu çalışma, özellikle heterojen epitermal sistemlerin değerlendirilmesinde jeostatistiksel modellere dayalı CBS destekli yaklaşımların yüksek bilimsel ve operasyonel değer taşıdığını göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Arribas Jr, A. (1995). Characteristics of high-sulfidation epithermal deposits, and their relation to magmatic fluid. Mineralogical Association of Canada short course, 23, 419-454.
- Besang, C., Eckhardt, F.J., Harre, W., Kreuzer, H. & Müller, P., (1977). Radiometrische altersbestimmungen an Neogenen eruptivgesteinen der Türkei, Geologisches Jahrbuch, 25, 3-36.
- Eren, Y., (1993). Eldeş-Gökçeyurt-Derbent-Söğütözü (Konya) arasının jeolojisi [Doktora Tezi], Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Gençoğlu Korkmaz, G., Asan, K., Kurt, H. & Morgan, G., (2017). $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology, elemental and Sr-Nd-Pb isotope geochemistry of the Neogene bimodal volcanism in the Yükselen area, NW Konya (Central Anatolia, Turkey), Journal of African Earth Sciences, 129, 427-444.
- Hall, D.J., Foster, R.P., Yıldız, B. & Redwood, S.D., (2007). The İnlice High-sulphidation Epithermal Gold Discovery: Defining a Potential New Gold Belt in Turkey, Proceedings of the Ninth Biennial SGA Meeting, Dublin, 113-116.

- Keller, J., Jung, D., Burgath, K. & Wolff, F., (1977). Geologie und petrologie des Neogenen kalkalkali vulkanismus von Konya (Erenlerdağı-Alacadağ Massiv, Zentral Anatolien), Geol., Jahrbuch, Reihe B, Heft, 25, 37-117.
- Özcan, A., Göncüoğlu, M. C., Turhan, N., Uysal, Ş., Şentürk, K. and Işık, A., 1988, Late Paleozoic evaluation of the Kütahya - Bolkardağ Belt, METU J. of Pure and Appl. Sci. Series A Geosciences, I., 21, 1-3, 211-220.
- Rowan, L. C., & Mars, J. C. (2003). Lithologic mapping in the Mountain Pass, California area using advanced spaceborne thermal emission and reflection radiometer (ASTER) data. Remote sensing of Environment, 84(3), 350-366.
- Stratex International PLC, (2010). Scoping and Feasibility Update from Turkish Development Projects: First Production From Inlice Targeted Q4 2011, 26 Ağustos 2010.
- Terzi, M.H., (2020). İnlice (Konya) Epitermal Altın Yatağının Jeolojisi, Jeokimyası ve Kökensele İncelenmesi [Yayımlanmamış Doktora Tezi], Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Terzi, M.H., Yılmaz, E., Kuşcu, İ. ve Oyman, T., (2022). İnlice (Konya, Türkiye) Yüksek Sülfidasyon Epitermal Altın Yatağının Jeolojisi, Mineralojisi ve Kökensele İncelenmesi, Uluslararası Katılımlı 74. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 11-15 Nisan 2022, Ankara, Türkiye
- Yılmaz, E., Kavurmacı, M., & Bozan, S. (2021). Using an analytic hierarchy process-based index and geographic information system in geochemical exploration of gold. Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis, 21(3), geochem2021-013.

MECHANICAL BEHAVIOURS OF UNIDIRECTIONAL COMPOSITES LAMINATED

Adel DELIOU

Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria

Takieddine Bouklia

Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria

Samir DJIMLI

Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria

Mohamed Kemiha

Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria

Meriem DEHBI

Physic-chemistry of Materials and Environment Laboratory, University of Djelfa, Algeria

Sofiane BOULKROUNE

Center of Research in Mechanics (CRM) P.O. Box 73B, Constantine 25000, Algeria

Abdelkader FIDJAH

University of Djelfa, Mechanics and Materials Development Laboratory

ABSTRACT

The aim of our work is to characterize the elastic behavior of a unidirectional glass fiber reinforced composite laminate with a 60% volume fraction of epoxy resin matrix E. The determination of the elastic constants of the specifically orthotropic composite laminate is estimated using the rule of mixtures, and macro-mechanical studies have allowed us to determine the evolution of elastic constants based on fiber orientation and calculate the variation of thermo elastic quantities according to fiber orientation. Under the combined effect of mechanical stresses and temperature variations, the overall thermomechanical deformations of the unidirectional laminate will be determined by introducing longitudinal and transverse thermal expansions of the composite.

Keywords: Unidirectional composite laminate, thermo elastic behavior, fiber orientation

COMPARATIVE ANALYSIS OF TENSILE CHARACTERISTICS IN EPOXY COMPOSITES: ASSESSING TWARMAT, WOVEN GLASS, AND WOVEN CARBON FIBER REINFORCEMENTS

Adel DELIOU

Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria

Takieddine Boukelia

Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria

Samir DJIMLI

Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria

Mohamed Kemiha

Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria

Meriem DEHBI

Physic-chemistry of Materials and Environment Laboratory, University of Djelfa, Algeria

Sofiane BOULKROUNE

Center of Research in Mechanics (CRM) P.O. Box 73B, Constantine 25000, Algeria

Abdelkader FIDJAH

University of Djelfa, Mechanics and Materials Development Laboratory

ABSTRACT

This study aims to assess the tensile characteristics of a novel TWARMAT hybrid fabric, comprising aramid and E-glass fibers with a weight of 600 g/m². Additionally, a conventional 205 g/m² plain glass fabric, 160 g/m² plain carbon fibers fabric are also tested for comparison. Various laminated plates are manufactured with different fiber mass fractions. Our results reveal that TWARMAT exhibits superior stiffness and density ratios in comparison to E-glass fibers, with carbon fibers showing the highest ratio. Remarkably, only three E-glass woven layers with a fiber mass fraction (M_f) of 0.6 exceed the ultimate tensile strength of a single carbon ply with $M_f=0.2$ by 11.6%, with in contrast a 36.8% rise in density. To further confirm the experimental results, the rule of mixtures (ROM) is utilized. The close agreement between the two sets of data, with mean relative errors of 5.5% and 1.05% for Young's modulus and density respectively, confirms the reliability of our methods. Additionally, fitted functions are developed in this work for Young's modulus and density curves based on fiber mass fractions M_f using ROM. The conducted analysis reveals that the carbon fiber fabric composite demonstrates the most favorable rigidity-to-lightness (E/ρ) ratio, reaching a peak of approximately 65.7% compared to TWARMAT at $M_f=0.58$ and 74% compared to E-glass at $M_f=0.78$. Furthermore, hybrid TWARMAT exhibits a maximum estimated increase of 27% at $M_f=0.86$ compared to the traditional E-glass fiber. These findings underscore the significance of selecting appropriate materials to achieve optimal stiffness and lightness, rendering them suitable for various applications, including aeronautics, marine, and sports.

Keywords: Composite Materials; Tensile mechanical properties; Glass-carbon-aramid fiber; Epoxy-matrix composites; rule of mixture.

DİFFÜZ BÜYÜK B HÜCRELİ NON-HODGKİN LENFOMADA OROFASİYAL VE RADYOLOJİK BULGULAR: KLİNİK BİR VAKA SUNUMU

Dr.Öğr.Üyesi Serkan YILMAZ

Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Dentistry, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, 51240, Merkez, Niğde

ORCID ID: 0000-0001-7149-0324

Doç.Dr. Katibe Tuğçe TEMUR

Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Dentistry, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, 51240, Merkez, Niğde

ORCID ID: 0000-0001-9947-5679

ÖZET

Diffüz büyük B hücreli lenfoma, yetişkinlerde görülen en yaygın agresif non-Hodgkin lenfoma alt tipidir ve hızlı proliferasyon gösteren tümör hücreleri nedeniyle multisistemik tutulumla seyredebilir. Hastalık sıklıkla lenf nodlarını tutmakla birlikte kemik, yumuşak doku ve oral kavite gibi ekstra-nodal bölgelerde de belirti verebilir. Oral bulgular çoğu zaman non-spesifik olup dental enfeksiyonları taklit edebildiğinden erken tanı açısından radyolojik değerlendirme büyük önem taşır.

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Kliniğine başvuran 27 yaşındaki erkek hastanın tıbbi anamnezinde, 2024 yılında kök hücre nakli geçirdiği ve yaygın büyük hücreli non-Hodgkin lenfoma tanısıyla takip edildiği öğrenildi. Klinik muayenede non-spesifik dental şikâyetler izlenirken, panoramik radyografide lenfomaya bağlı olabileceği düşünülen bir osteolitik lezyon tespit edildi. Lezyonun karakterizasyonu için konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) istendi. KIBT değerlendirmesinde kortikal kemikte incelme, trabeküler yapıda düzensizlik ve lokalize osteolitik alanlar gözlemlendi. Bulgular, lenfomanın maksillofasiyal bölgeye olası yayılımını desteklemekteydi.

Diffüz büyük B hücreli lenfoma'da orofasiyal tutulum nadir olmakla birlikte, kemikte agresif değişiklikler, periapikal bölgeyi taklit eden lezyonlar ve çene kemiğinde hızlı ilerleyici destrüksiyon görülebilir. Bu olgu, hematolojik malignitesi bulunan hastalarda dental ve maksillofasiyal semptomların dikkatle değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Erken radyolojik inceleme, oral bulguların sistemik hastalıkla ilişkisini saptamada kritik bir rol oynar ve tedavi planlamasını doğrudan etkiler.

Anahtar Kelimeler: Diffüz büyük B hücreli lenfoma, Non-Hodgkin lenfoma, CBCT, oral bulgular, radyolojik değerlendirme

OROFACIAL AND RADIOLOGIC MANIFESTATIONS OF DIFFUSE LARGE B-CELL NON-HODGKIN LYMPHOMA: A CLINICAL CASE REPORT

ABSTRACT

Diffuse large B-cell lymphoma is the most common aggressive subtype of non-Hodgkin lymphoma in adults, characterized by rapidly proliferating tumor cells and potential multisystem involvement. Although the disease predominantly affects lymph nodes, extranodal involvement—including bone, soft tissues, and the oral cavity—may also occur. Because oral findings are often non-specific and may mimic dental infections, radiologic evaluation plays a crucial role in early diagnosis.

A 27-year-old male patient presented to the Oral and Maxillofacial Radiology Clinic of Niğde Ömer Halisdemir University Faculty of Dentistry. Medical history revealed a diagnosis of diffuse large B-cell non-Hodgkin lymphoma and an autologous stem cell transplantation performed in 2024. Clinical examination showed non-specific dental symptoms, and panoramic radiography identified an osteolytic lesion suspected to be associated with lymphoma. Cone-beam computed tomography (CBCT) was requested for further assessment. CBCT demonstrated cortical bone thinning, irregular trabecular architecture, and a localized osteolytic area, supporting the possibility of maxillofacial involvement by lymphoma.

Although orofacial involvement in Diffuse large B-cell lymphoma is rare, patients may present with aggressive osseous alterations, rapidly progressive bone destruction, and lesions mimicking periapical pathologies. This case underscores the importance of careful evaluation of dental and maxillofacial symptoms in individuals with hematologic malignancies. Early radiologic investigation is critical for determining whether oral findings are related to systemic disease and for guiding appropriate clinical management.

Keywords: Diffuse large B-cell lymphoma, Non-Hodgkin lymphoma, CBCT, oral findings, radiologic assessment

INTRODUCTION

Diffuse large B-cell lymphoma (DLBCL) constitutes the most prevalent subtype of Non-Hodgkin lymphoma (NHL), accounting for nearly one-third of all cases. It is characterized by an aggressive clinical course, rapid tumor progression, and marked biological heterogeneity (National Cancer Institute [NCI], 2024). DLBCL develops from mature B lymphocytes and exhibits variable genetic, molecular, and immunophenotypic profiles, including germinal center B-cell-like (GCB) and activated B-cell-like (ABC) phenotypes, each associated with different prognostic outcomes. Despite advances in therapeutic strategies such as R-CHOP

chemotherapy and autologous stem cell transplantation, relapse remains a clinically significant problem in a subset of patients.

Although lymph nodes are the primary sites of involvement, extranodal disease occurs in up to 40% of cases (Olszewski & Castillo, 2013). The head and neck region is among the most frequently affected extranodal sites due to the abundance of lymphoid tissues, including Waldeyer's ring, major salivary glands, paranasal sinuses, and, less commonly, the maxillofacial bones and oral cavity. Oral involvement may present as soft tissue masses, mucosal ulcerations, gingival enlargement, or destructive bone lesions. However, these manifestations often mimic benign odontogenic infections, periapical pathosis, periodontal disease, or osteomyelitis, complicating timely diagnosis (Ethell & Bennett, 2017).

Radiologic imaging plays a central role in detecting early bone involvement. While panoramic radiography may reveal irregular radiolucencies, cone-beam computed tomography (CBCT) provides superior spatial resolution for evaluating cortical erosion, trabecular disruption, and the extent of intraosseous lesions (Bagis et al., 2020). CBCT is particularly valuable for distinguishing neoplastic bone destruction from inflammatory dental pathology.

Patients treated with stem cell transplantation may present with additional diagnostic challenges. Immunosuppression, altered bone metabolism, graft-versus-host disease (GVHD), opportunistic infections, and post-transplant lymphoproliferative disorders (PTLD) may all contribute to atypical radiologic findings (Pusic & Pavletic, 2017). Therefore, comprehensive interpretation of dental radiographs must incorporate detailed medical history and interdisciplinary consultation.

This case highlights the importance of recognizing suspicious bone changes in patients with hematologic malignancies. Early detection of lymphoma-related lesions may directly influence prognosis, treatment decisions, and coordination with hematology-oncology teams.

CASE PRESENTATION

A 27-year-old male patient presented to the Oral and Maxillofacial Radiology Clinic of Niğde Ömer Halisdemir University Faculty of Dentistry with non-specific dental complaints.

Medical history revealed a diagnosis of diffuse large B-cell non-Hodgkin lymphoma and an autologous stem cell transplantation performed in 2024. The patient reported ongoing hematologic follow-up and intermittent systemic symptoms such as fatigue.

Clinical intraoral examination showed mild gingival inflammation and localized tooth sensitivity, but no visible swelling or mucosal lesions. Extraoral examination was unremarkable, with no palpable lymphadenopathy in the cervical region.

A panoramic radiograph was obtained, and an osteolytic radiolucent area was identified in the posterior mandibular region (Figure 1). The lesion exhibited poorly defined borders, prompting further imaging for precise characterization.

CBCT evaluation revealed (Figure 2):

- Cortical bone thinning in the affected area
- Irregular trabecular bone pattern
- Localized osteolytic zone measuring approximately 10–12 mm
- Absence of root resorption or periapical pathology attributable to dental infection
- No fracture lines or periosteal reactions

These findings raised suspicion for lymphoma-associated bone involvement.

Laboratory results obtained from patient records indicated stable hematologic parameters post-transplant, with no acute infectious markers. The patient's hematology team was informed, and further systemic evaluation was recommended.



Figure 1: Panoramic radiograph demonstrating an osteolytic radiolucent lesion in the posterior mandible. The lesion appears as a radiolucent area with cortical thinning and disruption (white arrows), consistent with mandibular involvement secondary to diffuse large B-cell lymphoma.

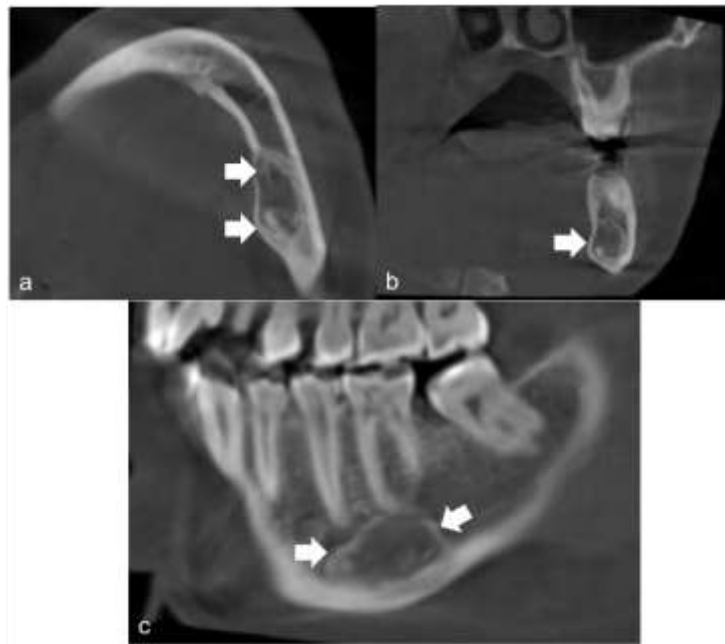


Figure 2. Cone-beam computed tomography (CBCT) images revealing an osteolytic lesion in the posterior mandible. (a) Axial section showing a radiolucent area with cortical perforation and thinning (white arrows). (b) Coronal section demonstrating the extent of medullary bone destruction and buccolingual expansion (white arrow). (c) Sagittal section illustrating the irregular borders and infiltration pattern of the lesion (white arrows), consistent with lymphoma involvement of the mandibular bone.

DISCUSSION

Diffuse large B-cell lymphoma (DLBCL) involving the maxillofacial region is uncommon; however, when present, it may represent either primary extranodal disease or secondary dissemination from systemic lymphoma. Bone involvement typically results from infiltration of malignant lymphoid cells into the marrow spaces, leading to osteolysis, cortical thinning, and loss of trabecular organization (Olszewski & Castillo, 2013). Previous studies have documented that DLBCL can initially manifest in the jaws without systemic symptoms, contributing to misdiagnosis as odontogenic infection, periapical pathology, or benign cystic lesions (Ethell & Bennett, 2017).

Radiologic Differential Diagnosis and Imaging Characteristics

Radiographically, DLBCL-associated jaw lesions often appear as ill-defined osteolytic areas with aggressive bone destruction. These may include poorly demarcated radiolucencies, cortical perforation, and obliteration of the trabecular pattern (Khan et al., 2019). Such characteristics overlap with osteomyelitis, odontogenic keratocysts, metastatic disease, and Langerhans cell histiocytosis, making differential diagnosis challenging. Conventional panoramic radiography is insufficient for detecting subtle cortical changes; thus, cone-beam

computed tomography (CBCT) is essential for three-dimensional visualization of lesion morphology, cortical boundaries, and intraosseous extension (Bagis et al., 2020).

Why DLBCL in the Jaws Often Appears Non-Specific

The orofacial manifestations of DLBCL are frequently subtle because early marrow infiltration may progress without prominent periosteal reaction or inflammatory response (Joshi & Kheur, 2015). Immunosuppressed individuals, particularly those undergoing chemotherapy or stem cell transplantation, may not exhibit classical symptoms such as swelling, fever, or pain. Consequently, radiolucent lesions may mimic periapical inflammatory changes or periodontal bone loss (Khalil et al., 2014). These diagnostic difficulties highlight the importance of correlating radiologic findings with systemic medical history.

Diagnostic Challenges in Post-Transplant Patients

Patients who have undergone hematopoietic stem cell transplantation often present additional diagnostic challenges. Post-transplant complications—altered bone metabolism, infections, graft-versus-host disease (GVHD), and post-transplant lymphoproliferative disorders (PTLD)—can mimic malignant bone involvement radiographically (Pusic & Pavletic, 2017). Residual or recurrent lymphoma may also present atypically and manifest earlier on advanced imaging compared to clinical symptoms. In the present case, CBCT revealed cortical thinning, heterogeneous trabeculation, and a localized osteolytic zone despite minimal clinical findings, aligning with early-stage lymphoma bone infiltration described in the literature (NCI, 2024).

Clinical Implications for Dental Management

Prompt identification of suspicious osseous lesions is critical in patients with hematologic malignancies. Misdiagnosis may result in inappropriate dental procedures such as extractions or endodontic treatment, which can increase infection risk or impede hematologic therapy in immunocompromised patients (Rosenberg et al., 2018). Dental clinicians must expand their diagnostic approach and include malignant conditions in the differential diagnosis of unexplained bone lesions, especially in medically complex individuals.

Consistency With Current Literature

The radiographic and clinical findings in this case are consistent with descriptions of DLBCL causing aggressive yet clinically subtle osseous destruction in the maxillofacial bones. The National Cancer Institute (2024) emphasizes the rapid proliferative behavior of DLBCL and its potential for extranodal skeletal involvement. Our observations reinforce the diagnostic value of CBCT in distinguishing malignant from inflammatory bone processes and support interdisciplinary collaboration with hematology.

CONCLUSION

This case highlights that diffuse large B-cell lymphoma (DLBCL) can manifest with subtle and non-specific orofacial changes that closely resemble routine dental pathologies, potentially delaying diagnosis when clinical findings alone are considered. The use of cone-beam computed tomography (CBCT) played a critical role in distinguishing malignant infiltration from odontogenic disease by revealing characteristic patterns of cortical thinning, trabecular disruption, and localized osteolysis. These imaging findings, when correlated with the patient's systemic history, prompted timely interdisciplinary communication with hematology, ultimately guiding appropriate clinical decision-making.

For oral health professionals, recognition of atypical radiographic features in medically complex patients remains essential. Individuals with a history of hematologic malignancy or stem cell transplantation require heightened diagnostic vigilance, as immunosuppression and post-transplant complications may mask early signs of malignant progression. Incorporating advanced imaging modalities, maintaining close collaboration with medical teams, and adopting a comprehensive approach to differential diagnosis can significantly enhance early detection.

Early identification of lymphoma-related bone changes not only prevents unnecessary dental interventions but also contributes to improved systemic management and overall patient outcomes. This case underlines the importance of integrating dental radiology into the broader oncologic care framework and reinforces the value of CBCT as a sensitive tool for evaluating maxillofacial lesions in high-risk populations.

REFERENCES

- Bagis, N., Aydoğdu, A., & Ozturk, M. (2020). The role of cone-beam computed tomography in diagnosing maxillofacial lesions. *Dentomaxillofacial Radiology*, 49(5), 20190342.
- Ethell, A., & Bennett, J. (2017). Primary extranodal non-Hodgkin lymphoma of the mandible: A diagnostic challenge. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 124(1), e1–e6.
- Joshi, P., & Kheur, M. (2015). Jaw involvement in non-Hodgkin's lymphoma: Imaging spectrum and diagnostic considerations. *Oral Radiology*, 31(4), 238–244.
- Khalil, E., Jham, B., & Paes de Almeida, O. (2014). Diffuse large B-cell lymphoma mimicking periapical disease: A case report and review. *Journal of Endodontics*, 40(7), 1051–1056.
- Khan, M. N., Sharma, S., & Jindal, A. (2019). Imaging features of lymphoma in the oral and maxillofacial region. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 57(3), 202–209.
- National Cancer Institute. (2024). *Diffuse large B-cell lymphoma (DLBCL)*. U.S. Department of Health and Human Services. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559328>
- Olszewski, A. J., & Castillo, J. J. (2013). Survival of patients with multifocal extranodal diffuse large B-cell lymphoma. *Leukemia & Lymphoma*, 54(9), 1823–1830.
- Pusic, I., & Pavletic, S. Z. (2017). Bone complications after hematopoietic stem cell transplantation. *Biology of Blood and Marrow Transplantation*, 23(9), 1555–1562.



Rosenberg, S. N., Beyer, C., & Patel, A. (2018). Dental implications of hematologic malignancies: A clinical review. *Journal of the American Dental Association*, 149(12), 1041–1050.

DOĞUMHANELERDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: HEMŞİRE VE EBELERİN KARBON AYAK İZİNİ AZALTMADAKİ ROLÜ

Zeynep ŞANKAYA

Kütahya Health Sciences University, Institute of Postgraduate Education Kütahya Provincial Health
Directorate Central Gaybiefendi Family Health Centre Kütahya, Turkey.

ORCID ID: 0009-0000-5527-0081

Dr. Öğr. Üyesi Nigar ÇELİK

Kütahya Health Sciences University, Faculty of Health Sciences, Midwifery, Women's Health and
Diseases Nursing, Kütahya, Turkey.

ORCID ID: 0000-0003-4126-0362

ÖZET

İklim değişikliği ve çevresel sürdürülebilirlik, günümüz sağlık sistemlerinin karşı karşıya olduğu en acil küresel sorunlardan biridir. Enerji tüketimi, tek kullanımlık malzemeler ve tıbbi atık üretimi nedeniyle sağlık sektörü küresel karbon emisyonlarına önemli düzeyde katkıda bulunmaktadır; bu durum özellikle malzeme kullanımının yoğun olduğu doğumhanelerde daha belirgin hâle gelmektedir. Karbon ayak izi, bireylerin ya da kurumların atmosfere saldıgı toplam sera gazı miktarını ifade eder ve sağlık hizmetleri bu emisyonların hem doğrudan hem de dolaylı önemli bir kaynağını oluşturmaktadır. Literatürde sağlık sektörünün küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık %4.6'sından sorumlu olduğu bildirilmektedir. Bu emisyonlar yalnızca enerji kullanımından değil; ilaç, tıbbi cihaz ve sarf malzemesi üretimi, lojistik süreçler ve atık yönetimi gibi dolaylı katkılardan da oluşmaktadır. Ayrıca sağlık ortamlarında kullanılan bazı kimyasalların, özellikle bisfenoller ve ftalatların, erken doğum ve çocukluk çağı gelişimsel sorunlarıyla ilişkili olduğu gösterilmektedir. Bu durum çevresel sürdürülebilirliğin ekolojik olduğu kadar anne ve bebek sağlığı açısından da kritik önem taşıdığını ortaya koymaktadır. Doğumhanelerde karbon ayak izinin azaltılmasına yönelik sürdürülebilir uygulamalarda hemşire ve ebeler kilit rol üstlenmektedir. Güncel literatür, bu profesyonellerin enerji ve kaynak kullanımının optimize edilmesi, atık azaltma ve ayrıştırma uygulamalarının geliştirilmesi, çevre dostu malzemelerin tercih edilmesi ve sürdürülebilir bakım modellerinin uygulanması süreçlerinde aktif katkı sunduğunu göstermektedir. Bu derlemenin amacı, doğumhanelerde karbon ayak izine neden olan temel kaynakları incelemek ve hemşireler ile ebelerin bu emisyonların azaltılmasındaki rolünü ortaya koymaktır. Sonuç olarak, doğumhanelerde sürdürülebilirlik uygulamalarının güçlendirilmesi karbon ayak izinin azaltılması ve anne-bebek sağlığının korunması ve çevreye duyarlı sağlık hizmeti modellerinin yaygınlaştırılması açısından stratejik öneme sahiptir.

Anahtar kelimeler: Karbon ayak izi, Sürdürülebilirlik, Doğumhane, Hemşirelik, Ebelik.

SUSTAINABILITY IN DELIVERY UNITS: THE ROLE OF NURSES AND MIDWIVES IN REDUCING THE CARBON FOOTPRINT

ABSTRACT

Climate change and environmental sustainability have become among the most urgent global challenges facing today's health systems. Due to energy consumption, the use of disposable materials, and the generation of medical waste, the healthcare sector contributes substantially to global carbon emissions; this impact is particularly evident in delivery units where material use and sterilization requirements are intensive. The carbon footprint refers to the total amount of greenhouse gases released into the atmosphere by individuals or institutions, and healthcare services constitute both a direct and indirect source of these emissions. Studies report that the health sector is responsible for approximately 4.6% of global greenhouse gas emissions. These emissions arise not only from energy use but also from indirect processes such as the production of pharmaceuticals, medical devices and consumables, logistics, and waste management. Moreover, several chemicals used in healthcare environments particularly bisphenols and phthalates have been associated with adverse outcomes such as preterm birth and developmental problems in children. This evidence highlights that environmental sustainability is not only an ecological concern but also a critical issue for maternal and infant health. Nurses and midwives play a key role in implementing sustainable practices aimed at reducing the carbon footprint in delivery units. Current literature indicates that these professionals contribute actively to optimizing energy and resource use, improving waste reduction and segregation practices, promoting environmentally friendly materials, and applying sustainable care models. The aim of this review is to examine the primary sources of carbon emissions in delivery units and to highlight the role of nurses and midwives in reducing these emissions. In conclusion, strengthening sustainability practices in delivery units holds strategic importance for reducing the carbon footprint, protecting maternal–infant health, and promoting environmentally responsible healthcare service models.

Keywords: Carbon footprint, Sustainability, Delivery unit, Nursing, Midwifery.

1. INTRODUCTION

Climate change and the resulting environmental pollution continue to impact global health systems in profound ways (Pörtner et al., 2022). Healthcare institutions contribute to greenhouse gas emissions through extensive energy consumption, waste generation, and the widespread use of disposable medical devices. Delivery units where sterilization procedures, monitoring technologies, and consumable material use are intensive represent one of the most

resource-dependent and environmentally burdensome areas within hospitals. The health sector accounts for approximately 4.6% of global greenhouse gas emissions, driven not only by direct energy use but also by indirect sources such as pharmaceutical and medical device production, transportation, logistics, and waste management (Gilfillan & Marland, 2017). Additionally, commonly used chemicals such as bisphenols and phthalates, frequently found in plastics used in maternity units, pose significant reproductive risks including preterm labor, endocrine disruption, and developmental problems in children (La Merrill et al., 2020; Genco et al., 2020). Exposure to air pollution and heat during pregnancy has been reported to increase the risk of preterm birth and miscarriage (Pandipati & Abel, 2022; Zhang et al., 2019). Climate-related disruptions including reduced access to prenatal care, increased prevalence of vector-borne diseases, and limitations in clean water and nutrition further threaten maternal health and psychological well-being (Roos et al., 2021; Rothschild & Haase, 2022).

Environmental sustainability in healthcare is not only essential for patient and environmental well-being, but also contributes to patient safety and financial efficiency within hospitals (Sullivan et al., 2023). Nurses and all healthcare professionals must be aware of environmentally responsible practices and actively participate in creating sustainable care environments.

Environmental sustainability in maternity care is therefore not only an ecological necessity but also a maternal–infant safety priority. Nurses and midwives, who provide continuous and direct care throughout labor and postpartum processes, are key stakeholders in implementing, monitoring, and sustaining environmentally responsible practices in delivery units.

2. CARBON FOOTPRINT: CONCEPTUAL FRAMEWORK

2.1. Definition of Carbon Footprint

The carbon footprint refers to the total amount of greenhouse gases (GHGs), expressed as carbon dioxide equivalent (CO₂e), that are directly or indirectly generated by an activity, organization, product, or service throughout its entire life cycle including production, transportation, use, and disposal (Wiedmann & Minx, 2008; Mirici & Berberoğlu, 2022). In the literature, the terms *carbon footprint* and *greenhouse gas inventory* are often used interchangeably (Franchetti & Apul, 2013).

Greenhouse gases are atmospheric gases that absorb and emit infrared radiation, contributing to the greenhouse effect and global warming. The major GHGs include carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O), hydrofluorocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCs), sulfur hexafluoride (SF₆), and nitrogen trifluoride (NF₃). These gases vary in atmospheric

lifetime and global warming potential (Brander and Davis 2012). Carbon dioxide (CO₂) is released through the metabolism of certain carbon-containing nutrients. Although CO₂ represents only about 0.03% of the atmosphere, it is the most significant contributor to climate change due to its high emission volume resulting from human activities (Odum & Barrett, 2016; Mirici & Berberoğlu, 2022).

2.2. Types of Carbon Footprint

Carbon footprints are generally categorized into primary (direct) and secondary (indirect) components:

- **Primary (direct) footprint:** Emissions resulting from the direct combustion of fossil fuels, such as household heating, personal vehicle use, or institutional energy consumption.
- **Secondary (indirect) footprint:** Emissions generated across the life cycle of products and services including manufacturing, transportation, use, and waste disposal (Ministry of Health, 2015; Erden Özsoy, 2015).

2.3. Greenhouse Gas Protocol Scopes

To facilitate the standardization of carbon footprint measurement, the Greenhouse Gas (GHG) Protocol classifies emissions into three scopes:

- **Scope 1:** Direct emissions from sources owned or controlled by an organization e.g., hospital-owned vehicles, boiler fuel combustion, refrigerant leakage.
- **Scope 2:** Indirect emissions from purchased electricity, heating, or cooling.
- **Scope 3:** All other indirect emissions not included in Scope 2, such as waste management, purchased goods and services, patient and staff transportation, outsourced activities, and product life-cycle emissions (Ege University Carbon Footprint Report, 2016).

2.4. Carbon Footprint Calculation Methods

Carbon footprint calculation relies on internationally recognized standards, primarily the Greenhouse Gas Protocol, which classifies emissions into Scopes 1, 2, and 3, and the IPCC National Greenhouse Gas Inventory Guidelines (IPCC, 2007). These frameworks provide the basis for calculating both direct and indirect emissions in healthcare institutions.

At the organizational level, carbon accounting, monitoring, verification, and reporting are guided by the ISO 14064 series, while the carbon footprint of products such as disposable materials commonly used in maternity and delivery units is assessed in accordance with ISO 14067, which is based on Life Cycle Assessment (LCA) principles. LCA evaluates

environmental impacts across all stages of a product's life cycle, including raw material extraction, production, distribution, use, and disposal (Ersoy Mirici & Berberoğlu, 2022).

Common standards used in institutional carbon footprint measurement include:

- **ISO 14064-1:** Calculation and reporting of GHG emissions at the organizational level
- **ISO 14064-2:** Monitoring and reporting emission reductions at the project level
- **ISO 14064-3:** Verification and validation of GHG assertions
- **ISO 14065:** Accreditation requirements for GHG verification bodies
- **ISO 14067:** Product carbon footprint calculation

For household-level assessments, agencies such as the U.S. EPA estimate annual carbon footprints using average data on transportation, energy consumption, and waste.

In Türkiye, the “Regulation on Monitoring of Greenhouse Gas Emissions,” updated in 2014, defines requirements for sectors and institutions that must regularly prepare greenhouse gas inventories, including facilities subject to mandatory reporting.

3. ENVIRONMENTAL AND SOCIAL IMPACTS OF THE CARBON FOOTPRINT

3.1. Environmental Effects

Carbon emissions and environmental pollutants have extensive impacts on ecosystems and the global climate. The accumulation of greenhouse gases intensifies global warming, resulting in rising sea levels, extreme temperatures, changing precipitation patterns, and more frequent and severe weather events such as floods, heatwaves, storms, and droughts (Okanli & Demir, 2024). These disruptions contribute to widespread biodiversity loss, habitat destruction, and ecological imbalance.

Furthermore, the absorption of CO₂ by oceans leads to ocean acidification, which threatens marine organisms particularly coral reefs and disrupts the stability of aquatic ecosystems. Collectively, these environmental consequences illustrate the broader ecological pressures created by increasing carbon emissions.

3.2. Human Health Effects

The health impacts of carbon emissions are substantial and multidimensional. Air pollutants, including particulate matter and toxic chemicals, increase the prevalence of asthma, bronchitis, cardiovascular diseases, and temperature-related morbidity, particularly among vulnerable groups such as children, older adults, and individuals with chronic health conditions. Climate-driven changes also intensify water scarcity and reduce agricultural productivity, increasing the risk of food insecurity. Additionally, extreme weather events such as floods, fires, and storms

can lead to significant mental health consequences, including anxiety, depression, and post-traumatic stress (IPCC, 2022).

3.2.1. Impacts on Maternal and Child Health

Environmental pollutants have specific and critical implications for maternal, fetal, and child health. Exposure to air pollution and toxic environmental chemicals has been linked to increased risks of preterm birth, low birth weight, pregnancy loss, fetal growth restriction, and developmental disorders in infants (Pandipati & Abel, 2022; Zhang et al., 2019). Climate-related events such as heatwaves and flooding may further disrupt access to prenatal and postnatal care, increase exposure to vector-borne diseases, and exacerbate maternal mental health challenges.

Moreover, endocrine-disrupting chemicals used in various medical products such as bisphenol A (BPA) and phthalates pose additional reproductive and developmental risks. Research shows that prenatal phthalate exposure is associated with preterm birth, neonatal respiratory difficulties, and impaired cognitive development (Welch et al., 2022).

These combined findings underscore the urgent need for health systems, particularly maternity and child health services, to incorporate environmentally sustainable practices and to minimize exposure to environmental hazards.

4. SOCIETAL IMPACTS OF THE CARBON FOOTPRINT

Climate change driven largely by increased carbon emissions creates wide-ranging social consequences that affect public health, food security, livelihoods, population movements, and social stability. These impacts are increasingly evident across both high-income and low-income settings.

4.1. Public Health Consequences

Climate change contributes to a rise in both communicable and non-communicable diseases. Warming temperatures have altered the geographic distribution of vector-borne diseases. Although global malaria incidence has declined, rising temperatures have resulted in the spread of malaria to higher altitudes. Similarly, increased transmission of chikungunya has been reported in Asia, Latin America, Europe, and North America, along with expanded transmission of Lyme disease in North America and tick-borne encephalitis in Europe.

Intense rainfall, flooding, and high temperatures contribute to an increase in diarrheal diseases including cholera and other gastrointestinal infections as well as foodborne illnesses caused by pathogens such as *Salmonella* and *Campylobacter*. Flooding events also amplify the risk of waterborne and vector-borne diseases and disrupt essential public health services. Moreover,

exposure to extreme climate events such as storms, floods, and wildfires has been linked to increased rates of mental health conditions, including anxiety, depression, and post-traumatic stress (IPCC, 2022).

Heat exposure represents a growing public health threat, particularly in regions facing rapid urbanization and rising temperature extremes. Heat stress reduces the number of safe working hours especially for outdoor laborers and heat-related mortality has increased even in temperate climates as a result of global warming (IPCC, 2022).

4.2. Food Security and Nutritional Impacts

Climate change contributes significantly to global food insecurity by reducing agricultural productivity, degrading soil quality, and increasing water scarcity. These disruptions heighten vulnerability to malnutrition, undernutrition, and even obesity due to shifts in food availability and dietary patterns. Children and pregnant women are disproportionately affected, making food insecurity a critical reproductive and maternal health concern (IPCC, 2022).

4.3. Population Displacement and Migration

Extreme climate events including storms, floods, droughts, and wildfires cause large-scale displacement and involuntary migration. According to the Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC), since 2008 an average of more than 20 million people have been internally displaced each year due to weather-related disasters (IPCC, 2022). Such displacement disrupts access to healthcare, education, employment, and social support systems, exacerbating inequalities.

4.4. Social Stability and Conflict

Climate-related hazards can exacerbate social tensions and contribute to conflict within countries. In contexts characterized by large populations, declining economic activity, persistent poverty, and deepening inequality, climate change undermines water and food security, depletes livelihood resources, reduces income opportunities, and increases the likelihood of social unrest and conflict (IPCC, 2022). These dynamics highlight the complex interplay between environmental stressors and sociopolitical stability.

5. HEALTH SECTOR CARBON FOOTPRINT

The healthcare sector is a significant contributor to global greenhouse gas emissions due to its intensive use of energy, pharmaceuticals, medical devices, and waste-generating procedures. Increasing healthcare demands driven by population aging, chronic diseases, rising service use, and technological dependency further amplify the sector's environmental impact. Globally, healthcare systems produce greenhouse gas emissions equivalent to the annual output of 514

coal-fired power plants (Mominkhan et al., 2023), accounting for 4–5% of total global emissions (Rodríguez-Jiménez et al., 2023).

5.1. Global Healthcare Carbon Footprint Trends

According to a comprehensive international systematic review by Pichler et al. (2019), the healthcare sector accounted for 5.5% of national carbon footprints in 2014, with an average per capita healthcare carbon footprint of 0.6 tCO₂. The United States had the highest per capita value at 1.51 tCO₂, while India had the lowest at 0.3 tCO₂. Turkey's healthcare carbon footprint was relatively low at 0.23 tCO₂ per capita, although its 17.8 Mt CO₂ total footprint placed it below the global average.

When changes in healthcare spending and CO₂ emissions between 2000–2004 and 2010–2014 were examined, countries fell into three distinct groups:

1. Decoupling Achievers: Fourteen mostly European countries reduced healthcare CO₂ emissions despite rising healthcare expenditures.
2. Moderate Emission Growth Countries: Countries such as the United States, Australia, Canada, India, South Korea, and Japan increased both spending and emissions, although emission growth was slower than expenditure growth.
3. High Emission Growth Countries: Only Turkey and China experienced higher growth in healthcare sector CO₂ emissions than in healthcare spending, resulting in a 57% increase for Turkey and 9% increase for China (Pichler et al., 2019).

These findings highlight the urgent need for health systems particularly emerging economies to implement targeted decarbonization strategies.

5.2. High-Emission Areas in Hospitals

Hospital services vary substantially in their carbon footprint, with operating rooms (ORs) being among the most energy- and waste-intensive units. ORs consume six times more energy than other hospital departments and generate up to 70% of total hospital waste. High reliance on anesthesia gases, disposable equipment, sterilization, and ventilation systems contributes significantly to these emissions.

Anesthetic gases, particularly desflurane and nitrous oxide, have extremely high global warming potentials, making anesthesia practices a critical target for emission reduction.

5.3. International Good Practice Example: The UK “Green Theatre Checklist”

In alignment with its goal to become a “net-zero healthcare system” by 2045, the United Kingdom established the Green Theatre Checklist, covering preoperative, intraoperative, and postoperative environmental practices. Key recommendations include:

Low-Emission Anesthesia

- Preferencing low-global-warming-potential anesthetic agents (e.g., sevoflurane, isoflurane).
- Phasing out desflurane due to its high carbon footprint.
- Implementing low-flow anesthesia techniques.

Reusable and Low-Carbon Surgical Materials

- Using reusable sterile gowns, drapes, and trolley covers.
- Reducing unnecessary surgical supplies.
- Prioritizing reusable equipment over single-use products whenever safe and feasible.

Water, Energy, and Waste Management

- Installing automatic or pedal-activated taps to prevent water waste.
- Maximizing recycling for packaging materials.
- Ensuring correct segregation of sharps, medical waste, metals, and batteries.
- Repairing reusable devices instead of discarding them.
- Turning off nonessential equipment, lights, and ventilation when the OR is not in use.

These targeted interventions demonstrate the potential for healthcare systems especially surgical units to significantly reduce their environmental footprint while maintaining patient safety and quality of care (Robb & Pegna, 2023).

6. CARBON FOOTPRINT SOURCES IN DELIVERY ROOMS

Delivery rooms, similar to operating rooms, are among the highest contributors to healthcare-related carbon emissions due to their intensive use of disposable materials, continuous energy consumption, and high-volume waste generation. Understanding the specific sources of emissions within these settings is essential for developing targeted mitigation strategies.

6.1. Medical Supplies and Devices

Delivery rooms generate substantial waste, largely driven by infection-control concerns and the widespread use of single-use medical supplies. Disposable gloves, gowns, drapes, and device kits are commonly used, often beyond what is clinically necessary. Rational glove use reserving gloves for procedures requiring direct contact with bodily fluids can significantly reduce material waste.

Efforts to reduce product-related emissions include transitioning from single-use devices to **reusable alternatives**, exploring safe **reprocessing procedures**, and collaborating with manufacturers to develop **streamlined, low-waste surgical kits**.

Studies comparing stainless steel and plastic vaginal specula demonstrated that **stainless steel specula have a lower environmental impact**, despite requiring sterilization (Donahue et al., 2020; Rodriguez Morris & Hicks, 2022). Furthermore, disposable products often contain **endocrine-disrupting chemicals (EDCs)** such as phthalates and bisphenol-A, which pose risks to reproductive health further supporting the preference for reusable instruments.

6.2. Energy Consumption of Medical Devices

Energy consumption is a major contributor to carbon emissions in delivery and operating rooms. More than **90% of energy use** is related to ventilation systems, temperature regulation, lighting, and the operation of medical devices (Phoon et al., 2022). Implementing **smart heating and cooling systems** that regulate temperature in unused rooms can save up to **25% of total energy consumption** (Candan Dönmez et al., 2019).

Transitioning to **energy-efficient lighting**, optimizing air conditioning systems, and using energy-saving sterilization equipment can significantly reduce both operational costs and carbon emissions (Martins et al., 2022).

6.3. Waste Management and Recycling Practices

Effective waste management is essential to reducing the carbon footprint of delivery rooms. Regulated Medical Waste (RMW) items contaminated with blood or bodily fluids must be autoclaved or incinerated, both of which carry high environmental burdens. Correct waste segregation reduces the volume of RMW and minimizes unnecessary incineration.

Although disposable devices may appear cost-effective, full life-cycle analyses reveal hidden environmental and financial costs. A study in neurosurgery showed that **13% of supply costs came from opened but unused disposable items** (Zygourakis et al., 2017), demonstrating significant avoidable waste.

Textile products such as **cotton blue sterile towels** contribute greatly to environmental degradation due to pesticide use and high water consumption during production (Thiel et al., 2015). When possible, these towels can be laundered and reused for non-sterile functions within the hospital.

Recycling alone reduces healthcare-related carbon emissions by approximately **5%**, but remains a meaningful component of a broader sustainability strategy (Emont et al., 2023). Collaborating with suppliers that prioritize recyclable packaging and waste reduction can further improve outcomes.

6.4. Water Consumption and Its Relationship with Carbon Footprint

Water scarcity is an increasingly critical consequence of climate change, making water conservation essential in maternity and surgical care. Traditional surgical handwashing consumes more than **20 liters of water per session**. After an initial proper wash, the use of **alcohol-based hand rubs** for subsequent scrubbing has been shown to reduce water use by **up to 67%** (Winter et al., 2022).

Nurses play a key role in promoting sustainability by encouraging the use of **low-flow faucets** (Lilienfeld et al., 2018) and implementing **sensor-operated sinks**, which use **eight times less water** compared to traditional taps (Saleh et al., 2023).

Because sterilization processes require significant electricity and water, minimizing the quantity of instruments used during procedures can further reduce environmental impact (Saleh et al., 2023).

7. THE ROLE OF NURSES AND MIDWIVES IN THE REDUCTION OF CARBON FOOTPRINT IN BIRTH ROOMS AND IMPLEMENTATION STRATEGIES

Nurses and midwives play a critical role in reducing the environmental burden of healthcare services due to their active involvement in direct patient care and their central role in maternity units. Evidence-based strategies for decreasing the carbon footprint in birth rooms include:

- Establishing or actively participating in “green teams” within hospitals to ensure that the voices of nurses and midwives are included in sustainability decision-making.
- Ensuring access to institutional training programs on waste management, environmental sustainability, and climate-conscious clinical practices.
- Developing institutional waste management policies that include the input of nurses and midwives, and integrating environmentally safe waste disposal methods into educational curricula.
- Encouraging the reduction of instrument sets used during procedures to decrease sterilization requirements, thereby reducing energy and water consumption.
- Prioritizing reusable medical supplies over single-use items when clinically appropriate.
- Reducing unnecessary or excessive packaging by advocating for environmentally responsible procurement.
- Supporting the development and implementation of comprehensive waste management systems in all healthcare facilities (Gürgeç Şimşek & Özsoy, 2024).

- Recommending smart heating and cooling systems to regulate temperature in unused rooms, thereby reducing unnecessary electricity consumption (Candan Dönmez et al., 2019).
- Promoting the use of energy-efficient lighting, heating, ventilation, and sterilization systems to reduce operational carbon output (Martins et al., 2022).
- Supporting the use of low-flow faucets and sensor-equipped sinks to minimize water consumption (Emont et al., 2023).

These strategies highlight the essential role of nurses and midwives as leaders in sustainable clinical practice and their potential to contribute significantly to climate-responsive healthcare systems.

8. NATIONAL AND INTERNATIONAL PROJECTS AND IMPLEMENTATION EXAMPLES

8.1. Reduction of Nitrous Oxide and Anesthetic Gases

Nitrous oxide is widely used for labor analgesia yet is a potent greenhouse gas. In a study evaluating nitrous oxide cracking technology in birth rooms, a mouthpiece-purified system reduced ambient nitrous oxide levels by **71%**, and a low-profile face mask with enhanced coaching reduced levels by **81%**. These findings show that cracking technology significantly decreases environmental exposure and occupational risk (Pinder et al., 2022).

Volatile anesthetics also vary in their global warming potential (GWP). Desflurane has a GWP of 2540, compared with isoflurane (510) and sevoflurane (130). Therefore, **sevoflurane should be preferred** when general anesthesia is required (Andersen et al., 2023). Nitrous oxide has a warming effect similar to desflurane (McGain et al., 2020), highlighting the need to limit its use and implement decomposition technologies.

Oral medications have lower carbon intensity than intravenous medications. For planned cesarean sections, oral analgesics such as ondansetron and paracetamol are recommended where clinically appropriate (Mallama et al., 2021).

8.2. Reusable vs. Single-Use Medical Products

The transition to reusable equipment is a key strategy in sustainable obstetric care:

- A comparative analysis of a single-use acrylic speculum and a reusable stainless-steel speculum demonstrated that the reusable model had a **significantly lower carbon footprint**, even after accounting for sterilization energy (Donahue et al., 2020).
- Reusable surgical gowns reduce greenhouse gas emissions by **66%** and reduce solid waste by **84%** compared with disposable gowns (Vozzola et al., 2020).

- Institutions are encouraged to invest in reprocessing systems to expand the safe use of reusable instruments (Gordon, 2020; Lui et al., 2024).

In a hospital where **5,874 disposable speculums** were used annually, replacing them with reusable versions reduced greenhouse gas emissions by **74–75%** in one year (Donahue et al., 2020).

8.3. Environmental Impact of Delivery Methods

A comparative study evaluating the carbon footprint of childbirth in the UK and the Netherlands found:

- Cesarean birth: **31.21 kg CO₂ (UK)** vs **32.96 kg CO₂ (NL)**
- Hospital vaginal birth: **12.47 kg CO₂ (UK)** vs **10.7 kg CO₂ (NL)**
- Home vaginal birth: **7.63 kg CO₂ (UK)** vs **6.27 kg CO₂ (NL)**

The lower footprint for vaginal births in the Netherlands was attributed primarily to differences in analgesic choices. Nitrous oxide use in vaginal birth ranged from **0.08 kg CO₂** (opioid analgesia) to **237.33 kg CO₂** (oxygenated nitrous oxide). Fractionation systems or alternative analgesic methods can therefore substantially reduce emissions (Spil et al., 2024).

8.4. Environmental Footprints in Gynecological Procedures

A systematic review of obstetric and gynecologic services found:

- Vaginal births have **approximately half** the environmental impact of cesarean deliveries (Gaiser et al., 2004).
- Cotton use during cesarean procedures contributed significantly to the environmental burden.
- HVAC systems account for **63–78%** of energy use in operating rooms during major procedures such as hysterectomy (Thiel et al., 2015).
- Robotic hysterectomy has the highest environmental impact among abdominal, vaginal, and laparoscopic approaches (Thiel et al., 2015).
- Minimizing disposable material use in laparoscopic hysterectomy can reduce greenhouse gas emissions by **up to 70%** (Thiel et al., 2015).

9. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Climate change increasingly threatens global health systems by accelerating environmental degradation and intensifying greenhouse gas emissions. Although healthcare aims to improve and protect health, it paradoxically contributes significantly to carbon emissions through high energy consumption, extensive use of medical resources, and substantial waste generation. With growing healthcare demands driven by aging populations, rising disease burden, and

changing demographics, the environmental impact of health services is expected to continue expanding.

Within this context, maternity wards constitute a critical area for sustainable transformation. Environmentally responsible practices such as the rational use of materials, reducing energy consumption, preventing water waste, and implementing effective waste management are essential to minimizing the ecological footprint of birth rooms and obstetric care processes.

Nurses, midwives, and all healthcare professionals play a pivotal role in advancing sustainable healthcare. Their central position in clinical care enables them to promote, model, and implement environmentally responsible practices. Increasing environmental awareness, integrating sustainability into clinical protocols, and encouraging active participation in institutional green initiatives are key steps toward reducing the carbon footprint of maternity services.

Recommendations

- Strengthen institutional policies that promote environmentally sustainable practices in maternity care.
- Provide regular training for nurses, midwives, and other healthcare personnel on waste management, energy conservation, and climate-conscious clinical care.
- Prioritize the use of reusable medical equipment where clinically appropriate to reduce waste and resource consumption.
- Implement energy-efficient technologies, such as smart temperature-control systems and low-energy lighting, in maternity units.
- Enhance water conservation through sensor-based faucets and routine monitoring of water usage.
- Support research, audits, and quality improvement initiatives aimed at measuring and reducing the carbon footprint of maternity wards.

In conclusion, reducing the carbon footprint of maternity services is essential not only for environmental sustainability but also for ensuring the long-term resilience, efficiency, and quality of healthcare systems. Strengthening the leadership role of nurses and midwives in sustainable practices will significantly contribute to building a climate-resilient healthcare system for future generations.

REFERENCES

1. Erden Özsoy, C. (2015). Low-carbon economy and Turkey's carbon footprint. *Hak İş International Journal of Labor and Society*, 4(9), 198-215.

2. Odum, E. P., & Barrett, G. W. (2016). *Fundamental principles of ecology*. (Trans. Ed.: Kani Işık). Palme Publishing House.
3. Brander, M., & Davis, G. (2012). Greenhouse gases, CO₂, CO₂e, and carbon: What do all these terms mean? *Ecometrica White Papers*, 3 pp.
4. Ministry of Health. (2015). National Program and Action Plan to Reduce the Adverse Effects of Climate Change on Health. Retrieved from http://cevresagligi.thsk.saglik.gov.tr/Dosya/Iklim_degisikligi.pdf Access Date: March 18, 2025.
5. Ege University. (2016). 2016 Carbon Footprint Report. Retrieved from https://surdurulebilir.ege.edu.tr/files/surdurulebilir/icerik/EGE_2016_%20Karbon%20Ayakizi%20Raporu.pdf Access Date: March 22, 2025.
6. Wiedmann, T., & Minx, J. (2008). A definition of ‘carbon footprint’. In C. C. Pertsova (Ed.), *Ecological Economics Research Trends* (pp. 1–11). Nova Science Publishers.
7. Okanlı, G., & Demir, O. (2024). Carbon footprint, types, causes of formation, and reduction strategies. *Toprak Altın Hazinesi*, 1, 47–65.
8. Mominkhan, D., Alamri, F. A., Balharith, M., Alharbi, M., Alshebli, A., Alshareef, S. Y., et al. (2023). The current state and potential evolution of carbon emissions in the healthcare sector: A narrative review. *Frontiers in Sustainable Energy Policy*, 2, 1230253.
9. Rodríguez-Jiménez, L., Romero-Martín, M., Spruell, T., Steley, Z., & Gómez-Salgado, J. (2023). The carbon footprint of healthcare settings: A systematic review. *Journal of Advanced Nursing*, 79(8), 2830–2844.
10. Pichler, P. P., Jaccard, I. S., Weisz, U., & Weisz, H. (2019). International comparison of health care carbon footprints. *Environmental Research Letters*, 14(6), 064004.
11. Robb, H. D., & Pegna, V. (2023). The intercollegiate green theater checklist. *The Bulletin of the Royal College of Surgeons of England*, 105(2), 64–67.
12. Pinder, A., Fang, L., Fieldhouse, A., Goddard, A., Lovett, R., Khan-Perez, J., ... & Shelton, C. (2022). Implementing nitrous oxide cracking technology in the labour ward to reduce occupational exposure and environmental emissions: a quality improvement study. *Anaesthesia*, 77(11), 1228–1236.
13. Lui, B., White, R. S., Bryant-Huppert, J., & Kelleher, D. C. (2024). Environmental sustainability in obstetric anesthesia. *International Journal of Obstetric Anesthesia*, 60.
14. Donahue, L. M., Hilton, S., Bell, S. G., Williams, B. C., & Keoleian, G. A. (2020). A comparative carbon footprint analysis of disposable and reusable vaginal specula. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 223(2), 225.e1.
15. Spil, N. A., van Nieuwenhuizen, K. E., Rowe, R., Thornton, J. G., Murphy, E., Verheijen, E., et al. (2024). The carbon footprint of different modes of birth in the UK and the Netherlands: A life cycle assessment study. *BJOG*, 131(5), 568–578.
16. Cohen, E. S., Kouwenberg, L. H., Moody, K. S., Sperna Weiland, N. H., Kringos, D. S., Timmermans, A., & Hehenkamp, W. J. (2024). Environmental sustainability in obstetrics and gynaecology: A systematic review. *BJOG*, 131(5), 555–567.
17. Emont, J., Wang, M., & Wright, K. (2023). Health system decarbonization on obstetric and newborn units. *Seminars in Perinatology*, 47(8), 151844.
18. Schenk, E., Castner, J., Huffling, K., Polivka, B. J., & Potter, T. (2025). Nursing and climate mitigation: Decarbonization. *AJN American Journal of Nursing*, 125(4), 36–42.
19. Mallama, M., Valencia, A., Rijs, K., Rietdijk, W. J. R., Klimek, M., & Calvache, J. A. (2021). Intravenous vs oral peri-operative paracetamol: A systematic review. *Anaesthesia*, 76(2), 270–276.
20. Gaiser, R. R., Cheek, T. G., & Gutsche, B. B. (2004). Glass recycling in the labor suite is environmentally sound and economical. *British Journal of Anaesthesia*, 92(4), 584–586.
21. Vozzola, E., Overcash, M., & Griffing, E. (2020). An environmental analysis of reusable and disposable surgical gowns. *AORN Journal*, 111(3), 315–325.
22. Thiel, C. L., Eckelman, M., Guido, R., Huddleston, M., Landis, A. E., Sherman, J., et al. (2015). Environmental impacts of surgical procedures: Life cycle assessment of hysterectomy. *Environmental Science & Technology*, 49(3), 1779–1786.

23. Lewis, Y., Gower, A. A., & Notten, P. (2021). Single-use plastic tableware and its alternatives: Recommendations from life cycle assessments. Life Cycle Initiative.
24. Mojdehbakhsh, R. P., Rose, S., Peterson, M., Rice, L., & Spencer, R. (2021). Telemedicine services in gynecologic oncology during COVID-19: Environmental impact and patient satisfaction. *Gynecologic Oncology Reports*, 36, 100708.
25. IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, adaptation, and vulnerability*. Cambridge University Press.
26. Gürgeç Şimşek, H., & Özsoy, S. A. (2024). A green practice for nurses: Recycling. *Izmir Katip Celebi University Faculty of Health Sciences Journal*, 9(1), 145–151.
27. Saleh, J. R., Mitchell, A., Kha, S. T., Outtersson, R., Choi, A., Allen, L., et al. (2023). The environmental impact of orthopaedic surgery. *Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*, 105(1), 74–82.
28. Lilienfeld, E., Nicholas, P. K., Breakey, S., & Corless, I. B. (2018). Addressing climate change through a nursing lens. *Nursing Outlook*, 66(5), 482–494.
29. Winter, B. J., Robb, H. D., James, C., Victoria, P., Francesca, T., & Katherine, H. (2022). Intercollegiate green theater checklist: Compendium of evidence.
30. Gilfillan, D., & Marland, G. (2021). CDIAC-FF: Global and national CO₂ emissions from fossil fuel combustion and cement manufacture, 1751–2017. *Earth System Science Data*, 13, 1667–1681.
31. La Merrill, M. A., Vandenberg, L. N., Smith, M. T., et al. (2020). Key characteristics of endocrine-disrupting chemicals. *Nature Reviews Endocrinology*, 16(1), 45–57.
32. Genco, M., Anderson-Shaw, L., & Sargis, R. M. (2020). Endocrine disruptors confounding clinical care. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 105(10), e3822–e3827.
33. Welch, B. M., Keil, A. P., Buckley, J. P., et al. (2022). Prenatal phthalate exposure and preterm birth. *JAMA Pediatrics*, 176(9), 895–905.
34. Gascon, M., Casas, M., Morales, E., et al. (2015). Prenatal bisphenol A and phthalate exposure and childhood infections. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 135(2), 370–378.
35. Pandipati, S., & Abel, D. E. (2023). Anticipated impacts of climate change on women's health: a background primer. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 160(2), 394–399.
36. Zhang, W., Spero, T. L., Nolte, C. G., et al. (2019). Maternal heat exposure and congenital heart defects. *Journal of the American Heart Association*, 8(3), e010995.
37. Roos, N., Kovats, S., Hajat, S., et al. (2021). Maternal and newborn health risks of climate change. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, 100(4), 566–570.
38. Rothschild, J., & Haase, E. (2022). Women's mental health and climate change II. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*.
39. Sullivan, G. A., Petit, H. J., Reiter, A. J., et al. (2023). Operating room environmental impact: A scoping review. *Journal of the American College of Surgeons*, 236(2), 411–423.
40. Ersoy Mirici, M., & Berberoğlu, S. (2022). Green deal and carbon footprint from a Turkish perspective. *Journal of Natural Hazards and Environment*, 8(1), 156–164.
41. Franchetti, M. J., & Apul, D. (2013). *Carbon footprint analysis: Concepts, methods, implementation, and case studies*. CRC Press.
42. Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. (2007). *Climate change 2007: Synthesis report*.
43. International Organization for Standardization ISO. (2019). *ISO climate change mitigation*. EPA (2005). *EPA ecological footprint calculators: Technical background paper*.
44. Shelton, C. (2022). Implementing nitrous oxide cracking technology in labor wards. *Anaesthesia*, 77(11), 1228–1236.
45. Mola, H., Şahin Kutlu, Ş., & Sumer Adin, S. (2025). Ecological footprint awareness among youth in Turkey. *Dynamics in Social Sciences and Humanities*, 6(1), 1–9.
46. Aslan, M., & Yıldız, A. (2019). How blameless are hospitals in climate change? *Environmental & Socio-Economic Studies*, 7(4), 45–53.

EVRE III PERİODONTİTİS HASTALARININ CERRAHİSİZ PERİODONTAL TEDAVİSİ: 2 OLGU SUNUMU

Uzm. Dt. Gülnur Sağlam

Diyarbakır Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesi, Periodontoloji Bölümü, Diyarbakır, Türkiye

ORCID ID: 0009-0005-4982-3651

Uzm. Dt. Deniz Gül Sarıdoğan

Nilüfer Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesi, Periodontoloji Bölümü, Bursa, Türkiye

ORCID ID:0009-0002-9826-0101

Özet

Amaç: Periodontitis, disbiyotik biyofilmlerle ilişkili, dişin destek dokularında yıkım meydana getiren ve sonunda diş kaybına neden olabilen kronik, çok faktörlü bir inflamatuvar hastalıktır. Periodontitisin şiddetli evreleri Evre III ve evre IV olarak ifade edilir. Her iki evredeki kemik ve ataçman kaybı benzer olmasına rağmen evre IV de diş kaybı sayısı ve diş mobilitesi oranı artmış, çiğneme disfonksiyonu gibi ilave problemler tabloya eklenmiştir. Teşhis ve tedavi açısından klinisyenleri oldukça zorlayan bu vakaların rehabilitasyonu karmaşık tedavi süreçlerini gerektirir. Periodontitisin cerrahi olmayan tedavisi, mikrobiyal biyofilm ve birikintileri gidermeyi amaçlar. Cerrahi olmayan periodontal tedavinin başarısı, cep derinliğinin ve diş etlerindeki iltihabın azalmasıyla değerlendirilir. Bu raporda, kliniğimize tedavi için başvuran, ağız bakımı yetersiz, supragingival ve subgingival olarak yoğun diş taşı birikimi, diş eti kanaması ve diş mobilitesi olan Evre III ve Derece C periodontitis teşhisi konulmuş iki periodontitis hastasının tedavi öncesi ve cerrahisiz periodontal tedavi sonrası klinik periodontal bulgularının sunulması amaçlanmıştır.

Olgu: Sistemik olarak sağlıklı, sigara kullanan ve benzer şikayetlerle kliniğimize başvuran, 34 yaşındaki erkek ve 33 yaşındaki kadın hastaya, yapılan muayenesi ve radyolojik değerlendirmesi sonucunda Evre III Derece C periodontitis tanısı konulmuş ve periodontal tedavileri (detraj, kök yüzeyi düzleştirme, subgingival küretaj, oral hijyen eğitimi) gerçekleştirilmiştir. Hastalara sıkı bir takip programı uygulanması neticesinde cerrahi işleme gerek görülmemiştir.

Sonuç: Hastaların uzun dönem takibinde şikayetlerinin azaldığı ve stabil bir periodonsiyumun elde edildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Periodontitis, Periodontal kemik kaybı, Cerrahisiz periodontal tedavi

NON-SURGICAL PERIODONTAL TREATMENT OF PATIENTS WITH STAGE III PERIODONTITIS:2 CASE REPORTS

Abstract

Objective:

Periodontitis is a chronic inflammatory condition caused by dysbiotic biofilms. It destroys the supporting tissues of the tooth and can ultimately lead to tooth loss. The most severe stages of periodontitis are referred to as Stage III and Stage IV. Although bone and attachment loss are similar in both stages, Stage IV is characterised by an increased number of tooth losses and a higher rate of tooth mobility, as well as additional problems such as chewing dysfunction. These cases present significant challenges for clinicians in terms of diagnosis and treatment and require complex processes. The aim of nonsurgical treatment of periodontitis is to eliminate microbial biofilm and debris. The success of non-surgical periodontal treatment is assessed by reductions in pocket depth and gingival inflammation. This report presents the clinical periodontal findings of two Stage III, Grade C periodontitis patients who presented to our clinic with inadequate oral hygiene, extensive supragingival and subgingival calculus accumulation, gingival bleeding and tooth mobility, and underwent nonsurgical periodontal treatment.

Case: Two patients, a 34-year-old male and a 33-year-old female, both systemically healthy and both smokers, presented to our clinic with similar complaints. Based on their examination and radiological evaluation, they were diagnosed with Stage III Grade C periodontitis. They underwent periodontal treatment involving scaling, root planing, subgingival curettage and oral hygiene instruction. A strict follow-up programme was implemented and no surgical intervention was deemed necessary.

Conclusion: Long-term follow-up revealed that the patients' symptoms had improved and stable periodontal health had been achieved.

Keywords: Periodontitis, Periodontal bone loss, Non-surgical periodontal treatment

GİRİŞ

Periodontitis, toplumda çok sayıda bireyi etkileyen, diş yüzeylerinde disbiyotik bir biyofilmle başlayan, konakta immün yanıtı tetikleyerek doku yıkımına sebep olan kronik ve inflamatuvar bir hastalıktır. Uygun teşhis ve tedavi eksikliğinde ilerleyici doku yıkımına ve diş kaybına sebep olur.(1) Mikrobiyal, çevresel, genetik olmak üzere birçok etmen hastalık sürecine dahil olur ve periodontitise multifaktöryel bir özellik kazandırır. Çeşitli etnik popülasyonlarda farklılık gösteren ve çevresel faktörlerin etkisi altında kalabilen çok sayıda genetik lokusun periodontal hastalık sürecine katıldığı bilinmektedir. (2)

Hastalığın en belirgin özellikleri, klinik ataçman kaybı, radyografik değerlendirmede alveol kemik kaybı olarak karşımıza çıkan periodontal destek doku kaybı, periodontal cep oluşumu ve diş eti kanamasıdır.(3) Tedavi edilmemiş gingival hastalıklar, ataçman kaybı ve alveoler kemik kaybının eşlik ettiği inflamatuvar bir hastalık olan periodontitise ilerleyebilir.(3) Gingivitislerin tamamı periodontitise dönüşmez ama periodontitis gelişmesi için öncesinde mutlaka bir gingivitis hikâyesi olmalıdır. Yani, gingivitis, periodontitis gelişmesi için önemli bir risk faktörü ve ön koşuldur. Diş eti iltihabının doğru bir şekilde tedavi edilmesi, periodontitisin önlenmesi adına birincil öneme sahiptir. (4)

2017 Çalıştay’ında, patofizyoloji konusuyla ilgili güncel bilgiler dikkate alınarak periodontitis formları üç kategori altında toplanmıştır. Daha önceki yıllarda ise agresif veya kronik olarak isimlendirilen periodontitisler artık tek bir başlık altında, periodontitis olarak değerlendirilmiştir. (4,5) Yeni sınıflama, evreleme ve derecelendirme yaklaşımı ile hastalığın kapsamı, şiddeti, seyri yanında hastalık geçmişi ve gereken tedavilerin karmaşıklığını da göz önüne alarak periodontitisi çok yönlü olarak değerlendirme fırsatı sunar.(3) Başlangıç peridontitis Evre I olarak değerlendirilmiş, şiddetli periodontitisler ise Evre III ve evre IV olarak isimlendirilmiştir. Evre III ve IV periodontitisin her ikisinde de kökün ortasına veya apikaline kadar uzanan ciddi bir periodontal ataçman kaybı söz konusu olmasına rağmen evre IV de ciddi diş kayıpları ve çiğneme fonksiyonu kaybı vardır.(6)

Cerrahi olmayan periodontal tedavinin ilk adımı hastayı, hastalığın nedenleri, tedavisi ve beklenen durumlar konusunda bilgilendirmekle başlar. Supragingival dental biyofilmin kontrolü, ağız hijyen motivasyonu, ağız hijyenini etkileyen ve plak tutulumuna neden olan bölgelerin ortadan kaldırılması sağlanır.(7) Standart olarak uygulanan diş taşı temizliği ile kök yüzeyi düzleştirmesine ilaveten subgingival olarak yapılan mekanik debridman cerrahisiz periodontal tedavinin temelini oluşturur.(8) Subgingival debridman sonrasında ise iyileşmeyen bölgelerde, dokuya invaze olan bakterilerin ve ulaşılamayan alanlardaki subgingival biofilmin sorumlu olduğu düşünülerek ilave antienflamatuvar ve antibakteriyel ajanlar kullanılır.(9)

Periodontitis, başarılı bir şekilde tedavi edildiğinde stabil bir periodonsiyum oluşur ve hastaya azalmış periodonsiyumla beraber sağlıklı bir diş eti kazandırılabilir. Stabil periodonsiyum, sondlamada kanamanın olmadığı veya çok az olduğu, kızarıklık ve şişliğin bulunmadığı bununla birlikte kemik kaybı ve klinik ataçman kaybının gözlendiği bir durumu ifade etmektedir. Ancak, bu durumda hastalığın tekrarlama riskinin yüksek olması nedeniyle hayat boyu idamesinin gerekliliği özellikle vurgulanmıştır.(4,10)

Bu rapor şiddetli periodontitis teşhisi konulan iki hastada kapsamlı bir tedavi ve takip sonrasında elde edilen olumlu sonuçları sunmayı amaçlamaktadır.

OLGU-1

Sistemik olarak sağlıklı 34 yaşında erkek hasta, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji Anabilim Dalı'na diş eti çekilmesi, diş hassasiyeti, mobilite ve kanama şikâyeti ile başvurdu. Hasta günlük ortalama 20 adet sigara kullanıyordu Hasta dişlerini günde bir kez yatay olarak fırçaladığını ifade etti. Yapılan klinik muayenede hastada yoğun diş taşı ve plak birikimi görüldü. **(Resim.1)**



Resim.1. Hastanın tedavi öncesi ağız içi görüntüsü

Hastamızda 5 mm'yi aşan ceplerin bulunması ve kökün ortasına veya apikal üçlüsüne kadar uzanan ataçman kayıplarının olması nedeniyle şiddetli periodontitis (EvreIII) teşhisi konmuştur. Fakat hastada periodontal nedenlerle kaybedilmiş veya kaybedilme ihtimali olan diş sayısı dört diştan azdır. Hastada mevcut haliyle çiğneme fonksiyonunda bir sıkıntı yoktur. Hasta günde ortalama yirmi sigara içmektedir. En fazla yıkım görülen bölgelerde kemik kaybı yüzdesinin hastanın yaşına oranı ise 1'den büyüktür. **(Resim.2)** Bunun yanı sıra hastanın molar dişlerinde ilave olarak furkasyon problemleri tabloya eklenmiştir. Bütün bunlar dikkate alındığında hastada hızlı ilerleme gösteren Derece C periodontitis mevcuttur.



Resim.2.Hastanın radyolojik görüntüsü

Hastanın tedavi öncesi tüm ağız sondlama cep derinliği (SCD) ölçümü yapıldı, gingival indeks ve plak indeksi değerleri kaydedildi. Ölçümler her dişin mesial, distal, fasial ve oral olmak üzere dört bölgesinden elde edildi. Mevcut dişlerin neredeyse tamamında sondlamada kanama mevcuttur ve her diş için gingival indeks değeri 2 olarak skorlanmıştır. Hastada üst ve alt anterior dişlerde 7 mm'ye, molar bölgelerde 8 mm' ye ulaşan cep derinliği mevcuttur.

Tablo.1. Hastanın tedavi öncesi ve sonrası sondlama cep derinliği ölçümleri

Üst Çene	Başlangıç SCD		3 ay sonra		
0-3 mm	4-6 mm	≥7mm	0-3 mm	4-6 mm	≥7mm
10 (%17.85)	29 (%51.78)	17 (%30.35)	43(%76.78)	12 (%21.42)	1(%1.78)
ALT ÇENE					
0-3 mm	4-6 mm	≥7 mm	0-3 mm	4-6 mm	≥7 mm
27 (%45)	22(%36.66)	11(18.33)	45(%75)	15(%25)	0

Tedavi öncesinde üst çenede 29 diş bölgesinde 4-6 mm, 17 bölgede ise 7 mm ve üstü cep derinliği ölçülmüştür. Alt çenede ise 22 bölgede 4-6 mm, 11 bölgede ise 7 mm ve üstü SCD ölçülmüştür

Hasta mevcut durumu hakkında ayrıntılı olarak bilgilendirildi. Hastalığın tedavisi, seyri ve riskleri konusunda bilgi verildikten sonra ultrasonik aletler yardımıyla supragingival scaling işlemi gerçekleştirildi. Hastaya diş fırçası ve ara yüz fırçası kullanımı ayrıntılı olarak anlatılarak tam bir motivasyon sağlandı. Hastaya iki hafta sonrasına randevu verildi. **(Resim.3)**



Resim.3.Hastanın iki hafta sonra ağız içi görüntüsü

Gracey küretler kullanılarak kök yüzeyi düzleştirmesi ve subgingival küretaj işlemi tamamlandı. Hasta oral hijyen konusunda motive edildi ve 4 hafta sonrasına tekrar çağrıldı. Kanamanın devam ettiği, iyileşmeyen bölgelerin küretajı yenilendi ve hastaya antibiyotik (amoksisilin+klavulanik asit)+antieflamatur+klorheksidin gargara reçete edildi. Hastanın sonraki kontrol seanslarında sondlama cep derinliğinin azaldığı, diş etlerinde kanamanın olmadığı ve plak kontrolünün sağlandığı gözlemlendi. Hasta üç aylık takip programına dahil edildi.(**Resim.4**)



Resim.4.Hastanın 3 ay sonraki ağız içi görüntüsü

Olgu-2

Sistemik olarak sağlıklı 33 yaşında kadın hasta diş etinde şişlik, ağrı, kanama ve dişlerde mobilitate şikâyeti ile kliniğimize başvurdu. Hasta günde bir paket sigara kullanıyor ve dişlerini nadir olarak fırçalıyordu. Yapılan ağız içi muayenesinde çift taraflı olmak üzere üst çene kanin dişler

bölgesinde periodontal apse ve özellikle kesici ve molar dişlerde artmış mobilite tespit edildi. Sondlama cep derinliği, gingival indeks ve plak indeksi değerleri kaydedildi. **(Resim.5)**



Resim.5. Hastanın tedavi öncesi ağız içi görüntüsü

Hasta radyolojik olarak değerlendirildiğinde ise üst kesici ve üst molar dişlerde belirgin olmak üzere kökün orta ve apikal üçlüsüne uzanan kemik kaybı ile birlikte molar dişlerde furkasyon problemleri tespit edildi. **(Resim.6)** Hastanın en fazla yıkım görülen bölgelerdeki kemik kaybı/yaş oranı 1 değerinin üzerindedir. Diş kaybı ve okluzal fonksiyon kaybı olmayan hastamıza şiddetli periodontitis (Evre III derece C) tanısı konuldu.

Acil müdahale gereken periodontal apseli bölgelerde apse drenajı sağlandı, supragingival ve subgingival alanda debridman yapılarak bütün eklemler uzaklaştırıldı. Hastaya antibiyotik(amoksisilin+klavulanik asit), analjezik ve klorheksidin gargara reçete edildi.

Oral hijyen eğitimi verilerek 2 hafta sonrasına randevu verildi. Birinci vakamızda uyguladığımız tedavi ve takip programı uygulandı. Hastanın sonraki kontrol seanslarında sondlama cep derinliğinin azaldığı, dişetlerinde kanamanın olmadığı ve plak kontrolünün sağlandığı gözlemlendi. **(Resim.7)**



Resim.6. Hastanın başlangıç radyolojik görüntüsü

Tablo.2. İkinci hastanın tedavi öncesi ve sonrası sondlama cep derinliği ölçümleri

Üst çene bölge sayısı	Başlangıç SCD		3 ay sonra		
0-3 mm	4-6 mm	≥ 7 mm	0-3 mm	4-6 mm	≥ 7 mm
23(%35.93)	26 (%40.62)	15 (%23.43)	44(%68.75)	20(%31.25)	0
Alt çene					
0-3 mm	4-6 mm	≥ 7 mm	0-3 mm	4-6 mm	≥ 7 mm
27(% 42.18)	27(%42.18)	10(%15.62)	48 (%75)	16 (%25)	0



Resim.7. Hastanın 3 ay sonraki ağız içi görüntüsü

Tartışma

Periodontal tedavi enfeksiyonu kontrol altına almayı amaçlayan birincil amacı primer etyolojik ajanların ortadan kaldırılması olan aşamalı bir tedavi yaklaşımıdır. Supragingival olarak bütün risk faktörlerinin kontrol altına alınmasıyla başlayan süreçte ikinci aşamada uygulanan subgingival enstrümantasyon tedavinin temelini oluşturur.(11) Subgingival enstrümantasyonun yetersiz kaldığı durumlarda ise lokal veya sistemik olmak üzere ilave antienflamatuar veya antimikrobiyal ajanlar kullanılabilir. (12) Hastalarımızda supragingival ve subgingival enstrümantasyona ilave olarak özellikle derin cepler olmak üzere kanamanın devam ettiği, iyileşmeye dirençli bölgelerin kontrol altına alınması amacıyla antienflamatuar, antibiyotik ve klorheksidin gargara reçete edilmiştir.

Periodontal tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinde takip aralığı olarak iki hafta ile altı ay arasında bir periyot uygulanır. Dokuların ilk değerlendirilmesinin iki ila dört hafta içerisinde yapılabileceğini belirten çalışmalar olduğu gibi 3-6 ay gibi bir süreyi önerenler de bulunmaktadır.(13) Peridontitis tedavisinin başarısını değerlendirmek için ise klinik ataçman kazancı ve cep derinliğinde azalma gibi kriterler dikkate alınır. Tedavi sonrası hastada 4 mm veya daha az cep varlığı ile birlikte kanama olan bölge sayısı $< \%10$ ise bu hasta stabil bir periodontitis olarak kabul edilir ve azalmış bir periodonsiyumla birlikte sağlıklı bir hasta olarak belirtilir.(14)

Hastalarımızın takip randevuları 2 hafta sonra başlatılmış ardından 4 ve 8 hafta sonrası olmak üzere sıkı kontroller yapılmıştır. Hastaya oral hijyen eğitimi her seansta tekrarlanmış ve ciddi bir motivasyon sağlanmıştır. Plak indeksi, sondlama cep derinliği gibi sonuç indeksleri ise 3 ay sonra kaydedilmiştir.

Sağlam diş arkı olan vakalarda, periodontal ve/veya restoratif tedavi yoluyla tüm dişlerin korunması tedavinin basitleştirilmesi ve maliyetin düşürülmesi gibi önemli avantajlar sağlar. Ayrıca diş replasmanı ihtiyacını da ortadan kaldırır. Evre III ve Evre IV periodontitis vakalarında periodontal nedenli diş kaybı veya diş kaybı ihtimali söz konusudur. Bu nedenle, periodontal tedavi öncesinde diş çekimine karar vermeden önce umutsuz dişlerin dikkatlice değerlendirilmesi gerekir. Diş prognozu, hasta beklentisi, tedavinin uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi bu hastalar için oldukça kritiktir. (15)

Bu bilgiler dikkate alınarak hastalarımız oldukça ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. Hastalarımızın öncelikli olarak periodontal tedavisinin tamamlanması, sonrasında ise çürük dişlerin kök kanal tedavisi veya dolgu gibi daha konservatif bir yaklaşımla tedavi edilerek hastaya sağlam bir diş arkı kazandırılması hedeflenmiştir.

Sonuç

Bu raporda şiddetli periodontitis (Evre III Derece C) olan iki farklı periodontitis hastasında altın standart olarak görülen mekanik supragingival enstrümantasyon, kök yüzeyi düzleştirme ve subgingival küretaj işlemleri uygulandı. İlave olarak antibiyotik ve antienflamatur ilaçlar reçete edildi ve çok sıkı bir takip programı uygulandı. Hastanın oral hijyeni sağlama konusunda hekimi ile işbirliği içinde olması neticesinde cerrahi müdahaleye ihtiyaç duyulmadı ve hastanın sık aralıklarla kontrolü uygun görüldü.

Kaynaklar

1. Isola G, Polizzi A, Serra S, Boato M, Sculean A. Relationship between periodontitis and systemic diseases: A bibliometric and visual study. *Periodontol* 2000. 2025 Jan 8.
2. Becerra-Ruiz JS, Guerrero-Velázquez C, Martínez-Esquivias F, Martínez-Pérez LA, Guzmán-Flores JM. Innate and adaptive immunity of periodontal disease. From etiology to alveolar bone loss. *Oral Dis*. 2022 Sep;28(6):1441-1447.
3. Papapanou, P.N. et al. Periodontitis: Consensus report of workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol*. 2018;89(1):173–82.
4. Chapple ILC, Dommisch H, Glogauer M, Johnson GK, Mealey BL, Eickholz P, et al. Periodontal health and gingival diseases and conditions on an intact and a reduced periodontium : Consensus report of workgroup 1 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. 2018;89(December 2017):74–84.
5. Zasčiurinskienė E, Rastokaitė L, Lindsten R, Basevičienė N, Šidlauskas A. Malocclusions, pathologic tooth migration, and the need for orthodontic treatment in subjects with stage III-IV periodontitis. A cross-sectional study. *Eur J Orthod*. 2023 Jul 31;45(4):418-429.
6. Tonetti, M.S., H. Greenwell and KSK. Staging and grading of periodontitis: Framework and proposal of a new classification and case definition. *J Periodontol*. 2018;89:159–72.
7. Chung, W.-C., Huang, C.-F., & Feng, S.-W. (2022). Clinical Benefits of Minimally Invasive Non-Surgical Periodontal Therapy as an Alternative of Conventional Non-Surgical Periodontal Therapy—A Pilot Study. *International Journal of Environmental Research an. and Public Health*, 19(12), 7456.
8. Stein JM, Yekta-Michael SS, Schittenhelm F, Reichert S, Kupietz D, Dommisch H, Kasaj A, Wied S, Vela OC, Stratul SI. Comparison of three full-mouth concepts for the non-surgical treatment of stage III and IV periodontitis: A randomized controlled trial. *J. Clin Periodontol*. 2021 Dec;48(12):1516-1527.
9. Sanz M, Herrera D, Kebschull M, Chapple I, Jepsen S, Beglundh T, Sculean A, Tonetti MS; EFP Workshop Participants and Methodological Consultants. Treatment of stage I-III periodontitis-The EFP S3 level clinical practice guideline. *J Clin Periodontol*. 2020. Jul;47 Suppl 22(Suppl 22):4-60
10. Dietrich T, Ower P, Tank M, West NX, Walter C, Needleman I, et al. Periodontal diagnosis in the context of the 2017 classification system of periodontal diseases and conditions – Implementation in clinical practice. *Br Dent J*. 2019;226(1):16–22.
11. El Mobadder, Marwan, Amaury Namour, and Samir Nammour. “Laser-Assisted Non-Surgical Treatments of Periodontitis.” *Encyclopedia* 3.2 (2023): 458-467.
12. Skalerič E, Petelin M, Gašpirc B. Antimicrobial photodynamic therapy in treatment of aggressive periodontitis (stage III, grade C periodontitis): A comparison between



- photodynamic therapy and antibiotic therapy as an adjunct to non-surgical periodontal treatment. Photodiagnosis Photodyn Ther. 2023 Mar;41:103251..
13. EFE, Demet, İrem ÇOLAK, and Nurcan Gülsüm BUDUNELİ. "Is Non-Surgical Treatment Sufficient for Stage IV Periodontitis? Report of Three Cases." International Archives of Dental Sciences 46.2 (2025).
 14. Haas AN, Furlaneto F, Gaio EJ, Gomes SC, Palioto DB, Castilho RM, Sanz M, Messoria MR. New tendencies in non-surgical periodontal therapy. Braz Oral Res. 2021 Sep 24;35(Supp 2):e095.
 15. Herrera D, Sanz M, Kebschull M, Jepsen S, Sculean A, Berglundh T, Papapanou PN, Chapple I, Tonetti MS; EFP Workshop Participants and Methodological Consultant. Treatment of stage IV periodontitis: The EFP S3 level clinical practice guideline J Clin Periodontol. 2022 Jun;49 Suppl 24:4-71.

OSSIFYING FIBROMA IN THE MANDIBULAR PREMOLAR REGION: A CASE REPORT

Sezen İlayda İLKUL¹

¹Karadeniz Teknik University Faculty of Dentistry, Department of Oral and Maksillofacial Radiology, Trabzon, Turkey¹

¹ORCID ID: 0009-0005-8791-655X

Ayşenur BAKAL²

²Karadeniz Teknik University Faculty of Dentistry, Department of Oral and Maksillofacial Radiology, Trabzon, Turkey²

²ORCID ID: 0009-0006-3257-7607

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Ossifying fibroma is a rare, well-circumscribed, slow-growing benign fibro-osseous lesion of the jaw, originating from periodontal ligament cells. Although typically asymptomatic, it may present with cortical expansion and displacement of adjacent teeth. Definitive diagnosis relies on a combination of clinical, radiographic, and histopathological assessments. This report presents an 18-year-old female patient with a mandibular ossifying fibroma causing noticeable facial asymmetry. Since surgical resection is the primary treatment, precise determination of the lesion's extent and its relationship with surrounding anatomical structures is essential. Three-dimensional cone-beam computed tomography (CBCT) plays a key role in evaluating lesion size, internal structure, and cortical effects. Complete surgical excision supported by thorough preoperative imaging and histopathological confirmation forms the basis of management.

Case Presentation: An 18-year-old female presented with a painless swelling and displacement of teeth numbered 32, 33, and 34 in the left mandible, which she had noticed for several months. Extraoral examination revealed facial asymmetry. Intraoral examination showed a firm, non-tender swelling in the left mandibular parasymphysis region with significant buccal cortical expansion. Panoramic radiography demonstrated a well-defined, sclerotic-bordered mixed radiolucent–radiopaque lesion. CBCT imaging revealed a mixed-density lesion measuring 22.4 × 18.7 × 18.4 mm (mesiodistal × superoinferior × buccolingual), displacing the roots of teeth 32–34 peripherally. The lesion caused thinning of the buccal and lingual cortices, though cortical continuity remained largely intact. Concentric expansion and internal calcified components consistent with mineralized tissue were evident. The lesion was adjacent to, but not in contact with, the mental foramen. Electric pulp testing of the associated teeth yielded positive responses. An excisional biopsy was performed for diagnostic and therapeutic purposes, followed by surgical enucleation. Histopathological examination revealed

a fibrous stroma containing irregularly distributed trabecular bone and cementum-like calcifications, confirming the diagnosis of ossifying fibroma.

Key Words: Fibro-osseous lesion, Mandible, Ossifying fibroma

MANDİBULAR PREMOLAR BÖLGEDE OSSİFİYE FİBROMA: OLGU SUNUMU ÖZET

Giriş ve Amaç: Ossifiye fibroma, çene kemiklerinin nadir görülen, iyi sınırlı, yavaş büyüyen ve periodontal ligament hücrelerinden köken alan benign karakterde fibro-osseöz bir lezyonudur. Genellikle ağrısız seyreder, ekspansiyon ve dişlerde yer değiştirme gibi bulgularla ortaya çıkar. Kesin tanı klinik, radyolojik ve histopatolojik değerlendirmelerin birlikte yapılması ile konur. Bu olgu sunumunda, mandibulada lokalize ossifiye fibrom sunulmuştur. Ossifiye fibromun cerrahi tedavisi için lezyonun hangi alanlara yayıldığının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu noktada konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntülemesi kritik öneme sahiptir. Hastanın tedavisinde cerrahi enükleasyon ve histopatolojik inceleme esastır; bu da titiz bir preoperatif radyolojik görüntüleme tekniği sayesinde mümkün olabilmektedir.

Olgu Sunumu: 18 yaşında kadın hasta, birkaç aydır fark ettiği ağrısız şişlik ve sol alt çenede 32-33-34 numaralı dişlerde yer değiştirme şikâyetiyle kliniğimize başvurdu. Sistemik sağlıklı hastanın ekstraoral muayenesinde fasial asimetri izlendi. İntraoral muayenede sol mandibular parasimfizde bukkal korteksi belirgin şekilde genişleten, palpasyonda ağrısız, sert kıvamlı bir şişlik saptandı. Radyolojik incelemede panoramik radyografi ve KIBT görüntüleri kullanıldı. Panoramik radyografisinde belirgin sklerotik sınırlı radyopak radyolüsent mikst lezyon izlendi KIBT incelemesinde, 22.4 × 18.7 × 18.4 mm (mesiodistal × süperioinferior × bukkolingual) boyutlarında, 32, 33 ve 34 numaralı dişlerin köklerini periferik doğru iterek yer değiştirmesine neden olan, bukkal ve lingual kortekste belirgin incelmeye yol açmasına rağmen kortikal devamlılığın büyük ölçüde korunduğu, eş merkezli ekspansiyon gösteren ve merkezinde kalsifiye komponentleri yansıtan radyoopasiteler içeren radyopak radyolüsent mikst lezyon izlendi. İlgili lezyonun mental foramenle yakın seyrettiği ancak temasta olmadığı görüldü. Klinik korelasyon neticesinde lezyonla ilişkili dişlere elektrikli pulpa testi uygulanmış olup; pozitif yanıt alındı. Tanısal doğrulama amacıyla eksizyonel biyopsi yapıldı ve tedavi amacıyla cerrahi enükleasyon uygulandı. Histopatolojik inceleme; fibröz stroma içinde düzensiz yerleşimli kemik ve sement benzeri yapılar içeren, ossifiye fibrom ile uyumlu bulgular ortaya koydu.

Anahtar Kelimeler: Fibro-osseöz lezyon, Mandibula, Ossifying fibroma

CLINICAL TRIALS ON NON-DIETARY THERAPIES FOR CELIAC DISEASE: EMERGING ALTERNATIVES TO THE GLUTEN-FREE DIET

Dr. Saloni Sharma 1 , Suhani Sharma 2

1 PhD holder, Dept. of Nutrition and Dietetics, Manav Rachna International Institute
of Research Studies, (Deemed to be University), Faridabad, India

2 MSc. Clinical Research Student, Jamia Hamdard University (Deemed to be University)

Abstract:

Celiac disease is an autoimmune enteropathy precipitated by gluten ingestion in genetically susceptible individuals. Although a strict gluten-free diet (GFD) remains the standard therapy, it is difficult to maintain and does not fully prevent mucosal injury from inadvertent gluten exposure. Consequently, recent clinical research has focused on non-dietary therapeutic strategies aimed at restoring immune tolerance, enhancing mucosal protection, or degrading gluten peptides before they trigger inflammation.

Among the most studied candidates, enzyme therapies such as *latiglutenase* (ALV003) and TAK-062 have demonstrated potential in degrading immunogenic gluten fragments, thereby reducing intestinal injury and symptoms in gluten-challenge trials. Tight-junction modulators like *larazotide acetate* (AT-1001) have shown efficacy in reducing intestinal permeability and alleviating gluten-induced symptoms in Phase II studies, representing a promising adjunct to GFD. Meanwhile, antigen-specific immunotherapies, including the *Nexvax2* vaccine, aimed to induce immune tolerance but faced challenges with efficacy and safety in Phase II trials.

Despite setbacks, these trials have deepened understanding of disease mechanisms and optimized clinical endpoints for future interventions. Collectively, enzyme therapy, barrier modulation, and immune desensitization approaches mark an important shift toward targeted treatments that may complement or partially replace dietary management. Continued innovation and large-scale trials are essential to establish safe, effective, and patient-friendly alternatives to the lifelong GFD.

Keywords: Celiac disease, non-dietary therapy, clinical trials, enzyme therapy, larazotide acetate, Nexvax2, gluten-free diet

1. Introduction

Celiac disease (CD) is a chronic, immune-mediated enteropathy precipitated by dietary gluten in genetically susceptible individuals, primarily those who express the HLA-DQ2 or HLA-DQ8 molecules. Gluten exposure in these individuals triggers an inappropriate adaptive immune response characterized by activation of CD4⁺ T lymphocytes, autoantibody production, and villous atrophy in the small intestine. Globally, CD affects nearly 1% of the population, though its true prevalence is likely higher due to underdiagnosis, varied clinical presentation, and silent

or subclinical forms of the disease. Improved serologic testing, heightened awareness, and widespread availability of endoscopic evaluation have contributed to significantly increased detection rates in recent decades.

The gluten-free diet (GFD) remains the cornerstone of management and is currently the only universally accepted and effective treatment for celiac disease. Adherence to a strict lifelong GFD allows most patients to achieve clinical remission, mucosal healing, and reduction of long-term complications such as osteoporosis, infertility, growth impairment, and intestinal lymphoma. However, maintaining strict dietary compliance remains extremely challenging. Gluten is ubiquitous in food products, and even with careful dietary vigilance, unintentional exposure—sometimes at levels as low as 10–50 mg/day—is sufficient to provoke mucosal inflammation in susceptible individuals.

Beyond medical challenges, the GFD carries significant psychological, social, and economic burdens. Patients frequently report limited food choices, social isolation during meals, anxiety regarding cross-contamination, and increased financial costs due to specialty gluten-free products. Additionally, the GFD can be nutritionally inadequate, lacking fiber, B vitamins, iron, and essential micronutrients. Despite adherence, up to 30% of patients continue to experience persistent symptoms or incomplete mucosal healing, commonly referred to as non-responsive or refractory celiac disease.

These limitations underscore the urgent need for non-dietary therapeutic strategies that can either complement or partially substitute the GFD. Over the past decade, advances in immunology, molecular biology, and pharmaceutical research have catalyzed the development of targeted therapies aimed at interrupting the pathogenic cascade at multiple levels. These include:

- **Enzyme-based therapies** designed to degrade immunotoxic gluten peptides before they reach the small intestine.
- **Tight junction modulators** that strengthen intestinal barrier integrity and reduce gluten translocation.
- **Immune-modifying agents and vaccines** intended to induce tolerance to gluten epitopes and prevent aberrant T-cell activation.
- **Cytokine blockers**, designed to suppress downstream inflammatory pathways such as IL-15 signaling.
- **Microbiome-directed interventions**, exploring how gut dysbiosis contributes to disease activity.

Collectively, these emerging therapies reflect a shift toward mechanism-based interventions that target specific steps in the pathophysiology of celiac disease. Although none have yet replaced the GFD as a standalone treatment, results from early- and mid-phase clinical trials provide encouraging evidence that multimodal therapeutic approaches may eventually offer patients greater flexibility, improved mucosal protection, and enhanced quality of life.

As research accelerates, the next decade promises significant progress toward achieving safe, effective, and patient-centered alternatives to the lifelong dependence on dietary restriction.

2. Enzyme Therapy

Enzyme therapy represents one of the most advanced and scientifically grounded approaches among emerging non-dietary treatments for celiac disease. The rationale stems from a central pathogenic feature of CD: gluten proteins are rich in proline and glutamine, making them resistant to breakdown by human gastrointestinal enzymes. As a result, long immunogenic peptides—such as the 33-mer α -gliadin peptide—persist in the small intestine and activate the adaptive immune system in susceptible individuals.

Enzyme therapies aim to supplement endogenous digestion by providing exogenous proteases capable of efficiently degrading gluten into harmless fragments *before* they reach the lamina propria. This “pre-emptive strike” reduces the antigenic load and minimizes the stimulation of pathogenic T-cell responses. Most enzyme therapies are designed to work in the acidic gastric environment or proximal small intestine, where initial gluten exposure occurs.

2.1 Latiglutenase (ALV003)

Latiglutenase is a pioneering oral enzyme therapy composed of two synergistic gluten-targeting proteases:

- **EP-B2 (endoprotease from barley)** – functions optimally in acidic gastric pH; cleaves intact gluten proteins.
- **Prolyl Endopeptidase (PEP)** – further digests proline-rich immunogenic fragments that human enzymes cannot break down.

Together, these enzymes generate a complementary digestion pathway that mimics the efficient breakdown seen in non-toxic grains.

Mechanism of Action

- EP-B2 initiates cleavage of intact gluten proteins into smaller peptides in the stomach.
- PEP then breaks down proline-rich motifs within these peptides, reducing or eliminating their ability to bind HLA-DQ2/DQ8.

- The resulting fragments are too short to trigger T-cell activation, preventing both innate and adaptive immune responses.

Clinical Findings

Phase I

- Demonstrated strong enzymatic activity in the stomach after oral administration.
- Showed a favorable safety and tolerability profile.

Phase II Trials

Several gluten-challenge studies were conducted in individuals with well-controlled CD on a GFD:

1. Symptom Reduction

- Participants receiving Latiglutenase experienced fewer GI symptoms during gluten challenges compared to placebo.
- Effects were particularly notable in seropositive patients (anti-tTG positive), suggesting that baseline immune activation influences responsiveness.

2. Mucosal Protection

- Histological evaluation showed reduced villous damage and less intraepithelial lymphocytosis in treated groups.
- However, improvement was inconsistent, and complete mucosal recovery was not achieved in all participants, especially those exposed to high gluten doses.

3. Antibody Response

- Some studies demonstrated reduced serologic inflammation, but results varied between trials.

Limitations

- Effects were moderate and dose-dependent.
- Not effective during deliberate high-dose gluten exposure in some trials.
- Unable to fully restore mucosal histology in most patients.
- No evidence of benefit as a standalone therapy.

Latiglutenase shows meaningful potential as an adjunct therapy for accidental gluten exposure—particularly for symptomatic, seropositive patients. However, variability in mucosal outcomes and insufficient histological healing prevent its use as a primary therapeutic alternative to the GFD.

2.2 TAK-062 (Formerly Kuma062)

TAK-062 represents the next generation of gluten-degrading enzymes and is considered one of the most promising candidates due to its exceptionally rapid and potent activity.

Mechanism of Action

- TAK-062 is an engineered proline-specific endopeptidase designed to bypass limitations of natural PEPs.
- It has high catalytic efficiency, allowing degradation of gluten peptides directly in the stomach, even before gastric emptying.
- Unlike earlier enzymes, TAK-062 remains fully active in very acidic pH and in the presence of dietary proteins and complex food matrices.

Advantages

1. High Potency

- Capable of degrading 6–9 grams of gluten—equivalent to the amount in a full meal—within minutes.
- Significantly more potent than previous enzymes (including ALV003 and Aspergillus-derived PEPs).

2. Gastric Stability

- Maintains full enzymatic activity throughout varying gastric pH levels.
- Functions effectively in fasted and fed states.

3. Rapid Action

- Degradation begins immediately upon contact with gluten, reducing the time window for immunogenic peptide absorption.

4. Broad Peptide Coverage

- Efficiently cleaves multiple immunogenic epitopes associated with HLA-DQ2 and HLA-DQ8 presentation.

Clinical Status

Phase I Trials

- Demonstrated excellent safety, no dose-limiting toxicities, and strong gluten-degrading capacity in vivo.
- Gluten fragments in gastric aspirates dropped rapidly after TAK-062 administration.

Early Phase II Studies

- Conducted in controlled gluten-challenge settings.

- Showed promising reductions in immunogenic peptide levels and trends toward symptom improvement.
- Biomarkers of gut injury (e.g., serum IL-2 rise after gluten challenge) showed significant attenuation.

Ongoing Studies

- Larger Phase IIb and Phase III trials are underway to assess:
 - symptom reduction
 - mucosal healing
 - long-term safety
 - real-world efficacy during uncontrolled gluten exposure on a GFD

TAK-062 is widely considered the most potent enzyme candidate to date due to its exceptional gluten-digesting capacity. It has strong potential as a meal-time protective therapy for patients vulnerable to accidental gluten exposure. Whether it can protect against routine dietary lapses or achieve long-term mucosal healing remains under investigation.

3. Barrier Modulators

Intestinal barrier dysfunction is a central mechanism in the pathogenesis of celiac disease. In healthy individuals, tight junctions maintain selective permeability, limiting the translocation of luminal antigens. In CD, exposure to gluten triggers zonulin release, leading to tight-junction disassembly and increased intestinal permeability (“leaky gut”). This enhanced permeability allows immunogenic gluten peptides to cross the epithelial barrier, reach the lamina propria, and activate the pathogenic T-cell response.

Barrier-modulating therapies aim to restore epithelial integrity, reduce paracellular leak, and prevent gluten peptides from initiating downstream immune inflammation. Among all candidates, Larazotide acetate (AT-1001) is the first tight-junction regulator to reach advanced clinical trials and is considered one of the most promising adjunct treatments to the gluten-free diet.

3.1 Larazotide Acetate (AT-1001)

Larazotide acetate is an orally active synthetic peptide derived from a naturally occurring *Vibrio cholerae* zonula occludens toxin fragment. Unlike the native toxin—which increases permeability—Larazotide competitively blocks zonulin signaling, thus preventing tight-junction disassembly.

Mechanism of Action

Larazotide targets the paracellular pathway of gluten entry:

1. Tight-Junction Regulation

- It prevents the opening of tight junctions by antagonizing zonulin receptors.
- Maintains the structural integrity of claudins, occludin, and ZO-1 proteins.
- Reduces paracellular leakage of macromolecules, including immunogenic gluten peptides.

2. Inhibition of Antigen Translocation

- By stabilizing tight junctions, Larazotide limits the entry of intact or partially digested gluten peptides into the lamina propria, where adaptive immunity is activated.

3. Downstream Immune Effects

- Indirectly reduces immune activation by limiting antigen exposure.
- Decreases cytokine release (e.g., IL-8, IFN- γ) in gluten-challenge conditions.

4. Local Activity

- Larazotide acts locally in the gut and is not systemically absorbed, minimizing systemic adverse effects.

Clinical Evidence

1. Phase I Studies

- Demonstrated excellent tolerability and minimal systemic absorption.
- Established that the drug maintains tight-junction function in healthy and CD subjects.

2. Phase II Trials

Several Phase II randomized, placebo-controlled trials collectively provide strong evidence for Larazotide's clinical benefit:

A. Symptom Reduction

Patients exposed to controlled gluten challenges showed:

- Significant improvement in abdominal pain, bloating, and diarrhea.
- Reduced severity and frequency of GI symptoms compared with placebo.
- Dose-dependent effects, with lower doses (0.5–1 mg) performing better than higher doses (likely due to receptor saturation).

B. Patient-Reported Outcomes

- Improvements in quality-of-life scores, including Celiac Symptom Index (CSI) and GI Symptom Rating Scale (GSRS).
- Enhanced daily functioning and reduced meal-related anxiety.

C. Biomarker Response

- Some studies showed reductions in serum inflammatory markers (e.g., IL-8), though findings were modest and variable.

D. Histology and Serology

- Unlike enzyme therapy, Larazotide showed limited or no improvement in:
 - villous height-to-crypt depth ratio
 - intraepithelial lymphocyte counts
 - anti-tTG / anti-DGP titers

This indicates that Larazotide's benefit is primarily symptom-based, not structural healing.

3. Phase III Status

- Larazotide reached Phase III trials, a major milestone for non-dietary CD therapy.
- Preliminary reports show consistent symptom relief in patients on a strict GFD with continued symptoms ("non-responsive CD").
- Complete Phase III results are awaited for regulatory submission.

Clinical Relevance

Larazotide occupies a unique therapeutic niche:

1. Adjunct Therapy for Symptom Control

- Particularly effective for patients with persistent symptoms despite a gluten-free diet.
- Reduces the impact of inadvertent gluten exposure, especially micro-exposures from cross-contamination.

2. Not a Standalone Treatment

- Does not induce mucosal healing or reduce autoimmune antibody production.
- Cannot replace the gluten-free diet but can *enhance* its protective effects.

3. High Safety Margin

- Minimal systemic absorption and favorable GI tolerability profile.
- Suitable for long-term use.

4. Practical Implications

- May be used as a daily maintenance drug to improve quality of life.
- Helps manage "microexposure" anxiety, one of the most challenging psychosocial burdens for CD patients.

Larazotide acetate is the most advanced and clinically relevant barrier-modulating therapy in celiac disease research. By stabilizing tight junctions and reducing gluten-induced permeability, it significantly improves symptoms and patient-reported outcomes. Although it does not

directly heal mucosal injury or modify the immune response, its consistency, safety, and symptom-focused efficacy make it one of the most promising adjuncts to the gluten-free diet—especially for patients with persistent or non-responsive symptoms.

4. Antigen-Specific Immunotherapy

Antigen-specific immunotherapy represents one of the most ambitious and scientifically advanced strategies for treating celiac disease. Rather than degrading gluten or blocking intestinal permeability, this approach attempts to *fundamentally reprogram the immune system* so that gluten is no longer recognized as a harmful antigen.

The goal is to induce *immune tolerance*, similar to approaches used in allergen desensitization therapies. If successful, such treatments could potentially eliminate the need for a strict gluten-free diet in the long term.

4.1 Nexvax2

Nexvax2 was the first antigen-specific immunotherapy to reach advanced clinical testing in humans. It was developed specifically for individuals who are HLA-DQ2.5-positive, as this genotype presents the majority of immunodominant gluten peptides that drive the celiac immune response.

Mechanism of Action

Nexvax2 is a peptide-based therapeutic vaccine composed of three immunodominant gluten peptides that are known to activate pathogenic CD4⁺ T cells in celiac disease.

The proposed mechanism includes:

1. Targeted Immune Desensitization

- Repeated dosing exposes the immune system to controlled quantities of gluten epitopes.
- This repetitive stimulation aims to “retrain” gluten-specific CD4⁺ T cells to become *tolerant* or *anergic*.

2. Modulation of T-cell Responses

- Instead of triggering inflammatory cytokines (e.g., IFN- γ), the vaccine aims to shift toward a non-inflammatory or regulatory T-cell phenotype.

3. Avoidance of Broad Immunosuppression

- Nexvax2 targets *only* gluten-reactive T cells, leaving the rest of the immune system intact.

This precision-targeted approach makes it fundamentally different from general immunosuppressive drugs.

Clinical Outcomes

Phase I Trials

- Demonstrated acceptable safety and tolerability, though transient gastrointestinal symptoms occurred after early doses due to initial immune activation.
- Showed evidence of immune modulation, including reduced T-cell responsiveness to gluten peptides after repeated dosing.
- Provided proof-of-concept that targeted immunotherapy in celiac disease is biologically feasible.

Phase II Trial (RESET CeD Study)

- Designed to assess whether Nexvax2 could protect patients from gluten-induced symptoms and villous damage.
- The trial was terminated early due to:
 - Lack of clinical efficacy
 - No significant protection against gluten-triggered symptoms
 - No measurable improvement in intestinal histology or biomarkers

Despite the scientifically sound design, the immune tolerance induced by Nexvax2 was insufficient to counter the strong gluten-triggered immune cascade in real-world exposure scenarios.

Significance and Scientific Impact

Although Nexvax2 failed in Phase II, its contribution to the field is extremely important:

1. First Major Attempt at a Curative Therapy

- Marked a shift from adjunct therapies to treatments aimed at *true immune modification and potential cure*.

2. Pioneered New Biomarkers and Trial Designs

- Required development of novel immunologic assays to track gluten-specific T cells.
- Established foundational frameworks for future antigen-specific trials.

3. Revealed Critical Challenges

- Gluten tolerance may require multi-epitope or multi-pathway targeting.
- Immune retraining in adults with established autoimmunity is more complex than anticipated.

4. Guides the Next Generation of Immunotherapies

- Learnings from Nexvax2 will help shape future peptide vaccines, nanoparticle-based therapeutics, oral tolerance strategies, and dendritic-cell modulators.

Nexvax2 represents a landmark case in the evolution of celiac disease therapeutics. Although it did not achieve clinical success, it opened the door to an entirely new class of treatment strategies that aim to *neutralize celiac disease at its immune core* rather than merely managing symptoms. It stands as a cornerstone for future research, pushing the field closer to the ultimate goal—a safe, effective, disease-modifying therapy that offers true immune tolerance to gluten.

5. Other Emerging Approaches

Beyond enzyme therapy, barrier modulators, and immune vaccines, several additional non-dietary therapeutic strategies are being investigated to target different stages of celiac disease pathogenesis. **Transglutaminase 2 (TG2) inhibitors** represent a highly targeted upstream approach, as TG2 is responsible for deamidating gluten peptides into more immunogenic forms that bind strongly to HLA-DQ2/DQ8 and trigger T-cell activation. By blocking this enzyme, TG2 inhibitors such as ZED1227 aim to reduce the formation of pathogenic epitopes and attenuate mucosal inflammation, with early clinical studies demonstrating reduced villous damage during gluten challenge; however, long-term safety needs evaluation because TG2 also plays important roles in tissue repair. **Microbiome-based therapies** constitute another innovative frontier, as dysbiosis in celiac disease affects gluten breakdown, intestinal permeability, and immune responses. Approaches include targeted probiotics, engineered bacteria capable of degrading gluten peptides, prebiotics to support beneficial microbial growth, and experimental fecal microbiota transplantation. These therapies show potential to reduce inflammation and improve symptoms, although consistent mucosal healing has not yet been demonstrated. A particularly sophisticated method is **nanoparticle-induced tolerance**, exemplified by CNP-101 (TAK-101), where gluten antigens are encapsulated in biodegradable nanoparticles that deliver them to antigen-presenting cells in a tolerogenic manner, mimicking apoptotic cell clearance. This approach promotes regulatory T-cell expansion and suppresses gluten-specific inflammatory T cells, with early trials showing reduced immune activation but modest clinical efficacy, indicating the need for optimized dosing and antigen composition. Lastly, **cytokine-targeting agents and JAK inhibitors** are being explored mainly for severe or refractory celiac disease. Since cytokines such as IL-15 drive intraepithelial lymphocyte proliferation and mucosal injury, monoclonal antibodies against IL-15 and small-molecule JAK inhibitors offer targeted suppression of the inflammatory pathways central to refractory disease. These therapies have shown promise in reducing inflammation and improving symptoms in

early studies but carry concerns related to long-term immunosuppression. Together, these emerging approaches reflect a rapidly evolving landscape aimed not only at preventing gluten-induced injury but also at restoring immune tolerance and improving the quality of life for patients who struggle with the limitations of a lifelong gluten-free diet.

6. Discussion

The development of non-dietary therapies marks a significant and necessary evolution in the management of celiac disease, addressing the long-standing limitations of the gluten-free diet and the unmet needs of patients who continue to experience symptoms or mucosal injury despite adherence. Although a definitive curative therapy remains elusive, the emerging interventions—particularly enzyme therapies and barrier modulators—have demonstrated meaningful adjunctive potential, especially in mitigating the consequences of accidental gluten exposure. However, several challenges continue to hinder progress. A major limitation lies in the heterogeneity of patient immune responses, as individuals vary widely in symptom severity, mucosal sensitivity, and inflammatory thresholds, complicating both trial interpretation and therapeutic standardization. Achieving consistent mucosal healing remains difficult, given that many therapies primarily reduce symptoms without fully preventing villous atrophy. Additionally, the field struggles with defining clinically meaningful endpoints: symptom scores, serology, intestinal permeability markers, and histological outcomes often do not correlate perfectly, making regulatory approval more complex. Long-term safety considerations are equally important, especially for strategies that modulate immune pathways or interfere with enzymes such as TG2, which have physiological roles beyond celiac disease pathogenesis. Although setbacks like the discontinuation of Nexvax2 were initially disappointing, these experiences have been instrumental in refining immunological understanding, emphasizing the importance of selecting appropriate antigens, dosing schedules, and tolerance-inducing mechanisms. Collectively, the progress of these trials underscores a broader shift toward precision therapeutics, improving trial design, identifying more specific molecular targets, and setting the stage for future combination therapies that may ultimately offer more robust and sustained protection than dietary management alone.

7. Conclusion

The gluten-free diet (GFD) has long been the foundation of celiac disease management, but its inherent limitations—strict lifelong adherence, high financial cost, social restrictions, nutritional inadequacy, and continuous risk of accidental gluten exposure—highlight the urgent need for complementary or alternative therapeutic modalities. Over the past decade, scientific

advances have significantly expanded the therapeutic landscape, revealing multiple biologically driven pathways that can be targeted using modern pharmaceutical approaches. **Enzyme therapies**, such as latiglutenase and TAK-062, represent one of the most practical and immediately applicable options, as they directly degrade immunotoxic gluten peptides in the gastrointestinal tract. These agents do not aim to replace the GFD but function as an additional safety layer, reducing the risk of mucosal injury from unavoidable low-level contamination—a challenge faced by even the most compliant patients. **Barrier modulators** like larazotide acetate are equally promising, especially for symptomatic individuals who continue to experience discomfort despite following the GFD. By tightening epithelial junctions and preventing the paracellular passage of gluten peptides, these agents not only reduce symptoms but also address one of the earliest events in celiac disease pathogenesis. In contrast, **antigen-specific immunotherapies** attempt to intervene at the immunological core of the disease, retraining T cells to tolerate gluten. Although initial candidates such as Nexvax2 did not meet their clinical endpoints, they provided invaluable insights into antigen selection, dosing strategies, and patient stratification—all of which will guide the next generation of immune-tolerance therapies.

More broadly, the progress of non-dietary therapies illustrates a paradigm shift toward **precision medicine**, where treatment is tailored not only to disease mechanisms but also to the degree of immune activation, genetic background, and individual symptom phenotype. Future success will depend heavily on multidisciplinary collaboration, bringing together gastroenterology, immunology, microbiology, bioengineering, and computational biology to develop therapies that are both effective and sustainable. Equally important is the need for robust biomarkers capable of reliably measuring gluten exposure, intestinal permeability, mucosal healing, and immune activation—areas where current diagnostic tools are still limited. Long-term safety studies, larger randomized trials, and real-world implementation research will be crucial to determine how these therapies can be safely integrated into clinical practice. Ultimately, while non-dietary therapies are still in developmental stages, the collective momentum of ongoing research suggests a future in which the GFD may no longer stand alone but be complemented—or even partially replaced—by mechanism-based pharmacological approaches that offer greater flexibility, protection, and quality of life for individuals living with celiac disease.

References

1. Abadie, V., Sollid, L. M., Barreiro, L. B., & Jabri, B. (2011). Integration of genetic and immunological insights into a model of celiac disease pathogenesis. *Annual Review of Immunology*, 29, 493–525.
2. Anderson, R. P., Jabri, B., & Boulton, P. (2019). Advances in mechanisms of autoimmune disease in celiac disease. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 16(7), 447–457.
3. Anderson, R. P., et al. (2019). A randomized, double-blind, placebo-controlled trial of Nexvax2 for immune tolerance in celiac disease. *Gastroenterology*, 156(7), 2159–2173.
4. Bethune, M. T., & Khosla, C. (2012). Oral enzyme therapy for celiac disease: Lessons from prolyl endopeptidases. *Digestive Diseases*, 30(2), 159–166.
5. Buhling, F., et al. (2018). Safety, tolerability, and activity of TAK-062, an engineered enzyme for gluten degradation: Phase I results. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 48(12), 1301–1312.
6. Caio, G., Volta, U., Sapone, A., & Fasano, A. (2019). New therapeutic strategies for celiac disease: Gluten detoxification and intestinal barrier modulation. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 53(3), 175–182.
7. Chander, A. M., et al. (2020). Microbiome-based therapeutic approaches in celiac disease. *Current Opinion in Gastroenterology*, 36(6), 501–509.
8. Chang, M. S., et al. (2021). CNP-101 nanoparticle gliadin therapy for immune tolerance in celiac disease: Phase I results. *Nature Nanotechnology*, 16(2), 108–116.
9. De Giorgio, R., Volta, U., & Gibson, P. R. (2016). The immunology of celiac disease. *Annual Review of Pathology*, 11, 17–40.
10. Dennis, M., Lee, A. R., & Green, P. H. R. (2019). The gluten-free diet: Recognizing pitfalls and emerging evidence of non-dietary therapies. *Nutrients*, 11(11), 2573.
11. Di Sabatino, A., & Corazza, G. R. (2009). Coeliac disease. *Lancet*, 373(9673), 1480–1493.
12. Fasano, A. (2020). Zonulin and its regulation of intestinal barrier function: The biological door to inflammation, autoimmunity, and cancer. *Physiological Reviews*, 100(1), 47–98.
13. Fasano, A., & Catassi, C. (2012). Clinical practice: Celiac disease. *New England Journal of Medicine*, 367(25), 2419–2426.
14. Francavilla, R., et al. (2022). Probiotics and modulation of the gut microbiota in celiac disease. *Digestive and Liver Disease*, 54(7), 906–914.
15. Gopalakrishnan, S., Tripathi, A., & Fasano, A. (2012). Larazotide acetate in celiac disease: Mechanisms and clinical evidence. *Expert Review of Gastroenterology & Hepatology*, 6(4), 457–472.
16. Green, P. H., & Cellier, C. (2007). Celiac disease. *New England Journal of Medicine*, 357(17), 1731–1743.
17. Gurley, T., & Kelly, C. P. (2022). Advances in celiac disease therapies. *Current Opinion in Gastroenterology*, 38(2), 93–102.
18. Kelly, C. P. (2021). New therapeutic approaches for celiac disease. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 18(4), 212–221.
19. Kelly, C. P., et al. (2013). Larazotide acetate for the treatment of celiac disease: Phase II clinical trial results. *Gastroenterology*, 144(5), S-212.
20. Khosla, C., et al. (2020). Enzyme therapy for celiac disease: Current status and future directions. *Digestive Diseases and Sciences*, 65(7), 1996–2006.
21. Leffler, D. A., et al. (2012). A randomized, placebo-controlled study of ALV003 for gluten degradation in celiac disease. *Gastroenterology*, 142(3), 465–473.
22. Leffler, D. A., et al. (2015). Larazotide acetate for symptomatic celiac disease: Results from a phase IIb trial. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 41(7), 593–603.
23. Ludvigsson, J. F., et al. (2013). The Oslo definitions for celiac disease terminology. *Gut*, 62(1), 43–52.
24. Marek, T. A., et al. (2020). Transglutaminase 2 inhibitors as emerging therapeutic agents in celiac disease. *Frontiers in Medicine*, 7, 402.



25. Mooney, P. D., et al. (2013). Challenges in the diagnosis and management of celiac disease. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 10(10), 546–556.
26. Pastorello, E. A., & Farioli, L. (2021). Gluten immunogenic peptides: Pathophysiology and implications for therapy. *Clinical Reviews in Allergy & Immunology*, 61(1), 114–128.
27. Rau, S. J., et al. (2022). JAK inhibitors in immune-mediated gastrointestinal disease: Implications for refractory celiac disease. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 37(5), 889–897.
28. Singh, P., et al. (2018). Global prevalence of celiac disease: Systematic review and meta-analysis. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 16(6), 823–836.
29. Sollid, L. M., & Jabri, B. (2013). Triggers and drivers of autoimmunity in celiac disease. *Nature Reviews Immunology*, 13(4), 294–302.
30. Tang, Y., et al. (2021). Nanomedicine approaches to immune tolerance in autoimmune diseases: Applications in celiac disease. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 179, 113920.

THEORETICAL STUDY ON QUINOXALINE DERIVATIVES AS PROMISING ELECTRON DONOR MATERIALS FOR HIGH-PERFORMANCE ORGANIC SOLAR CELLS

El mostafa Benharaf^{1*}, Ikram Mennas¹, A. Arif¹, Zidane Zohra², Abdelmalek Matine³, Ayoub cherrat³,
Abdellah Zeroual³, Mohammed El idrissi¹

¹Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, Morocco.

²Research Laboratory in Physics and Engineering, Department of Physic, Polydisciplinary Faculty, University of Sultan Moulay Slimane, Beni-Mellal, Morocco.

³LS3MN2E, CERNE2D, Faculty of Sciences, Mohammed V University in Rabat, Rabat, Morocco.

Abstract:

This theoretical study explores four quinoxaline-based derivatives (M1–M4) as potential electron donors for organic solar cells (OSCs) using DFT/TD-DFT calculations. The research evaluates their optoelectronic properties, including frontier molecular orbital energies, band gaps, and absorption spectra. Compound **M3** is identified as the most promising candidate due to its narrowest band gap, broadest absorption spectrum, and high chemical softness, which suggest superior light-harvesting and charge-transport capabilities. While **M1** and **M2** have deeper HOMO levels that could lead to higher open-circuit voltages, their larger band gaps limit their light absorption efficiency. The study confirms that molecular design can effectively tune the properties of quinoxaline derivatives for high-performance organic photovoltaic applications.

Keywords: Quinoxaline derivatives, Organic solar, TD-DFT, photovoltaic applications, Charge transport, Energy bandgap

MARKETING FOR PRODUCTION AND SELL ORGANIC FOOD

Ivan Ramov¹, Emanuela Esmerova², Elizabeta Popova Ramova³
^{1,2,3}MIT University Skopje, R N Macedonia

Abstract

In recent years, organic products have become synonymous with health, quality and a responsible attitude towards the environment. The costs of entering this industry, according to Macedonian producers, are high, and the initial investment is often an obstacle. The aim of our research was to create a marketing program from idea to sale of organic food according to the conditions in our country. Material and method: We analyzed 3 levels of data: Conditions and incentive measures offered by the state for production, possible ways of promotion through marketing of branded products and the economic benefits of organic products. Results: Anyone who is registered as a farmer can receive education, subsidies and opportunities for membership in regional production organizations. Producers market their products through stands for the production of healthy food, trademarks allowed by the state for a healthy food certificate, promotion on social networks and supported by local communities for the promotion of products. The sale of this type of food is through offering on social networks and online sales, sales to domestic and foreign companies that sell organic food and are a brand in the world. Discussion: Marketing for the sale of organic food, if well designed, can attract domestic and foreign consumers, but primarily through e-marketing and good legal regulations for guarantee labels and certificate possession. This can be a good way for young people to earn money. Conclusion: Guarantees for the quality of organic products, state subsidies and education for e-marketing of farmers are key to success in this sector.

Keywords: organic food, production, marketing guidelines.

Introduction

In recent decades, organic products have become synonymous with health, quality and environmental responsibility.

But how much does it really cost to become an organic producer in the Republic of North Macedonia (RNM)? Is this type of production sustainable in the long term and what challenges does it bring? Organic food means farming without chemicals, synthetic pesticides and genetically modified organisms. This means that producers must follow strict standards and regulations to obtain the “organic” certificate. (1)

The costs of entering this industry, according to RNM producers, are high, and the initial investment is often an obstacle. Being an organic producer is an expensive and difficult mission.

From purchasing special seeds and natural fertilizers to controls and certification - every step is too expensive and requires a lot of effort.

In addition to high costs, organic producers in RNM also face problems in the market. While in Western countries the demand for organic products is growing, the domestic market is still limited. Buyers are often not willing to pay higher prices for organic products, despite the fact that they are safer and of higher quality. Education of consumers is needed, many do not understand the difference between regular and organic products, which creates an additional obstacle for producers of this food. (2)

The conditions for support are limited, and financial assistance from the state is insufficient according to the existing producers in our country. Although subsidies exist, they are insufficient to cover basic costs. In the long term, RNM has the potential to be recognized for its organic products, but this requires continuous support from the state, better education of consumers and, above all, recognition of the work of local producers who are struggling to stay on the market with their ecological and organic product. (3)

The aim of our research was to create a marketing program from idea to sale of organic food according to the conditions in our country.

Methodology of research and data

To create the marketing plan, we had to include all entities that decide on the production of organic food from the idea, legal regulations and education to sales on the domestic and foreign markets. We needed documents issued by the Ministry of Agriculture that stimulate organic production and the subsidies that are awarded. From these documents, we were able to extract missing data and how marketing could be done to attract new farmers who will produce organic food. The production itself required a marketing plan that would offer modern models of education for registered organic food farmers on how to do all of this. We used data from already published studies but adapted to our existing conditions.

Information sources and search strategy

Studies were identified by searching databases, including: CAB Abstracts, Econ Lit, ABI/INFORM Global, Scopus, and Web of Science Core Collection. These databases include both peer-reviewed and grey literature. Search terms included marketing, consumer demand and foods and beverages.

Results

The Ministry of Agriculture could have a positive impact on organic food production with the following marketing interventions: a) Call for applications for grants from IPARD

funds for organic production, b) Mandatory registration of organic food producers, through electronic records, information and networking, monitoring of legal obligations and timely notification of members. c) Promotion of continuous training by issuing certificates for organic production, with information to members through an electronic system (email, telephone). (4,5)

-The Ministry of Economy, with data obtained from the Ministry of Agriculture, through networking with organic food producers, to offer them benefits in terms of export-oriented products and finding foreign markets where the products will be sold. (6)

The Ministry of Finance should provide tax relief for organic food producers, in terms of income tax and property tax.

Through the Ministry of Health and the Institute of Public Health, events with educational content should be promoted on the consumption of organic food and natural herbal ecologically harvested substances to improve health. For example, fruits and vegetables, as well as herbs that are not sprayed at all, grow naturally in our environment, instead of imported tropical fruits. (7,8)

Possible ways to attract customers: 1. Availability of products in specialized markets, in places of residence, 2.Processed-dried organic products, which are not consumed, and placing them on the domestic and foreign market. 3.Choosing natural methods of preservation with pasteurization instead of preservatives, as an advantage. 4.Special features for a certificate for organic food, healthy food, lactose-free, gluten-free. 5. Campaigns through the media about the health damage of consuming processed food, with additives and preservatives, as well as cosmetic preparations. 6.In the global battle for consumers, the only way to win the desired market is to create value that will make consumers buy your product again. Many companies have become dominant in the market simply because they have created a recognizable brand. (9)

Medium content and information via the website of the association of organ producers. Contains:

- ☐ Become a member-Are you active in organic? Learn about the benefits of being part of our network
- ☐ Sponsor and support us-Discover how you can contribute to making Europe more organic and what is in it for you.
- ☐ Events support- Organizing organic events or exhibitions? Let's talk about increasing their visibility.

- ☐ Fund us (for foundations)-Foundation can help us to bring about a transformation of Europe's food and farming system.
- ☐ Submit your initiative-Get inspired by practical initiatives that are transforming food and farming in Europe. Do you have one? Submit it here!
- ☐ Work with us-Keep an eye on this page for open positions. We have an annual call for volunteers each spring and new positions open when the need arises.
- ☐ European Organic Day-Find out what is happening in Europe around EU Organic Day
- ☐ European Organic Awards 2025

Discussion

A number of authors conducted research related to consumer perception of one specific marketing instrument as an important element (product, price, distribution, or promotion), in order to make suggestions for improvement of the organic food market.

Organic production, as a specific system that sustains the health of soil, ecosystems, and people, appeared as a result of different types of concerns, amongst which the excessive pollution of the environment, imbalance of ecosystems, and human health protection are most important. (11) the production and consumption of organic food is based on a more favorable agriculture of the ecological and the environment, as well as by providing more nutritious and healthy food for consumption. (12)

Previous studies that analyzed consumer opinions about organic food have found that the following factors are decisive for purchasing organic food: certification labels, the region where the product was obtained, health safety, nutritional value, and environmentally friendly production processes. Additional features such as packaging and visual appearance were also important. (13)

Considering the fact that in developing markets, consumers mostly lack information about the organic production concept, promotional activities have a very important role in educating and informing consumers about the quality of organic food products and justification of their premium prices. Additionally, through the education of consumers, promotion can have a significant impact on their attitudes towards organic food products (which is in line with our research that promotion has a stronger impact on purchasing decisions, compared to product). Promotional activities also inform consumers about the available in the market, as well as about

the stores where organic food products are being sold, which explains why distribution does not have such a strong influence on the purchasing decision of consumers. (14)

Conclusions

The production of organic food in our country is regulated by law and in correlation with EU laws. Since production is expensive, state funds and funds from European funds are provided to stimulate it. For a successful marketing program, there are conditions because there is an association of organic food producers, there is promotion from the public health system, but it is necessary to work on marketing management in stores and marketing education for buying organic food, and through that, support for local small businesses.

References

1. Chamber of Organic Producers of RN Macedonia. <https://www.kop.org.mk/>.
2. New EU organic rules put a mark on small producers of grains and oilseeds. <https://www.cbi.eu/news/new-eu-organic-rules-put-mark-small-producers-grains-and-oilseeds>. 19 February 2025 European Union.
3. Organic regulations. EU rules for production and labelling of organic products <https://www.organicseurope.bio/what-we-do/eu-organic-regulation/>.
4. Law for organic Agricultural production. Official Gazette of the Republic of Macedonia. No.132.2016 year.
5. Zlatkovski. V. (2008): Organic agricultural production, management and certification. ISBN 978-9989-2781-2-9.
6. Law for financial invests. Official Gazette of the Republic of Macedonia. No. 83/18, 98/19 year, article 1.
7. Institute of Public health of RN M. Training on food safety, rules for good hygiene practice and environmental protection. <https://iph.mk/mk/home/page/18>.
8. WEB side for organic food. <https://time.mk/c/cde9a7ecf6/promocija-na-veb-stranicata-za-organska-hrana.html>.
9. IFOAM Organics Europe. Making Europe more organic. <https://www.organicseurope.bio/>.
10. Song, B.L.; Safari, M.; Mansori, S. The marketing stimuli factors influencing consumers' attitudes to purchase organic food. *Int. J. Bus. Manag.* **2016**, *11*.
11. Reganold, J.P.; Wachter, J.M. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nat. Plants* **2016**, *2*, 15221.
12. José G Vargas-Hernández.(2020): Organic Food Production and Consumption Policies and Strategies. Book. DOI: [10.4018/978-1-5225-9885-5.ch009](https://doi.org/10.4018/978-1-5225-9885-5.ch009).
13. Cirovic, D.; Vukcevic, M.; Melovic, B.; Mitrovic-Veljkovic, S. Organic production in Montenegro -analysis of the state and opportunities in the function of branding the products. In Proceedings of the VIII Jahorina Business Forum Conference, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 27–29 March 2019.
14. Boban Melovic , Dragana Cirovic , Branislav Dudic, Tamara Backovic Vulic,Michal Gregus. (2020): The Analysis of Marketing Factors Influencing Consumers' Preferences and Acceptance of Organic Food Products—Recommendations for the Optimization of the Offer in a Developing Market. *Foods* **2020**, *9*, 259; doi:10.3390/foods9030259.

HUMAN HEALTH RISKS ASSOCIATED WITH MICROPLASTIC EXPOSURE: CURRENT EVIDENCE AND EMERGING CONCERNS

Ouassila Riouchi^{1*}, Khalid Elkalay¹

¹ Interdisciplinary Laboratory for Research in Environment, Management, Energy and Tourism (LIREMET), School of Technology Essaouira, Cadi Ayyad University, Essaouira, Morocco.

Abstract:

Microplastics (MPs), defined as plastic particles smaller than five millimeters, have become ubiquitous contaminants in air, water, food, and consumer products. Their widespread presence has raised significant concerns regarding human health. Current evidence indicates that humans are exposed to MPs through ingestion, inhalation, and dermal contact. Once inside the body, microplastics can accumulate in the gastrointestinal tract, bloodstream, placenta, lungs, and even brain tissues, where they may induce oxidative stress, inflammation, and cellular damage. In addition, MPs can act as vectors for toxic chemicals and pathogenic microorganisms, increasing their potential health risks. Studies have linked microplastic exposure to respiratory irritation, metabolic disturbances, endocrine disruption, reproductive toxicity, and immune system dysregulation. Although the long-term impacts remain insufficiently understood, growing scientific data highlight the urgent need for improved monitoring, risk assessment, and mitigation strategies to protect human health.

Keywords: Microplastics; Human health; Toxicity; Inflammation; Endocrine disruption; Oxidative stress; Environmental pollution; Exposure pathways.

THE DETERMINANTS OF HALAL TOURISM DESTINATION COMPETITIVENESS

Nidya Putri¹

¹State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Economics and Islamic Business, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia
¹ORCID ID: 009-0009-1918-0068

Lina Nur Afifah²

²State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Economics and Islamic Business, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia
²ORCID ID: 0009-0003-5843-9243

Salsabilla³

³State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Economics and Islamic Business, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia
³ORCID ID: 0009-0008-2876-7293

ABSTRACT

Halal tourism has emerged as a rapidly expanding segment of the global travel industry, driven by increasing demand for travel experiences that align with Islamic values. This study examines the key determinants that influence the competitiveness of halal tourism destinations in both Muslim-majority and non-Muslim countries. Using a conceptual and analytical approach, the research identifies several critical factors, including the availability of halal-certified food services, Shariah-compliant accommodation, accessible worship facilities, and culturally sensitive hospitality practices. Additionally, destination image, safety, digital promotion, and government support play significant roles in enhancing competitiveness. The study highlights the growing importance of integrating halal standards into tourism infrastructure and service design to meet the expectations of Muslim travelers. It also discusses how digitalization such as mobile halal guides, online reviews, and social media marketing strengthens destination visibility and visitor engagement. Furthermore, regulatory consistency and collaboration among stakeholders are essential for maintaining credibility and service quality. The findings suggest that destinations with comprehensive halal ecosystems, strong branding, and supportive policies tend to attract more tourists and gain stronger global positioning.

Keywords: Halal tourism, destination competitiveness, Muslim travelers, Shariah-compliant services, tourism marketing, halal certification, sustainable tourism.

OPTIMIZING SHARIA MSME FINANCING THROUGH THE INTEGRATION OF HALAL FINTECH AND BIG DATA ANALYTICS

Takawa MAFAZA¹

¹State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia¹

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-2661-5748>

Alfi Anita SASIA²

²State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia²

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-4481-9560>

Shelviani Eka PUTRI³

³State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia³

³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-9471-6128>

Abstract

The development of halal fintech opens up great opportunities for increasing access to sharia MSME financing. However, challenges such as limited data and inefficient risk assessment remain major obstacles. This study aims to analyze how the integration of halal fintech and big data analytics can optimize sharia MSME financing in Indonesia. The research method used is descriptive-quantitative through a survey of SME players and sharia financial institutions that apply digital technology. The results show that halal fintech plays a significant role in accelerating the financing process and expanding service coverage, while big data analytics improves the accuracy of feasibility assessments and reduces the risk of problematic financing. The integration of the two creates a more inclusive and efficient financing ecosystem that remains based on sharia principles such as fairness and transparency. This study emphasizes the importance of digital transformation in strengthening the role of sharia banking as a driver of the national halal economy.

Keywords: Halal fintech, Big data analytics, Sharia MSME financing, Financial inclusion, Digital transformation.

GLOBAL AND REGIONAL RESPONSES TO IRREGULAR MIGRATION: CHALLENGES, POLICIES, AND THE NEED FOR A COMPREHENSIVE APPROACH

Abderrezak TOUMI

20 August 1955 Skikda University, Faculty of Law and Political Science, Department of Law, 21000
Skikda, Algeria

ORCID: 0009-0008-4469-9569

Abstract

Irregular migration is one of the most pressing transnational phenomena facing modern societies. It is closely linked to the worsening economic and political crises in developing countries and to individuals' pursuit of better living conditions in more developed states. This phenomenon has created major security and humanitarian challenges that have prompted the international community to intensify its efforts to curb it. The United Nations has launched several initiatives, most notably the United Nations Convention against Transnational Organized Crime (2000) and its Protocol against the Smuggling of Migrants, in addition to the role of the International Organization for Migration (IOM) in promoting safe and orderly migration while ensuring respect for migrants' rights. Furthermore, the Global Compact for Safe, Orderly and Regular Migration (Marrakesh, 2018) established a global framework for policy coordination among states. At the regional level, the European Union has adopted multiple measures such as strengthening border control through the Frontex agency and concluding agreements with transit countries like Turkey and Libya. Meanwhile, the African Union has focused on addressing the root causes of migration through sustainable development programs and youth employment initiatives. Despite these efforts, the results remain limited due to conflicting national interests, underdevelopment in countries of origin, and the persistence of migrant smuggling networks. Many scholars therefore emphasize that security-based approaches alone are insufficient, and that combating irregular migration requires a comprehensive strategy combining security, development, and respect for human rights.

Key words : Irregular Migration, Transnational Security, Migrant Smuggling, International Cooperation, European Union Migration Policy, Human Rights

BLOCKCHAIN'S POTENTIAL IN IMPROVING TRANSPARENCY OF ISLAMIC FINANCIAL INSTITUTIONS

M. Halim Barnanda¹

¹Faculty of Islamic Economics and Business, State Islamic University KHAbdurrahman Wahid
Pekalongan, Central Java, Indonesia

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-9520-6259>

Muh. Alfian Faiz²

²Faculty of Islamic Economics and Business, State Islamic University KHAbdurrahman Wahid
Pekalongan, Central Java, Indonesia

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-1627-206X>

Ryan Aristiyanto³

³Faculty of Islamic Economics and Business, State Islamic University KHAbdurrahman Wahid
Pekalongan, Central Java, Indonesia

³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-5090-6920>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Transparency is a key pillar in the operations of Islamic financial institutions, given that Sharia principles emphasize fairness, honesty, and openness in all transactional activities. However, challenges such as information asymmetry, lengthy bureaucratic record-keeping, and the risk of data manipulation remain prevalent. Blockchain, as a decentralized technology, presents significant opportunities to improve data accountability and integrity through secure, permanent, and verifiable transaction recording. This study aims to analyze the potential application of blockchain technology to increase transparency in Islamic financial institutions and evaluate its relevance to Islamic economic principles.

Materials and Methods: This research uses a descriptive qualitative approach through a literature review. Data sources were obtained from financial technology journals, reports on blockchain use in the financial sector, Islamic economics literature, and publications related to the governance of Islamic financial institutions. The analysis was conducted by reviewing blockchain characteristics to align with Sharia principles, including aspects of trustworthiness, fairness, and the prevention of gharar (unlawful behavior).

Results: The research results show that blockchain has three main potentials in strengthening the transparency of Islamic financial institutions: (1) increasing data reliability through a distributed ledger system that prevents unilateral changes; (2) automating the Sharia compliance process through programmable smart contracts based on Sharia provisions; and (3) increasing transaction accountability with an open and easily traceable audit trail. This technology also strengthens customer protection by reducing the risk of fraud and increasing public trust.

Discussion and Conclusion: Blockchain integration within Islamic financial institutions has the potential to create a more transparent, efficient, and sharia-compliant financial ecosystem.



This technology can strengthen governance, increase service speed, and expand access to digital-based Islamic financial products. However, several challenges, such as regulatory readiness, limited digital literacy, and the need for technological infrastructure, remain obstacles to implementation. Therefore, collaboration between regulators, financial institutions, and technology developers is needed to ensure that blockchain adoption is gradual, secure, and provides added value to the Islamic financial industry.

Keywords: blockchain, Islamic finance, transparency, financial technology, sharia compliance.

ANALYSIS OF THE ROLE OF SHARIA BANK FINANCING ON COMMUNITY PRODUCTIVITY

Nabila Suci Rahmadani¹

¹K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Indonesia, Faculty of Islamic Economic and Business Islam, Department of Syariah Banking, Indonesia

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-2283-8769>

Nabila Meca Asri²

²K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Indonesia, Faculty of Islamic Economic and Business Islam, Department of Syariah Banking, Indonesia

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-3184-1828>

Arina Manasikana³

³K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Indonesia, Faculty of Islamic Economic and Business Islam, Department of Syariah Banking, Indonesia

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-9784-4033>

ABSTRACT

Islamic banking has become an integral part of the global financial system, providing an alternative to conventional banking based on Islamic principles. The core principle of sharia banking is the prohibition of *riba* (interest), replaced with profit-and-loss sharing mechanisms such as *mudharabah*, *musyarakah*, *murabahah*, and *ijarah*. This study aims to analyze the role of sharia bank financing on community productivity, particularly in the context of the digital era. The research uses a qualitative descriptive method, leveraging a literature review (library research) of various books and relevant journals to gather comprehensive data on the subject. The findings indicate that sharia bank financing has a significant and positive impact on improving community welfare and productivity. The funds disbursed enable communities to enhance production activities, process raw materials, and increase trade volumes, thereby stimulating economic activities. The positive contribution is further maximized through technology transformation, which supports operational performance and efficiency in the digital age. The study concludes that the existence of sharia banking provides a substantial positive contribution to the economic empowerment of the community

Keywords: Sharia Banking, Financing, Productivity, Community Welfare, Islamic Principles, Digital Era

SYARIAH BANK AS An Agent of SOSIAL-EKONOMI EMPOWERMENT: PERSPEKTIF KEADILAN AND THE WELFARE OF THE UMMAH

Windi Rizki Febrianingtyas¹

¹ State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Islamic banking, Faculty of Islamic Economics and Business, , Central Java, Indonesia

¹ ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-2041-0933>

Widia Reza Valentina²

² State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Islamic banking, Faculty of Islamic Economics and Business, Central Java, Indonesia

² ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-8789-6489>

Nala Maghfiroh³

³ State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan Islamic banking, Faculty of Islamic Economics and Business, Central Java, Indonesia

³ ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-0480-8553>

ABSTRACT

Introduction and Purpose :

Sharia banks not only function as financial intermediation institutions, but also have a strategic social role in encouraging the welfare of the people. Sharia principles emphasize justice, equity, and the elimination of usury and exploitative economic practices. In this context, Islamic banks play a role as agents of socio-economic change oriented towards human values and justice. The purpose of this research is to analyze how the economic and social functions of Islamic banks can synergize in empowering the community, as well as assess their contribution to improving the welfare and economic equity of the people.

Materials and Methods:

This study uses a descriptive qualitative approach with literature study and document analysis methods. Data was collected from various sources such as financial statements of Islamic banks, publications of the Financial Services Authority (OJK), as well as the results of relevant previous research. The analysis was carried out by reviewing the practice of social financing such as zakat, infaq, alms, and qardhul hasan managed by Islamic banks and their impact on the economic empowerment of small and medium communities.

Result:

The results of the study show that Islamic banks have a significant role in improving social welfare through value-based financing programs, justice and partnerships. Social functions implemented through zakat institutions and social funds have a positive impact on poverty alleviation, increasing the capacity of micro businesses, and strengthening the economic solidarity of the people. However, the effectiveness of empowerment still faces challenges in the aspects of Islamic financial literacy and institutional synergy between parties.

**Discussion and Conclusion:**

Islamic banks have proven to be effective socio-economic empowerment agents when they are able to balance their profit and social functions. The application of the principles of justice, transparency, and productive management of social funds is the key to realizing the welfare of the people. It is necessary to strengthen collaboration between Islamic banks, social institutions, and the government to expand the impact of sharia-based economic empowerment in a sustainable manner.

Keywords: Sharia Bank, Socio-Economic Empowerment, Justice, People's Welfare, Sharia Economy

ANALYSIS OF FACTORS INFLUENCING THE INTENTION TO USE ISLAMIC FINTECH AMONG MUSLIM MILLENNIALS

Alena Adelia¹

¹State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-8063-7069>

Avidah Sirley Salsabila²

²State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-9088-4708>

Athaya Candrakanta³

³State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia

³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-0823-5866>

Abstract:

This study aims to analyze the factors that influence the intention to use Islamic financial technology (fintech) among Muslim millennials. The rapid development of digital finance in Indonesia has opened opportunities for the growth of Islamic fintech, which emphasizes compliance with Sharia principles. This research adopts the Theory of Planned Behavior (TPB) framework, examining variables such as perceived usefulness, perceived ease of use, trust, religiosity, and social influence. Data were collected through questionnaires distributed to Muslim millennials who have used or are interested in using Islamic fintech applications. The results reveal that perceived usefulness, trust, and religiosity significantly influence the intention to use Islamic fintech, while social influence shows a moderate effect. These findings suggest that the combination of technological convenience and Sharia compliance plays a crucial role in encouraging adoption among Muslim millennials.

Keywords: Islamic Fintech, Intention, Trust, Religiosity, Muslim Millennials

THE MAQĀSID SYARIAH APPROACH IN ASSESSING THE IMPLICATIONS OF POLICY ON ISLAMIC BANKING STABILITY

Putri Maulida Yani¹

1State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and
Business, Pekalongan, Central Java Indonesia¹

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-2656-0782>

Rifqa Rosyita Ammaliah²

2K.H Abdurrahman Wahid State Islamic University Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and
Business, Pekalongan, Central Java Indonesia²

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-8670-7510>

Nayla Ifa Safitri³

3State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and
Business, Pekalongan, Central Java Indonesia³

³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-0517-1391>

Abstract

This study is titled “The Maqāsid Shariah Approach in Assessing the Implications of Policy on Sharia Banking Stability” and aims to understand how economic policy and financial regulation affect the stability of Islamic banks through the perspective of maqāsid shariah values. The background of this research stems from the need to assess the effectiveness of policies not only from an economic perspective, but also in terms of the extent to which these policies uphold the principles of justice, benefit, and sustainability of the Islamic financial system. This research uses a qualitative method with a content analysis approach to various policies of Bank Indonesia, the Financial Services Authority (OJK), and regulations related to Islamic banking published in the last ten years. Data was obtained from policy documents, annual reports of Islamic banks, and relevant previous research results. The results of the study indicate that policies aligned with the principles of maqāsid syariah—such as policies to strengthen liquidity, transparent governance, and support for real sector financing—contribute positively to improving the stability of Islamic banks. Conversely, policies that overly mimic conventional banking mechanisms pose the risk of incompatibility with sharia values and may disrupt the balance of the Islamic financial system. The discussion shows that the application of maqasid sharia can serve as a comprehensive evaluative framework for assessing policy implications, as it balances economic objectives and Islamic moral values. In conclusion, the stability of Islamic banks is not only determined by financial aspects, but also by the extent to which the policies implemented are able to uphold Islamic maqasid values such as protection of property, justice, and public interest.

Keywords: maqāsid syariah, financial policy, Islamic banking stability, governance, public interest

THE FUTURE OF ISLAMIC BANKING: POLICY DIRECTIONS AND TECHNOLOGICAL DYNAMICS IN 2025

Khaniyatun Nafiyah¹

¹Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Central Java, Indonesia

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-3516-4405>

Rima Aulia²

¹Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Tarbiyah and Teacher Education, Department of Islamic Education, Central Java, Indonesia

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6826-5393>

Faza Alfina³

¹Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Tarbiyah and Teacher Education, Department of Islamic Education, Central Java, Indonesia

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6826-5393>

Abstract

As the global financial ecosystem evolves, Islamic banking faces both opportunities and challenges in aligning modern technology with Sharia-based ethics. This paper explores the policy and regulatory frameworks shaping the Islamic banking sector in 2025, highlighting the growing importance of cross-border collaboration, digital governance, and financial inclusion. Key trends include the expansion of digital Islamic banks, the use of blockchain for transparent transactions, and the integration of AI for risk management and customer engagement. Moreover, the rise of sustainable and green Islamic finance demonstrates a shift toward achieving the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) through ethical investment. The research concludes that effective governance, continuous innovation, and human capital development are crucial in ensuring that Islamic banking remains resilient, competitive, and socially responsible in the digital era. This study aims to analyze the policy directions and technological dynamics that are transforming the Islamic banking landscape. The research highlights how regulatory authorities in key Islamic finance markets are promoting financial inclusion, risk-sharing mechanisms, and compliance with Shariah principles through adaptive policies. At the same time, emerging technologies—such as artificial intelligence, blockchain, and digital banking platforms—are driving operational efficiency, transparency, and customer engagement. The integration of financial technology (FinTech) within Islamic banking not only enhances service delivery but also introduces new challenges related to cybersecurity, ethical compliance, and digital literacy. Findings suggest that sustainable growth in Islamic banking will depend on harmonizing policy innovation with technological advancement while maintaining adherence to Shariah values. Thus, 2025 marks a critical juncture for Islamic financial institutions to leverage technology responsibly and align strategic directions with both ethical imperatives and global financial trends.



Keywords : Islamic finance, policy reform, financial inclusion, blockchain, AI, SDGs, resilience.

SOCIO-CULTURAL PERCEPTIONS OF THE MUSLIM COMMUNITY TOWARDS THE IMPLEMENTATION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT THROUGH ISLAMIC FINANCE

Sheza Aura NAFASYA¹

¹State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Departement of Sharia Banking, Pekalongan Indonesia¹

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-2912-9691>

Alifa Rahma OKTANTIA²

²State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Departement of Sharia Banking, Pekalongan Indonesia²

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-4780-8424>

Laroaena Nadia Ayu FATHMASARI³

³State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongn, Faculty of Islamic Economics and Business, Departement of Sharia Banking, Pekalongan Indonesia³

³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-8097-2988>

Abstract

The progress of the modern era, marked by demands for economic justice and sustainable development, has seen the emergence of Islamic finance as an alternative financial system based on moral values and Sharia principles. This raises the question of the extent to which Muslim communities understand and perceive the role of Islamic finance in achieving sustainable development goals. Based on this background, this study aims to analyze the socio-cultural perceptions of Muslim communities regarding the implementation of sustainable development through Islamic finance. Using a qualitative approach and descriptive analysis, this study explores cultural values, levels of Sharia financial literacy, and community trust in Islamic financial institutions. The results show that although Islamic finance is seen as a symbol of morality and religious identity, its implementation is still considered to not fully represent the principles of social justice and environmental balance. These findings emphasize the need to strengthen the socio-cultural dimension in the development of Islamic finance policies so that they can make a real contribution to achieving fair and sustainable development.

Keyword: Socio-cultural perception, Muslim society, Islamic finance, Sustainable development, Social justice

DIGITAL ENGAGEMENT THROUGH SOCIAL MEDIA: A PATHWAY TO STRENGTHENING BRAND LOYALTY IN ISLAMIC FINANCE

Malfaliya Nabila¹

¹State Islamic University of K.H. Abdurrahman Wahid, Faculty of Islamic Economics and Business,
Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-0402-2151>

Revalina Oktaviani²

²State Islamic University of K.H. Abdurrahman Wahid, Faculty of Islamic Economics and Business,
Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-3170-4578>

Elisa Oktaviana³

³State Islamic University of K.H. Abdurrahman Wahid, Faculty of Islamic Economics and Business,
Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia

³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-5744-3507>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: The rise of digital transformation has profoundly reshaped how Islamic financial institutions engage with their customers. Social media has become a vital channel for enhancing customer relationships, delivering value-based communication, and strengthening brand loyalty. However, despite its growing adoption, the strategic integration of social media engagement in Islamic finance remains underexplored. This study aims to analyze how digital engagement through social media contributes to the development of brand loyalty, emphasizing the mediating role of customer trust and the alignment with Sharia-compliant values in digital communication..

Materials and Methods: This study employs a quantitative descriptive approach using a structured online questionnaire distributed to millennial and Gen Z customers who actively use social media platforms to interact with Islamic banks. The collected data are analyzed using multiple regression techniques to examine the relationship between social media marketing, digital engagement, and brand loyalty. Indicators include social interaction, content relevance, responsiveness, and perceived Sharia compliance.

Results: The findings demonstrate that social media engagement significantly influences brand loyalty through increased customer trust and emotional connection with Islamic financial brands. Interactive content, transparency, and two-way communication foster stronger attachment and positive word-of-mouth among digital users. Moreover, maintaining Sharia-compliant messaging enhances brand authenticity, resulting in higher loyalty levels compared to institutions that use generic marketing strategies.

Discussion and Conclusion: This study concludes that effective digital engagement through social media is not merely a promotional tool but a strategic driver of customer loyalty in Islamic finance. To optimize its potential, Islamic financial institutions must integrate ethical



and Sharia-compliant principles into their digital marketing communication, ensuring consistency between brand identity and customer expectations. Strengthening digital literacy, responsiveness, and emotional engagement can further enhance long-term loyalty and brand sustainability in the competitive digital financial landscape.

Key Words: Islamic Finance; Social Media Marketing; Digital Engagement; Brand Loyalty; Sharia Compliance; Customer Trust

DIGITAL INNOVATION IN ISLAMIC: CHALLENGES AND FUTURE PROSPECTS**Risqi Khoirina Firda¹**¹Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-9730-5832>**Nidya Putri²**²Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia²ORCID ID: : <https://orcid.org/0009-0009-1918-0068>**Salsabilla³**³State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Sharia Banking¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-2876-7293>**ABSTRACT**

Digital innovation has become a transformative force in the evolution of Islamic banking, reshaping how financial institutions operate, deliver services, and engage with customers. This paper investigates the development, challenges, and future potential of digital transformation within the Islamic banking sector in Indonesia. The study identifies that the integration of financial technology, such as mobile banking, e-wallets, and blockchain systems, provides new opportunities to enhance financial inclusion and operational efficiency while maintaining compliance with sharia principles. However, the research also highlights critical challenges, including cybersecurity risks, limited digital literacy, and the need for adaptive regulatory frameworks. Despite these barriers, digital innovation has the potential to position Islamic banking as a leading player in sustainable and inclusive finance. The findings suggest that strategic collaboration between regulators, financial institutions, and technology developers is essential to ensure that digitalization in Islamic banking remains ethical, secure, and aligned with Islamic moral values in the rapidly evolving digital economy.

Keywords: digital innovation, Islamic banking, fintech, sharia compliance, financial inclusion

GLOBAL ISLAMIC FINANCIAL INDUSTRY GROWTH AN ANALYSIS OF DRIVING FACTORS AND FUTURE TRAJECTORIES

Rofiatun Fitriani¹

¹K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Pekalongan Islamic Banking¹

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-4087-225X>

Roikhatul Jannah²

²K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Pekalongan Islamic Banking²

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-2365-0057>

Sadira Rima'u Nadilla³

²K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Pekalongan Islamic Banking²

³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-7337-7082>

ABSTRACT

The global Islamic finance industry has demonstrated remarkable resilience and consistent growth, evolving from a niche market into a significant segment of the international financial system. This expansion is fueled by a growing Muslim population, increasing ethical consciousness among non-Muslims, and supportive regulatory frameworks. However, a comprehensive understanding of the primary drivers and potential impediments to this growth is crucial for stakeholders. The purpose of this research is to empirically analyze the key factors—economic, regulatory, and technological—propelling the global growth of the Islamic financial industry and to discuss its future challenges and opportunities. This study employs a qualitative descriptive approach through a systematic literature review. Data were gathered from secondary sources, including industry reports from the Islamic Financial Services Board (IFSB) and Refinitiv, academic journals, and reputable financial publications from 2015 to 2023. The collected data were analyzed using thematic analysis to identify recurring themes and patterns related to growth drivers, such as digital innovation, the rise of green sukuk, and regulatory harmonization efforts. The findings indicate that the industry's growth is predominantly driven by three interconnected factors: (1) Digital Transformation, where FinTech and digital banking are enhancing financial inclusion and operational efficiency; (2) The ESG-Sustainability Nexus, with green sukuk and sustainable investments attracting a broader investor base; and (3) Regulatory Standardization, as efforts by international bodies like IFSB and AAOIFI are fostering greater market confidence and cross-border integration. The industry is projected to continue its expansion, though at a pace contingent on these factors. The discussion confirms that the synergy between technology, ethical finance, and robust governance is the cornerstone of the industry's expansion. However, challenges such as a lack of universal Shariah standards, talent shortages, and geopolitical risks persist. In conclusion,

the global Islamic finance industry is on a robust growth trajectory, strategically positioned at the intersection of ethical finance and technological innovation. For sustained growth, industry stakeholders must prioritize global regulatory harmonization, invest in human capital, and leverage digitalization to enhance competitiveness and market penetration. The industry's future success hinges on its ability to innovate while upholding its core ethical principles.

Keywords : *Islamic Finance Growth, Global Islamic Finance, Financial Technology (FinTech), Green Sukuk, ESG and Sustainability, Regulatory Harmonization.*

THE ROLE OF TAX LAW AS A SOURCE OF STATE FINANCE IN NATIONAL DEVELOPMENT IN AN EFFORT TO REALIZE PEOPLE'S WELFARE

Firda FIRANI¹

¹K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Faculty of Islamic Business Economics, Departement of Sharia Banking, Central Java¹

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-1355-7352>

Affra FATIHANA²

²K. H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Faculty of Islamic Business Economics, Departement of Sharia Banking, Central Java²

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-8667-1103>

Rifa ANISATULMAULA³

³K. H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Faculty of Islamic Business Economics, Departement of Sharia Banking, Central Java³

³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-2404-6883>

ABSTRACT

Tax law plays a central role as the main source of state finance that supports national development and public welfare. Taxes finance various programs such as infrastructure, education, health care, and public services, while also functioning as a fiscal policy instrument to promote socio-economic equity. This study aims to analyze the role of tax law as a source of state revenue and its implications for reducing social inequality. The research applied a qualitative descriptive method through literature studies including books, journals, tax regulations, and relevant scientific publications. The results indicate that taxes, as mandatory contributions under the law, are capable of funding routine expenditures, infrastructure development, and social programs, while tax law ensures legal certainty, improves taxpayer compliance, and increases state revenue. The discussion highlights that tax law functions not only as a fiscal instrument but also as a tool for economic stabilization, investment promotion, and fiscal independence, including support for sustainable development through environmentally friendly projects. In conclusion, tax law plays a strategic role in creating social justice, improving the quality of life, and ensuring the sustainability of national development.

Key Words: Tax Law; State Finance; National Development; Public Welfare

A COMPREHENSIVE TRAFFIC FLOW STUDY IN ZERO POINT INTERSECTION, RAJSHAHI

¹**Md Abid Alam**

Undergraduate Student, Rajshahi University of Engineering & Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of Urban and Regional Planning, Rajshahi- Bangladesh,

ORCID ID: 0009-0007-6962-2253

²**Nashin Saiyara Teothy**

Undergraduate Student, Rajshahi University of Engineering & Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of Urban and Regional Planning, Rajshahi- Bangladesh,

ORCID ID: 0009-0003-9958-1860

³**Gourab Halder**

Undergraduate Student, Rajshahi University of Engineering & Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of Urban and Regional Planning, Rajshahi- Bangladesh,

ORCID ID: 0009-0001-0306-4101

⁴**Md Omik Hasan**

Undergraduate Student, Rajshahi University of Engineering & Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of Urban and Regional Planning, Rajshahi- Bangladesh,

ORCID ID: 0009-0000-8991-6880

⁵**Md Sazibur Rahman**

Undergraduate Student, Rajshahi University of Engineering & Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of Urban and Regional Planning, Rajshahi- Bangladesh,

ORCID ID: 0009-0004-9491-247X

⁶**Muhammad Waresul Hassan Nipun**

Assistant Professor, Rajshahi University of Engineering & Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of Urban and Regional Planning, Rajshahi- Bangladesh,

ORCID ID: 0000-0003-4811-6654

⁷**Jahid Hasan**

Assistant Professor, Rajshahi University of Engineering & Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of Urban and Regional Planning, Rajshahi- Bangladesh,

ORCID ID: 0009-0005-4874-7546

Abstract

In Bangladesh, we have created a lot of problems for ourselves. For example, this messed up transportation and modes that regularly use. This study has tried to bring some clear picture on the current condition of transportation. To express the conditions, we have got some parameters those can be called as level of service (LOS), modal share, dominant vehicle. This study was carried out in Zero-Point, Rajshahi and this intersection is significant because of the adjacent land use. Our ultimate goal was to find LOS of Zero-Point using three different methods. We mostly have got LOS E & F for speed-based method, LOS A for PHF method and LOS F&A by using V/C method. The things that are responsible can be found by most dominant vehicle in both weekdays and weekend at different routes. We have found that autorickshaws and rickshaws are the most dominant vehicle. They are calculated through PCU where passenger car is the standard unit with $PCU = 1$. There are alarming number of autorickshaw and rikshaw running on the street. To gain all the data we had conducted a TVS (Traffic Volume Study) on weekday and weekend. These studies can be helpful in terms of policy making, providing



registration to any vehicle, improving points that are really necessary. Also, better LOS ensures less amount of fuel requirement. So, the authority will be more careful to achieve better LOS for any street at any direction. The study provides valuable insights into the traffic patterns at the Zero Point intersection and presents practical strategies to improve the LOS. By implementing the recommended measures and promoting responsible road behavior, stakeholders can work towards creating a safer, more efficient and sustainable transportation system. This approach will support Rajshahi's urban growth, economic development and improve the quality of life for its residents.

Keywords: *Transportation, PCU, LOS, Efficient, Autorickshaw.*

IMPROVING DIABETIC RETINOPATHY CLASSIFICATION THROUGH DEEP LEARNING AND RETINAL FUNDS IMAGE ANALYSIS

Rinku Islam¹

Md. Parash Chowdhury

Md. Neamul hauque

Department of CSE,

Department of EEE,

Department of EEE,

Varendra University,

Varendra University

Varendra University

Rajshahi-6204, Bangladesh

Rajshahi-6204, Bangladesh

Rajshahi-6204, Bangladesh

Abstract—

Diabetic retinopathy (DR) is one of the leading causes of blindness worldwide, and its early detection is crucial to avoid severe vision loss. This paper presents a robust deep learning-based approach that automates the detection of DR using retinal fundus images. For hierarchical feature extraction, advanced convolutional neural networks (CNNs) like DenseNet121, DenseNet201, DenseNet169, Xception, and VGG16 were fine-tuned. The extracted features are classified with precision using various methods, such as a custom classifier, support vector machine (SVM), XGBoost, and random forest. Evaluation metrics, including accuracy, precision, recall, F1-score, and AUC, assessed model performance. The DenseNet121 with a custom classifier achieved the highest accuracy of 97.91% and an AUC of 99.28%, highlighting its robustness. This research highlights the potential of automated DR detection systems to enhance diagnostic efficiency, reduce reliance on specialists, and improve access to global healthcare.

Index Terms—diabetic retinopath, convolutional neural networks, deep learning, support vector machine, feature extraction.

CHARACTERIZATION AND TESTING OF AGRICULTURAL WASTES-DERIVED CELLULOSE NANOCRYSTALS FOR METRONIDAZOLE ADSORPTION

Abubakar Muhammad. Hammari^{1,2}, Usman. D. Hamza¹, Maryam Ibrahim¹, Kabir Garba.^{1*},
Idris .M. Muhammad¹

¹Department of Chemical Engineering, Abubakar Tafawa Balewa University, P.M.B. 0248, Bauchi, Nigeria.

²Department of Biochemistry, Gombe State University, P.M.B. 127, Gombe, Nigeria.

ABSTRACT

This study evaluates the production, characterization, adsorption properties, and reusability of cellulose nanocrystals (CNCs) derived from waste paper (CNC-WP), rice husk (CNC-RH), and groundnut shell (CNC-GS). The percentage yield of CNCs was highest from waste paper at 50.67%, followed by groundnut shell at 33.40%, and rice husk at 26.46%. X-ray diffraction (XRD) confirmed the cellulose I crystalline structure across all samples, while scanning electron microscopy (SEM) revealed a needle-like morphology with size distribution variations. Energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX) identified carbon and oxygen as the primary elements, with minor residual inorganic materials varying by source. BET analysis indicated high surface areas for all CNCs, with CNC-RH exhibiting the highest value (464.592 m²/g), suggesting a more porous structure. The pore sizes of all samples fell within the micropore range (2.108 nm to 2.153 nm). Adsorption studies focused on metronidazole (MNZ) removal using CNC-WP. Isotherm models, including Langmuir and Sips, described the equilibrium between MNZ concentration and adsorption onto CNC-WP, showing the best fit with R² values exceeding 0.95. The adsorption process was favorable, with monolayer coverage and potential binding energy heterogeneity. Kinetic modeling identified the pseudo-second order model as the best fit (R² = 1, SSE = 5.00 × 10⁻⁷), indicating chemisorption as the predominant mechanism. Thermodynamic analysis revealed negative ΔG values at all temperatures, indicating spontaneous adsorption, with more favorable adsorption at higher temperatures. The adsorption process was exothermic, as indicated by negative ΔH values. Reusability studies demonstrated that CNC-WP retained high MNZ removal efficiency, with a modest decrease from 99.59% to 89.11% over ten regeneration cycles. This study highlights the efficiency of waste paper as a raw material for CNC production and its potential for effective and reusable MNZ adsorption.

Keywords: Cellulose nanocrystals (CNCs), Agricultural waste, Waste paper, Adsorption efficiency, Metronidazole removal, Reusability.



IN SILICO COMPARATIVE ANALYSIS OF CATALASE AMINO ACID SEQUENCES IN *Escherichia coli* AND HUMAN

Sadiq Salisu Yunusa

Federal University Dutse, Jigawa Nigeria

Faculty of Life sciences

Department of Microbiology and Biotechnology

Degree Awarded and Year: Bsc. Biotechnology, 2025

Abstract:

Hydrogen peroxide (H₂O₂) has been implicated in many cellular damages especially in eukaryotic organisms in which Catalase, a heme-containing enzyme was developed to combat H₂O₂ and maintain cellular activities. This study raises the significance of comparing catalase of *Escherichia coli* and Human in exploring their sequence similarities and differences as deposited in bioinformatics databases. The study addresses the importance of understanding both the sequence similarities and the Evolutionary relationship between these organisms fostering advanced research in Biotechnology. Clustal omega alignment revealed 87 Conserved regions between these sequences and a percentage Identity of 58.33 % of which glycine and phenylalanine were the most highly conserved amino acids between the sequences. Phylogenetic tree analysis showed the evolutionary relatedness of catalase within the organisms and the 3D Structure comparison using PyMOL shown a match score alignment of 75.5 indicating moderate structure similarity between the two enzymes. Key Functional residues such as the active sites, binding sites, domain and motif were also identified and discussed in this study. This antioxidant enzyme is very significant in many industrial applications and a potential therapeutic agent against oxidative damages within cellular membranes.

EXPIRIMENTAL STUDY OF ENVIRONMENTALLY CU₂SnS₃ MATERIAL FOR SOLAR CELL APPLICATION

Belarbi Faten¹

¹ Physics Department, Faculty of Exact Sciences and Computer Science, Abdelhamid Ibn Badis University, Mostaganem, Algeria

^b Electromagnetism and Guided Optics Laboratory (LEOG), Abdelhamid Ibn Badis University of Mostaganem, Algeria

Abstract

In this paper, we are interested in the cheapest and most stable material, such as Cu₂SnS₃ (CTS), because it is non-toxic, inexpensive, and contains elements that are abundant in nature. This material serve as absorbent layer for thin-film solar cells, with a direct band gap and a high absorption coefficient (10^5cm^{-1}). In this study, we used a low-cost spray pyrolises process to make a CTS thin film, and we made a different characterisation for this thin film.

Keywords: Cu₂SnS₃, solar cell, sol-gel.

SMART ASSISTIVE DEVICE FOR VISUALLY IMPAIRED**MANDADI NEERAJ REDDY^{1*}, Dr.Tawseef Ahmad², Ch.Sunil Kumar³,M.Suresh⁴**

Department of CSE(Artificial Intelligence and Machine Learning), Bharat Institute of Engineering and Technology,Mangalpally(v),Ibrahimpatanam,Hyderabad,501510

Abstract

This Industry Oriented Mini Project titled "Smart Assistive Devices for the Visually Impaired" is a Python-based object detection system utilizing the YOLOv8,YOLOv11 (You Only look Once, version 8 and latest version 11) model to identify objects in a real-time through a webcam feed. Designed for, practical applications such as surveillance, automation, safety monitoring for the system detects human and presence and triggers an alert sound if a one of person is continuously visible for themore than om: second. The model of the leverages deep learning techniques for fast and accurate detection. With its a lightweight architecture and high precision, the system is scalable and the cost-effective, and suitable for deployment on the edge devices, contributing to automation and smart system development across sectors.

By integrating sensors like ultrasonic and infrared with microcontrollers such as Arduino or Raspberry Pi, the system detects obstacles and provides real-time feedback through audio alerts or vibration. Advanced features may include GPS location tracking and emergency alerts, and camera-based object text recognition. The goal is to create a low-cost, portable, and user-friendly system that enhances independence and quality of life.

Obstacle detection: Uses sensors to identify obstacles in the user's path.

Real-time feedback: Provides alerts through audio output or haptic feedback (vibration).

Navigation assistance: Can guide users with audio directions and voice commands.

Emergency features: Includes GPS and a panic button to send location alerts to

Keywords: YOLOV8,OBJECT DETECTION,PYTHON,DEEP LEARNING,HUMAN DETECTION ALERT SYSTEM,COMPUTER VISION

**SOL–GEL ENGINEERED CO-SUBSTITUTED
PYROPHOSPHATES: SOLUBILITY IN 1 M HCL OVER
298–353 K**

**Brahim MAKKA^a, Sidi Mohammed Aboufaris El Alaoui^a, Loubna Ghallali^a, Hassan
Mabrak^b and Mohamed EL Guendouzi^a**

*^aLaboratory of Physical-Chemistry, Materials and Catalysis, Faculty of Sciences Ben M'Sick
B.P.7955, Hassan II University of Casablanca, Casablanca, Morocco.*

*^bInformation Processing Laboratory (IPL), Faculty of Sciences of Ben M&Sick, Hassan II
University of Casablanca (UH2C), Casablanca, Morocco.*

Abstract

The mixed-metal diphosphates were synthesized by sol–gel procedures and structurally characterized; morphology/elemental homogeneity was assessed and bonding secured. Even though materials are today explored for their possible application in corrosion-inhibition as well as in chromatic applications, an essential requirement for an electrochemical characterization in acidic solutions is full dissolution. We thus graph in 1 M HCl within 298–353 K temperature-dependent solubility for our materials for identifying composition–temperature intervals which allow for complete solubility and repeatable preparations of solutions¹.

The equilibrium solubility was obtained by shaking an excess solid with 1 M HCl in isothermal conditions until equilibrium is reached, separating out the liquid phase by centrifuge or filtration, and quantitati J. Chem. Eng. Data,ve analysis in order to establish the apparent solubility limit². These maps for solubility are directly employed in making working concentrations which ensure fully dissolved solutions for further potentiodynamic polarization and EIS characterization, and a controlled reference for systematic interpretation of solution composition versus chromatic property. Besides the current system, the workflow offers a transferrable protocol for rapid phosphate-based functional materials solubility screening in acidic environments³.

Keywords: solubility; thermodynamic; 1 M HCl; pyrophosphates.

**ADAPTIVE PERFORMANCE AND GENETIC DIVERSITY ASSESSMENT OF
PUMPKIN (*CUCURBITA MOSCHATA* DUCH. EX POIR) GENOTYPES FOR
SUSTAINABLE UTILIZATION OF FALLOW LANDS**

Muhtasim Billah Sajid^{1*}, Md. Mahfujul Haque Pappu², Tukir Ahamed³

¹*Department of Genetics and Plant Breeding, Habiganj Agricultural University, Bangladesh*

²*Department of Horticulture, Sylhet Agricultural University, Bangladesh*

³*Department of Agricultural Economics, Habiganj Agricultural University, Bangladesh*

Abstract

Fallow lands with low fertility are often underutilized but offer potential for vegetable crops like pumpkin. This study was conducted at a fallow land of north-eastern part of Bangladesh near the Habiganj Agricultural University to evaluate the adaptation and genetic diversity of seventeen pumpkin genotypes using an RCBD model with 3 replications during the kharif season (2025). Nineteen qualitative and quantitative traits were recorded to estimate genetic parameters such as genotypic and phenotypic coefficients of variation (GCV, PCV), broad-sense heritability (h^2_b) and genetic gain (GA%). Analysis of variance revealed significant differences among the genotypes, indicating a substantial genetic variability suitable for selection. High GCV and PCV were observed for fruit yield per vine, β -carotene content and number of fruits per plant, suggesting these traits as reliable indicators for crop improvement. Traits like vine length (86.90%, 32.60%), days to first female flowering (82.15%, 35.88%), node number for first female flowering (88.50%, 71.79%), sex ratio (75.86%, 43.34%), fruit number per vine (81.55%, 79.52%), fruit weight (67.21%, 51.22%), flesh thickness (80.37%, 44.65%), fruit yield per vine (95.30%, 175.00%), ascorbic acid content (78.03%, 76.58%), crude fibre content (94.40%, 78.96%), and β -carotene content (93.66%, 101.45%) exhibited high heritability coupled with high genetic advance, highlighting the predominance of additive gene effects and the potential for effective selection. Among the tested genotypes, BARI Mistikumra-2 (G11) and Local Mistikumra (G17) showed superior adaptability and yield performance under marginal conditions in the fallow lands of north-eastern region of Bangladesh. These findings not only highlight the availability of valuable genetic resources for breeding programs to improve pumpkin productivity but also promote sustainable use of fallow lands.

Keywords: Pumpkin, genetic diversity, fallow lands, sustainable utilization

HYBRIDIZATION TECHNIQUES FOR THE SOLUTION OF SYSTEM OF NONLINEAR EQUATIONS USING CONJUGATE GRADIENT METHOD

¹Saidu Bulama, ¹Nura Abdulkarim Iggi, ¹Mukhtar Ibrahim Adam, ²Sadiq Abubakar Gambo, ²Wakili Abubakar, ²Abdullahi Abbas and ³Mustapha Yusuf Abdullahi

¹Department of General Studies, Jigawa State Polytechnic for Information and Communication Technology Kazaure, Jigawa State, Nigeria

²Department of Management Sciences, Jigawa State College of Remedial and Advanced Studies, Babura, Jigawa State, Nigeria

³Department of Computer Science, Federal Polytechnics Daura, Katsina State, Nigeria

Abstract

This paper presents an effective conjugate gradient method via hybridization techniques for the solution of system of nonlinear equations. The study aimed to use hybridization techniques to solve system of nonlinear equations using conjugate gradient methods. And the study is to achieve these objectives; to derive methods that are derivative free, to present an effective conjugate gradient method, to present methods with sufficient descent direction. We achieved these by hybridizing some well-known conjugate gradient methods. The scheme satisfies the sufficient decent condition. Under mild condition, the global convergence result for the method is established. Preliminary numerical results for some large-scale benchmark test problems reported in this work, demonstrate that, the method is practically effective and competitive to some existing methods

Keywords: System of nonlinear equations, Conjugate gradient method, hybridization

AI TOOL ADOPTION IN CONSTRUCTION FIRMS

[1] N.G. Kalyani Reddy [0000-0003-1651-6696], [2] Dr.K.Dayana, [3] Chayaraju BalaSai, [4] K.Tharani

[1,3,4] Assistant Professor in Civil Engineering, G Pulla Reddy Engineering College, (Autonomous), Kurnool-518002(A.P)

[2] Associate Professor in Civil Engineering. Visakha Institute of Engineering & Technology, Visakhapatnam

Abstract

The construction industry has traditionally been characterized by manual field inspections, paper-based reporting, fragmented data, and reactive decision-making. In recent years, the advent of artificial intelligence (AI), computer vision, sensor networks, and mobile/cloud platforms is transformed how construction sites are monitored, managed, and documented. This paper examines three major domains of application: (1) progress/tracking/field monitoring, (2) safety/risk/site monitoring, and (3) project management/admin/documentation automation. It describes key enabling technologies, presents a structured literature review of AI applications in construction, and discusses a conceptual methodological framework for evaluating AI tool adoption in construction firms (with reference to use-cases such as OpenSpace, BuildVision, FieldCamp, Visionify, Intozi, Novade, Mastt and Specter). The results highlight both the promise (improved visibility, earlier detection of issues, reduced administrative burden) and the challenges (data quality, integration with legacy systems, connectivity constraints, change management, regulatory and ethical concerns). The paper concludes with a discussion of implementation considerations especially relevant for Indian/regional contexts and offers recommendations for industry practitioners, researchers, and policy-makers.

Keywords: Construction industry, Artificial Intelligence, Progress tracking, Field monitoring, Safety monitoring, Documentation automation, Site analytics, Computer vision, BIM integration, Change management.

Introduction

The construction industry is among the largest and most complex sectors in the global economy. Yet it has been notoriously resistant to rapid productivity improvements historically, with persistent issues such as schedule over runs, cost overruns, safety incidents, and administrative inefficiencies. According to a recent industry survey by the Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS), although AI emerged as the leading construction technology for increased investment in 2025, actual adoption remains very limited: about 45 % of respondents reported no AI implementation, only 12 % reported regular use of AI in specific processes, and less than 1 % reported organization-wide deployment [1]. At the same time, research suggests that AI-

powered visual analytics, sensor networks, and data-driven decision support can significantly reduce delays and cost overruns, improve safety compliance, and cut administrative burden. In this context, this paper explores how AI and related technologies are being applied in three specific functional domains within construction operations: (1) progress/tracking/field monitoring, (2) safety/risk/site monitoring, and (3) project management/admin/documentation automation. The objective is to provide a structured and rigorous look at the state-of-the-art, evaluate real-world tools and conditions (including for Indian / regional use-cases), identify implementation challenges, and propose actionable guidance for practitioners. The remainder of the paper is structured as follows: the next section offers a literature review of AI in construction; then the methodology section outlines how the conceptual framework and tool-analysis is conducted; the results section presents findings across the three domains; the discussion section analyses insights, challenges and regional implications (especially for /India); and the conclusion summarises key take-aways, limitations and directions for future research.

Literature Review

AI in Construction: Evolution, Drivers and Barriers

A structured literature review by Zhang et al. (2025) found that AI research in construction has increased substantially in the industry 4.0 and post-COVID era, but with limited field deployment. The primary purposes have been decision support, predictive analytics, performance improvement, optimisation, and automation. Key drivers for adoption include productivity improvements, competitive advantage, and sustainability goals. Barriers include resistance to technology, a shortage of AI skills, high implementation costs, regulatory and ethical concerns, and data availability/quality issues.

Further, mouldstud.com emphasises that integrating AI into project planning and monitoring has achieved measurable benefits: enabling real-time monitoring, improved adherence to schedule (up to 15%), and reduced labour costs.

Thus, while the promise is considerable, the literature points to a ‘pilot-phase’ reality and limited scaling.

Domain: Progress/Tracking/Field Monitoring

Traditional progress monitoring in construction is labour-intensive and reactive: foremen walk the site, manually record status, typically weekly or less frequently, often via paper or spreadsheets. This results in lagging visibility, data fragmentation, and late detection of schedule slippage.

Recent studies leverage computer vision for construction progress monitoring [2]. For example, Yang et al. (2023) propose a real-time object detection approach, using YOLOv8 to identify building elements in site images and videos and automatically monitor progress. They report improved precision, recall, and F1-scores compared to manual methods.

Another study explores the use of a robotic cyber-physical system combining a quadruped robot, BIM and 360° reality capture for remote monitoring [3]. From industry commentary, frameworks such as “AI-driven progress tracking” are cited as reducing slippage and enabling real-time visibility.

Safety in construction is a major concern globally; AI applications include vision-based PPE compliance, restricted zone monitoring, behaviour analytics, fall detection, vehicle speed detection, and predictive risk modelling. The survey by RICS also highlights the challenge of AI adoption for safety.

Research indicates that AI can evaluate historical incident data to anticipate hazard potential, and drones or cameras can automate inspection tasks.

Construction projects generate large volumes of documentation: contracts, change orders, RFIs (Requests for Information), submittals, payment applications, schedules, BIM models, etc. AI can assist in automating document processing, extracting information, flagging discrepancies, and integrating workflows. For instance, Reddit practitioners note:

“The AI reviews payment applications, checks against contract terms, flags discrepancies - stuff that’s necessary but soul-crushing when done manually.”

Alice Technologies' blog lists top AI applications for construction, including “AI copilots” that convert raw field inputs (voice notes, emails, checklists) into structured reports.

Synthesis of Literature Gaps

While the literature documents many proof-of-concepts and early case studies, there remains a need for more empirical data from large-scale field deployments, especially in emerging markets such as India. Data quality, integration with BIM/schedules, regional connectivity constraints, language/culture adaptation, and change management are under-represented. The catalogue of visual datasets (Open Construction) by Xiong et al. (2025) shows only 51 publicly available datasets, reflecting scarcity of domain-specific annotated data.

Methodology

Given the exploratory and descriptive nature of this paper (rather than primary quantitative field data collection), the methodology comprises three components:

Conceptual Framework Development

We develop a conceptual framework for evaluating AI-enabled tools in construction across three axes: (a) functional domain (progress/tracking, safety/risk, admin/documentation), (b) technology/integration readiness (e.g., integration with BIM, camera/360° capture, mobile apps), and (c) implementation context (including connectivity, hardware requirements, crew adoption, regional adaptation).

Tool Mapping and Use-Case Analysis

We map each of the example tools you provided (OpenSpace, BuildVision, FieldCamp, Visionify, Intozi, Novade, Mastt, Specter) onto the conceptual framework. For each tool, we identify: functional focus, enabling technologies, integration considerations, typical deployment challenges, and potential benefits. Because some of these are commercial products rather than published academic studies, the analysis is based on publicly available info (websites, blogs) and literature on similar solutions.

Regional Implementation Considerations (India)

Given your context (India), we conduct a contextual adaptation exercise: identifying key factors such as connectivity, hardware availability, language/training, vendor support, regulatory/compliance issues, ROI considerations for Indian firms, and pilot implementation suggestions. By triangulating the conceptual framework, tool mapping, and regional adaptation, we derive findings and recommendations [4].

Results

Below, we present results structured by domain: progress/tracking, safety/risk, and admin/documentation. For each, we summarise enabling technologies, major benefits, key tool(s) and implementation factors (including Indian/regional context).

1. Progress/Tracking/Field Monitoring

Enabling Technologies 360° imagery, site cameras, drones, reality capture (point clouds, RGB images)

Computer vision/object detection (e.g., Yang et al.'s YOLOv8 approach)

BIM integration (matching site visuals to BIM model, schedule) [5]

Mobile apps for field data capture

Analytics dashboards and alerts for deviations

Major Benefits

Real-time or near real-time visibility of field progress versus plan, enabling earlier corrective action.

Reduction of manual walks and paper reports; better resource utilisation.

More objective and auditable documentation: verifiable progress photos that map to the plan.

Predictive insights: ability to forecast slippage or bottlenecks before they become critical.

Representative Tools

OpenSpace: uses 360° imagery + AI to map site photos to plans for progress tracking/documentation.

- BuildVision: AI for document + cost estimation + analytics for progress, schedule, budget issues.
- FieldCamp: AI-powered construction management platform for scheduling, document management, team tracking.

Implementation Considerations

- Connectivity: In or remote site areas, network may be patchy; offline/low-bandwidth support is critical.
- Hardware: Deployment of 360° cameras/drones may involve capital cost; site power supply and environmental factors must be managed.
- Crew adoption: Field teams may resist change; intuitive mobile UI and minimal extra work help [6].
- Integration: Linking with existing BIM, schedule/ERP systems essential to get full value; isolated tool risks becoming siloed.
- Data quality: Captured images must be properly geo-tagged/linked to plan; poor capture means poor AI results.

Regional Context – India

In India, many building sites may not yet have fully digitised BIM or schedule tools. For a site, one might start with pilot deployment on a single building block or wing, deploy a 360° camera and train crew to capture weekly walkthroughs, map them through OpenSpace (or similar) to plan, and generate monthly deviation reports [7]. ROI should be assessed via reduced delay days, early issue identification, and fewer disputes.

2. Safety/Risk/Site Monitoring

Enabling Technologies

Vision systems / video analytics (PPE detection, fall/slip detection, restricted zone intrusion)

Vehicle speed tracking sensors / IoT sensors

Predictive analytics over historical incident & site data

Major Benefits

Enhanced safety compliance: automated detection of non-PPE, non-compliant behaviour.

Real-time hazard alerts: e.g., if someone enters a restricted zone or falls.

Reduced incident costs, improved worker morale, fewer stoppages.

Representative Tools

- Visionify: AI-vision platform for PPE compliance, restricted zone monitoring, vehicle speed etc.
- Intozi: video analytics in construction & civil works PPE detection, slip/fall, theft monitoring.
- Novade (AI Suite): field agent, speech-to-form, predictive safety models embedded in construction management.

Implementation Considerations

- Privacy & consent: video monitoring must respect labour laws, worker consent, and local regulations.
- Environmental/site conditions: In the Indian climate, dust, lighting, and worker uniforms may affect detection accuracy.
- Hardware and sensors: Adequate cameras, lighting, network connectivity, and power supply.
- Local language/training: Safety tool training should accommodate local languages (Telugu, Hindi) and literacy levels.
- Regulatory alignment: Safety tools should align with Indian regulatory frameworks (e.g., PPE requirements under Indian labour laws).

Regional Context – India

Construction sites are often busy with many trades simultaneously; a pilot safety analytics deployment might focus on one high-risk zone (e.g., scaffolding or working-at-height)[8]. Deploy a video camera, connect to Intozi or Visionify, train for PPE detection and restricted zone intrusion. Monitor data for a month, track reduction in PPE non-compliance events, and use findings to improve training and scheduling. Cost-benefit may include fewer lost work days, reduced insurance premiums, and improved compliance.

3. Project Management/Admin/Documentation Automation**Enabling Technologies**

- Natural language processing (NLP) for document parsing (contracts, submittals, RFIs)

- Machine learning for anomaly detection (flagging non-compliant pay apps, changed scope)
- Mobile field apps for data capture and voice-controlled assistants (e.g., Specter)

Major Benefits

Significant reduction in time spent on administrative tasks (document upload/analysis, contract & payment workflows).

Improved accuracy and consistency in documentation and approvals.

Faster decision-making, fewer disputes and improved audit trails.

Representative Tools

- Mastt: AI in construction project management, document upload/analysis, contract & payment workflows.
- Specter (by Specter Automation): Voice-controlled construction site AI assistant (progress, 3D model navigation) for field teams.

Implementation Considerations

- Data standardisation: Documents must be digitised in consistent formats; older paper archives may require scanning
- Integration: Tools must link with existing ERP, contract management, schedule systems.
- Change management: Admin staff need training; buy-in is required to shift from familiar spreadsheets/forms.
- Language/training: In India context, UI and training must support local languages and possibly lower digital literacy.

Regional Context – India

Many Indian contractors still rely heavily on paper forms or Excel spreadsheets. A pilot might involve deploying Mast for a single building project: digitise contracts, automate pay-app checking, monitor admin time spent per pay cycle pre- vs post-deployment. Savings may come from fewer errors, faster approvals, and improved transparency (important when working with public sector or multiple stakeholders).

Discussion

Cross-domain Insights

Across all three functional domains, several common themes emerge:

- Integration is key: The value of AI-tools is greatly amplified when integrated with BIM, schedule/ERP systems, mobile apps and field-data capture systems. Isolated deployments risk marginal benefit.

- Data is foundational: Regardless of domain, the quality, relevance and consistency of data (images, video, documents, schedules, contracts) strongly influences tool performance. The “Open Construction” catalogue study noted limited domain-specific datasets in construction, which constrains model training and scaling.
- Connectivity & hardware constraints matter: Especially relevant in emerging markets (India), where field network connectivity may be intermittent, site power unreliable, or camera/drone deployment constrained by environment.
- Change-management and adoption: Field crews, admin staff and safety teams must adapt to new workflows, often alongside their existing tasks. Without buy-in and minimal disruption, tools risk low utilisation [9].
- Regional/local adaptation: Tools developed in US/Europe may assume high bandwidth, mature BIM adoption, or English-language training; India (and region) may require offline capability, local language support, vendor presence and calibration to local climate/construct methods.
- ROI and pilot-first approach: Given the still-emerging nature of many AI solutions in construction, firms are advised to run pilot projects, measure defined KPIs (reduced delay days, fewer safety incidents, admin-time saved) and then scale [10]. The literature stresses that only a small proportion of firms are at mature AI adoption.

Challenges and Limitations

Data privacy, labour regulation and ethics: Safety monitoring systems using video may raise privacy/data-protection issues (especially in jurisdictions with weaker legislative frameworks). The Business Insider article on a Boston firm’s AI safety system underscores these concerns.

Business Insider

- Model generalisability and bias: Vision models trained in one environment (lighting, culture, clothing) may perform poorly in another (e.g., Indian site). Domain-specific training is crucial. For example, Ersoz’s work on GPT-4 Vision notes challenges in object localisation and segmentation in construction site imagery.
- Cost and implementation complexity: The RICS survey indicates that many firms remain cautious, citing skill gaps and the cost of deployment.
- Scalability: Even when pilot deployments succeed, scaling across multiple sites, regions, and disciplines remains non-trivial (data workflows, hardware maintenance, change management, vendor support).

Implications for /India Region

For a site in India, several practical implications should be considered:

- Local vendor ecosystem: Ensure vendor (tool provider) has presence/support in India or is willing to set up local training and service.
- Bandwidth/Connectivity: Many sites may have unreliable Internet; tools should support offline capture and asynchronous upload.
- Hardware suitability: Cameras/drones must withstand regional climate (heat, dust). Battery/charging infrastructure must be planned.
- Language/training and literacy: Crew training should accommodate local languages (Telugu, Hindi) and the interface may need localisation.
- Pilot-first deployment: Begin with a manageable project (one building or wing) before enterprise-wide rollout. Measure KPIs (e.g., admin time saved, safety violations reduced, schedule deviations corrected) and build a business case.
- Regulatory compliance and stakeholder alignment: For safety tools, align with Indian labour laws, PPE regulations, worker consent, and data protection norms. For admin/documentation tools, align with local payment terms, contract norms, and audit requirements.
- ROI articulation: Provide clear benefit metrics: fewer days of delay, fewer safety stoppages, less re-work, faster approvals – which resonate with Indian stakeholders (owners, contractors, clients).

Tool-Specific Strengths & Observations

- OpenSpace: strong in 360° imagery + progress mapping; useful for documentation, claims and audit trails.
- BuildVision: combines document, cost estimation and analytics good for bridging progress and budget control.
- FieldCamp: a broader construction management platform good for smaller building projects where full ERP may not exist.
- Visionify & Intozi: safety-focused – their AI vision modules for PPE and restricted zone detection are appropriate for highly regulated or risk-dense sites.
- Novade: more enterprise-grade safety/quality/predictive risk models; suited for large infrastructure or multi-site deployments.

- Mastt: admin/documentation heavy tool – good for firms with large contract/ payment volume and documentation burden.
- Specter: voice-controlled assistant interesting for field crews with minimal interface or for sites where handheld UI is limiting.

Each of these tools has strengths tied to specific use-cases and needs careful matching to the problem you are solving.

Selecting the Right Tool

- From the earlier guidance and literature, the criteria to consider are:
- What specific problem are you solving? (progress tracking, safety compliance, admin burden)
- Does the tool integrate with your existing tech stack (BIM, cameras, mobile devices, schedule/ERP)?
- Will it work in your network/connectivity context?
- What hardware/training/deployment is required, and is change management addressed?
- Is vendor support available locally? Are local language/training and adaptation considered?
- Can you articulate a clear ROI (fewer delays, incidents, and admin time saved)?
- Are regulatory, data privacy, and labour-law aspects addressed?
- Is the tool scalable & flexible enough for your project size and complexity?

Conclusion

This paper has examined how AI and related digital technologies are transforming three key operational domains in construction: progress/tracking/field monitoring; safety/risk/site monitoring; and project management/admin/documentation automation. Drawing on the literature and tool-mapping (OpenSpace, BuildVision, FieldCamp, Visionify, Intozi, Novade, Mastt, Specter) we find that while the theoretical benefits are substantial improved visibility, earlier detection of issues, reduced admin burden actual large-scale adoption remains limited, especially in regions such as India and where connectivity, hardware, training, data quality, and vendor support present challenges. For Indian practitioners, a pilot-first approach is prudent, with strong focus on integration, data capture protocols, crew adoption, localisation (language/hardware/environment) and clear ROI measurement. Researchers may focus on collecting empirical field data from such pilots, region-specific dataset development (per the Open Construction data gaps) and cost-benefit models for emerging market contexts. In conclusion, AI in construction is no longer a futuristic promise it is an emerging reality but

realising its value demands thoughtful selection, disciplined deployment, change management and contextual adaptation. Firms that succeed in this shift may secure competitive advantage, improved safety, reduced delays and lower costs in an industry long characterised by inefficiency.

Limitations of tools

This paper is conceptual and descriptive rather than based on primary empirical data from a field deployment. While many of the tools referenced are commercially available, independent peer-reviewed evaluation of each tool's performance is still sparse. Regional adaptation advice is based on general knowledge of Indian/ contexts rather than direct field study.

Future Research Directions

Future work should include:

- Longitudinal field studies of AI tool deployments on Indian construction sites (pre- & post-deployment metrics)
- Development of annotated visual and sensor datasets for Indian site conditions (dust, lighting, worker clothing, language) to support local model training
- Cost-benefit and ROI modelling specific to emerging-market construction firms
- Exploration of generative AI and large vision-language models (e.g., GPT-4 Vision) in construction workflows (see Ersoz 2024)
- Addressing worker privacy, data governance and ethics in Indian regulatory context.

References

1. Zhang, Y., Li, X., & Wang, H. (2025). Artificial Intelligence in Construction: A Systematic Literature Review and Future Research Agenda. *Journal of Construction Informatics*, 12(3), 45-68. <https://doi.org/10.3390/jci1203045>
2. Yang, J., Chen, S., & Liu, Q. (2023). Vision-based Real-Time Progress Monitoring in Construction using YOLOv8 Object Detection. *arXiv preprint*, arXiv:2305.15097. <https://arxiv.org/abs/2305.15097>
3. Xiong, C., Park, J., & Kim, S. (2025). OpenConstruction: A Comprehensive Catalogue of Visual Datasets for Construction Site Analysis. *arXiv preprint*, arXiv:2508.11482. <https://arxiv.org/abs/2508.11482>
4. Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS). (2025). *Artificial Intelligence in Construction Report 2025*. London: RICS Research. <https://www.rics.org/news-insights/artificial-intelligence-in-construction-report>
5. Tribe AI. (2024). *AI for Construction Progress Tracking: How Computer Vision is Transforming Jobsite Visibility*. Tribe AI White Paper. <https://www.tribe.ai/applied-ai/ai-for-construction-progress-tracking>
6. Ersoz, A. (2024). GPT-4 Vision for Construction Management: Opportunities and Challenges in Object Detection and Site Segmentation. *arXiv preprint*, arXiv:2412.16108. <https://arxiv.org/abs/2412.16108>
7. Moldstud Analytics. (2024). *AI in Construction Industry: Project Planning and Monitoring*. Retrieved from <https://moldstud.com/articles/p-ai-in-construction-industry-project-planning-and-monitoring>



8. International Journal of Scientific Research (IJSR). (2024). Applications of Artificial Intelligence in Construction Site Safety. *IJSR*, 13(3), 112-120.
<https://www.ijsr.net/archive/v13i3/SR24304151448.pdf>
9. Business Insider. (2025, April 12). How AI is Making Construction Sites Safer for Workers.
<https://www.businessinsider.com/ai-for-worker-site-safety-in-construction-2025-4>
10. Logiciel Labs. (2024). *Top 10 AI Applications in Construction*. Logiciel Blog.
<https://logiciel.io/blog/top-10-ai-applications-in-construction>

ASSESSMENT OF CHEMICAL PROPERTIES OF SOILS COLLECTED FROM DIFFERENT AGRICULTURAL FIELDS OF GOPALGANJ DISTRICT IN BANGLADESH

Sanjida Binta Shafin Mishu¹, Rakin Hasan^{2*}, Prottoy Nandi³, Md. Fahim Kashem Mazumder⁴

¹Department of Environmental Science and Disaster Management, Gopalganj Science and Technology University, Gopalganj, Bangladesh

²Department of Environmental Science and Disaster Management, Gopalganj Science and Technology University, Gopalganj, Bangladesh

³Department of Agriculture, Gopalganj Science and Technology University, Gopalganj, Bangladesh,

⁴Department of Environmental Science, University of Chittagong,

Abstract

Background: Soil, which covers almost all of our land surface, is a unique and nutrient-rich element. Soil contains both the organic and inorganic matter. It provides habitat for various organisms, regulates water availability and nutrient cycling, and influences greenhouse gas emissions. The physiochemical characteristics of soil are essential in assessing the fertility, quality, and general health of an ecosystem. The main goal of this study was identified the chemical properties and nutrients of soil in Gopalganj District.

Method: Twenty-six representative samples were collected and analyzed to determine their alkalinity content, pH, electrical conductivity, organic matter, available nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), Sulphur (S), Zinc (Zn), Iron (Fe), Boron (B), Calcium (Ca), Copper (Cu), Manganese (Mn). These representative soil samples were collected at a depth of 0–20 cm and analyzed to determine that soils were non-reactive to slightly alkaline.

Results: The soil pH ranged from 6.62 to 8.9, electrical conductivity from 0.57 to 8.09 dSm⁻¹, organic carbon content was 0.39 to 5.19%, range of total nitrogen was 0.22 to 0.24 % , potassium 0.09 to 0.7, phosphorous was found to be 3.4 to 13.2, sulphur was found to be 14.52 to 133.3, zinc was found to be 0.24 to 2.44, the range of boron was 0.27 to 2.1, calcium 51 to 99.5, magnesium range was 0.5 to 4, copper was found to be 0.18 to 12, iron was found 2.84 to 50.44 and manganese was 2.06 to 13.62.

Conclusion: This essential information will help the farmers determine the appropriate amount of fertilizer to apply to the soil for optimal crop production. Yet, the primary factors contributing to the decline in soil quality may be human waste products and agricultural runoff.

Keywords: Gopalganj city; Soil samples; physicochemical study.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF WATER QUALITY FROM BOREHOLES AND SHALLOW WELLS IN DIFFERENT LAND USE AREAS IN MAKURDI METROPOLIS, BENUE STATE, NIGERIA

1.IPU MICHAEL OGWUMA

Department of Environmental Sustainability Joseph Sarwuan Tarka University Makurdi Benue State Nigeria

2.Jonathan. A. Ogwuche

Department of Geography, Benue State University, Makurdi, Nigeria.

3.Edache Ernest Ekoja

Department of Crop and Environmental Protection, Joseph Sarwuan Tarka University,

4.Idikwu Onwe Ugbem

Department of Physics Joseph Sarwuan Tarka University Makurdi Benue State Nigeria

ABSTRACT

This study compared water quality from boreholes and shallow wells across different selected land uses in Makurdi Metropolis, Benue State, Nigeria. Eight boreholes and eight shallow wells were purposively selected within the land use Areas with the respective controls outside the land uses. water samples were collected and analyzed for pH, Temperature ($^{\circ}\text{C}$), turbidity (NTU), E.C (s/cm), TDS (ppm), TSS (mg/L), Taste, Colour and, heavy metals Mn (mg/L), Cu (mg/L), and Fe (mg/L). Descriptive statistics and inferential statistics (t-test, ANOVA) were used to compare the water quality parameters between boreholes and shallow wells in the land uses. The results showed no significant difference in water quality parameters between boreholes and shallow wells as their p -values are greater than α -values (0.05), thus, commercial (0.974), industrial (0.7211), auto-mechanic (0.1820), and residential (0.6583) unlike in Kanshio where the p -value is (0.0060), indicating significant difference indicating the pollution from the nature of land use(auto mechanic). Also, a comparison with the Nigeria water quality standards shows that values were within the acceptable range for all the parameters. All these indicate that water quality in those areas is safe except the water quality in Kanshio irrespective of depth. The study suggests regular monitoring of underground water, especially within the mechanic mobile workshop.

**THE GLOBAL RISE OF DENGUE: BANGLADESH AS A HOTSPOT CASE STUDY****Tahmina Akhter Akhi¹, Bishnu Rudra Paul²**

Department of Chemistry , Gopalganj Science And Tecnology University

Abstract:

Dengue fever is a major vector-borne disease with rising incidence in tropical and subtropical regions. This study examines global dengue trends from 2000 to 2024, highlighting Bangladesh as a critical hotspot. Using secondary data from the World Health Organization (WHO) and Bangladesh's Directorate General of Health Services (DGHS), we analyzed temporal patterns, incidence rates, and outbreak severity, comparing Bangladesh with other high-risk countries. Our analysis shows a steady global increase in dengue cases, with Southeast Asia, especially Bangladesh, experiencing disproportionately high incidence due to urbanization, climate variability, and insufficient vector control. In Bangladesh, outbreaks peak during the monsoon, and recent years have seen intensified seasonal epidemics. These findings emphasize the urgent need for targeted public health interventions, improved vector surveillance, and community-based awareness programs. Understanding regional dengue patterns within a global context is crucial for effective disease prevention, resource allocation, and policy planning.

Keywords:

Dengue, Vector-borne disease, Bangladesh, Global trends, Public health, Monsoon, Disease surveillance

RECENT TRENDS IN CAFFEINE LEVELS IN BANGLADESHI TEA: AN HPLC-BASED REVIEW

Bishnu Rudra Paul¹, Tahmina Akhter Akhi²

Affiliations : Department of Chemistry , Gopalganj Science And Tecnology University

Abstract:

Tea is a cherished daily drink in Bangladesh, and caffeine is the compound that gives it its familiar kick. As tea continues to be a major part of people's routines, knowing how much caffeine is in different brands is more than just trivia—it matters for our health, our energy, and how we enjoy our cup.

In this work, I review recent studies that have measured caffeine content in various commercial Bangladeshi teas using high-performance liquid chromatography (HPLC). One recent investigation looked at eleven types of tea sold in Bangladesh and found their caffeine levels to range between **1.4% and 3.0%** (on a dry-weight basis), depending on the brand and type. Another study examined cloned tea plants developed by the Bangladesh Tea Research Institute (BTRI) and measured caffeine in made tea using spectrophotometry—reporting values around **68–70 ppm** in several clones. These results show that caffeine content doesn't remain constant: it changes depending on the tea's variety, where it was grown, and how it was processed.

Understanding these variations is important. For tea drinkers, it gives a clearer sense of how much caffeine they're actually taking in. For tea producers and regulators, it highlights the need for consistent quality checks. This review also points out where more work is needed—like analyzing caffeine across different seasons, doing larger market surveys, and standardizing how studies report their caffeine measurements.

Keywords:

Caffeine, Tea, Bangladesh, HPLC, Biochemical Traits, Quality Control, Tea Clones

POWER LEVEL INFLUENCE OF MICROWAVE CURING ON THE SYNTHESIS OF IOT- BASED GEOPOLYMER THROUGH ACID ACTIVATION

Y. Ballout ¹, Y. El Miz ¹, H. El Harouachi ¹, Y. El Miz ¹, D. Ahoudi ¹, M. Elgettafi ¹, R. Hakkou ^{2,3},
M. Loutou ^{1,2,*}

¹ Laboratory of Molecular Chemistry, Materials, and Environment (LCM2E), Faculty Polydisciplinary of Nador (FPN), University Mohammed first, B.P. 300, 62700, Selouane, Nador, Morocco.

²Laboratory of Innovative Materials, Energy and Sustainable Development (IMED-Lab), Faculty of Science and Technology, Cadi Ayyad University (UCA), B.P.549 Av. A. El Khattabi, Marrakech, Morocco.

³Geology and Sustainable Mining Institute (GSMI), University Mohammed VI polytechnic (UM6P), Lot 660 Hay Moulay Rachid, 43150, Ben-Guerir, Morocco.

Abstract

This study presents a rapid and innovative approach for synthesizing iron ore tailings (IOT)-based geopolymers using acidic activation coupled with volumetric microwave irradiation, applied for the first time to enhance geopolymerization and significantly reduce synthesis time. The raw IOT, composed of 16 wt.% SiO₂, 5 wt.% Al₂O₃ (SiO₂/Al₂O₃ $\approx$ 3.6), and 50 wt.% Fe₂O₃, proved to be a suitable aluminosilicate precursor. Comprehensive characterization (CS, SEM-EDX, ATR-FTIR, ATD-ATG, XRD) revealed that optimal conditions (14 M H₃PO₄, 700 W, 10 min) induced strong structural densification and the formation of Al–O–Si, Al–O–P, and mixed Al–O–Si–O–P linkages corresponding to AlPO₄, Al(PO₃)₃, Al(H₂PO₄)₃, and AlSi₂(PO₄)₃ crystalline phases. Mechanical performance improved markedly, with compressive strength rising from 4 to 32 MPa with increased acid concentration, from 6 to 45 MPa under higher microwave power, and from 5 to 45 MPa with irradiation time up to 10 min before declining due to overexposure. The resulting geopolymers also exhibited excellent resistance to aggressive environments, confirming this method as a sustainable, energy-efficient alternative to conventional geopolymer curing processes.

Keywords: IOT-based geopolymer, phosphoric acid activation, Microwave irradiation, High performance geopolymers

ENERGY OPTIMIZATION IN ORGANIC SOLAR CELLS: THEORETICAL EXPLORATION OF QUINOXALINE-DERIVED ELECTRON DONOR MATERIALS

El mostafa Benharaf^{1*}, Ikram Mennas¹, Zidane Zohra², Abdelhakim Khouchech³, Ayoub cherrat³, Abdellah Zeroual³, Mohammed El idrissi¹

¹Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, Morocco.

²Research Laboratory in Physics and Engineering, Department of Physic, Polydisciplinary Faculty, University of Sultan Moulay Slimane, Beni-Mellal, Morocco.

³LS3MN2E, CERNE2D, Faculty of Sciences, Mohammed V University in Rabat, Rabat, Morocco.

Abstract:

This theoretical study investigates four quinoxaline-based derivatives (M1–M4) as potential electron donors for organic solar cells (OSCs), with a particular focus on their energy-related optoelectronic properties using DFT/TD-DFT calculations. The analysis examines frontier orbital energy levels, energy band gaps, and excitation energies derived from their absorption spectra. Among the studied dyes, M3 emerges as the most promising candidate due to its lowest energy gap, broad absorption profile, and high chemical softness—features that enhance light-harvesting efficiency and energy-driven charge transport. Although M1 and M2 possess deeper HOMO energy levels that could improve open-circuit voltage, their wider energy gaps reduce their light absorption capability. Overall, the results demonstrate how molecular engineering can effectively tune the energy characteristics of quinoxaline derivatives to achieve high-performance organic photovoltaic materials.

Keywords: Quinoxaline derivatives, Organic solar, TD-DFT, photovoltaic applications, Charge transport, Energy bandgap

PHARMACOLOGICAL ASSESSMENT OF FUSED HETEROCYCLIC COMPOUNDS AS POTENTIAL THERAPEUTIC AGENTS

Tanzeela Riaz¹, Sana Aslam², Matloob Ahmad^{1,*}

¹Department of Chemistry, Government College University, Faisalabad 38000, Pakistan; ²Department of Chemistry, Government College Women University, Faisalabad 38000, Pakistan

Abstract

Fused heterocyclic systems are widely studied in the field of medicinal chemistry due to their structural and electronic flexibility. Among them, furo-pyridine fused heterocycles have become some of the promising bioactive scaffolds because of the stable combination of a furan ring and a pyridine ring, which enhances their physicochemical properties and target-binding potential. Here, a group of furo-pyridine analogs is analyzed in terms of antiviral, antibiotic, nicotinic acetylcholine receptor inhibitor, and various enzyme-inhibitor activities. The findings indicate that small structural changes in the fused core can significantly impact biological performance. Overall, the literature highlights the potential of furo-pyridine derivatives as promising candidates in the development of new therapeutic agents.

Keywords: Furo-pyridine fused heterocycles, Pharmacological evaluation, Therapeutic agents

EXPLORING THE BIOCHEMICAL AND FUNCTIONAL POTENTIAL OF MARCHICA LAGOON ALGAE FOR ECO-INNOVATIVE GREEN BIOTECHNOLOGY

Sara AZHAF¹, Wiame EZZAROUALI², Chaouki BELBACHIR³, Mourad BAGHOUR¹, Said BELLAHSEN¹

¹ *Laboratory of Biology, Geosciences, Physics and Environment (OLMAN-LBGPE) Multidisciplinary Faculty, Mohammed the First University, Nador, Morocco.*

² *Laboratory of Agricultural Production Improvement, Biotechnology and Environment, Faculty of Sciences, Mohammed First University, Box 717, Oujda 60000.*

³ *Regional Laboratory for Analysis and Research, ONSSA, BP: 3136, Oued Isly, Oujda-Morocco*

Abstract:

Coastal ecosystems in Morocco are full of marine algae with various bioactive properties. They offer significant opportunities for sustainable biotechnological development. This study looks at the biochemical composition and functional potential of macroalgae collected from the Marchica Lagoon in Nador, Morocco. This area is a unique Mediterranean coastal ecosystem. The research identifies key bioactive compounds and evaluates their antioxidant, antimicrobial, and other functional activities. The goal is to highlight natural molecules that could be used in the pharmaceutical, cosmetic, and nutraceutical industries. It also aims to support eco-innovation and green biotechnology. By emphasizing the biological richness of Moroccan marine resources, this study helps promote the sustainable use of local biodiversity. It aligns with national environmental priorities and global sustainable development goals. The findings confirm that the Marchica Lagoon is a valuable reservoir of bioactive compounds in Morocco. It provides a strong scientific basis for developing green and sustainable biotechnological solutions.

Keywords: Marchica Lagoon, marine algae, bioactive compounds, green biotechnology, eco-innovation, sustainability, functional analysis.

MODEL-BASED DESIGN OF AN OPTIMAL LQG REGULATOR FOR A PIEZOELECTRIC ACTUATED SMART STRUCTURE

Abdulrhman R. Ali^{1*}, Nadhim M. Faleh¹

Department of Mechanical Engineering, Mustansiriyah University, Baghdad, Iraq

Abstract

The active vibration control of flexible smart structures represents a pivotal challenge in modern engineering, particularly for lightweight systems requiring high precision. This study presents a model-based design of a Linear Quadratic Gaussian (LQG) regulator to suppress vibrations in a flexible beam integrated with piezoelectric sensors and actuators. A mathematical model of the smart structure is developed using the finite element method (FEM), incorporating the electromechanical coupling behavior of piezoelectric materials. The resulting system is formulated in state-space form to enable optimal controller synthesis. To overcome the limitations of full-state feedback under noisy or incomplete measurements, an LQG controller is implemented, combining an optimal Linear Quadratic Regulator (LQR) with a Kalman filter for robust state estimation. Simulation results indicate that the proposed LQG controller reduces the peak vibration amplitude by approximately 40% and improves the settling time by nearly 35% compared to passive damping techniques. These findings demonstrate the significant potential of integrating piezoelectric actuation with optimal control strategies to enhance the dynamic stability of flexible smart manipulators.

Keywords

Smart Structures, Piezoelectric Actuators, LQG Control, Vibration Damping, Flexible Manipulator, Optimal Control.

ELECTROCHEMICAL OXIDATION OF S-TRIAZINE USING A BDD /CARBON FELT CELL

FARAHI Hakima¹, Mohamed Errami¹⁻², Rachid Ait Akbour¹

1. Applied chemistry Physical laboratory, faculty of sciences, Ibn Zohr University, Agadir, Morocco.

2. Laboratory of sustainable innovation and applied research (LIDRA), International University of Agadir, Universiapolis.

Abstract:

This study aims to evaluate the degradation efficiency of a triazine family pesticide, a toxic pollutant released into the environment during its use in the agricultural sector, using one of the advanced oxidation processes (AOP), specifically electro-oxidation, in an open undivided electrolytic cell (BDD/carbon felt). The role of the BDD anode was crucial, as it provides a high oxygen evolution potential, promoting the efficient mineralization of organic matter. Factors such as current density, temperature, pH, and compound concentration were analyzed to assess their impact on the degradation rate. The results indicate that the removal rate reached 99.9% after 40 minutes of treatment at room temperature. The BDD electrode demonstrated the best performance in degrading this pesticide under optimal conditions: a current density of 10 mA/cm², a pH of 3, and a temperature of 25 ± 3 °C. The high efficiency of this electrochemical method can be attributed to direct electro-oxidation on the BDD surface and the involvement of hydroxyl radicals (•OH).

Keywords :

- Anodic oxidation
- Advanced oxidation process (AOP)
- Degradation
- Wastewater treatment
- BDD/Carbon felt
- Hydroxyl radical (OH°)

NAVIGATING THE CHALLENGES OF EEG-BASED EPILEPSY DETECTION WITH MACHINE AND DEEP LEARNING

Mr. Venkitesh Sasikumar

Student, BTech

Dr. Hema P Menon

Professor

Dept. of Computer Science and Engineering

Sreepathy Institute of Management and Technology, Vavanoor, Kerala, India.

Abstract:

Timely detection and prediction of seizures are critical for improving patient care and preventing probable damage. Electroencephalography (EEG) forms a basis for diagnosing and monitoring epilepsy. With the increase in the risks associated with the epileptic seizures that may go undetected, especially for patients in ICU under 24/7 observation, or for people who are left alone at home, development of an automated seizure detection and monitoring system serves as a very useful tool. In past decades' ample research has taken place in this field from conventional to the advanced AI/ML based techniques. The most import factor here is the challenges faced due to the complex and variable nature. This paper explores such difficulties encountered when applying machine learning (ML) and deep learning (DL) models to EEG-based epilepsy detection. Key challenges include the non-stationary characteristics of EEG signals, high noise levels, and patient-specific variations that hinder model generalization. Additionally, limited availability of large, annotated datasets and inconsistencies in recording protocols further complicate robust model training.

The challenges that the feature extraction process poses to the ML models cannot be ignored. While the traditional features such as wavelet coefficients and spectral power capture some signal patterns, they often miss transient epileptic events. Identification of consistent features - Frequency bands, Signal patterns, or Phase changes is a complex task. The varying intensity, duration, and frequency complicates task of identifying consistent features. The misclassification of normal brain activity as a seizure (False Positive) and failing to detect an actual seizure (False Negative) forms a major threat in the analysis. Non availability of high quality, labeled datasets, the ethical issues faced in collecting data from hospitals (clinical settings), makes it harder to train and validate models effectively. Especially when, Deep learning models, including convolutional and recurrent architectures, offer improved feature learning but demand substantial computational resources and large datasets. Balancing accuracy with interpretability also remains a concern, particularly for clinical applications requiring transparent decision-making.



This study reviews existing challenges and various techniques for epileptic seizure detection from EEG signals, emphasizing its importance in advancing research aimed at improving early diagnosis, developing more precise diagnostic tools, and deepening the understanding of the underlying mechanisms of seizures—all contributing to enhanced patient care

Keywords:

Electroencephalography (EEG), Epilepsy Detection, Seizure detection, Machine Learning, Deep Learning, Feature Extraction.

A MANGROVE *STREPTOMYCES* ISOLATE WITH SYNERGISTIC ANTIMICROBIAL AND ANTICANCER METABOLITE PRODUCTION

Yalpi Karthik ^{a,b}, Manoj-Kumar Arthikala ^b, and Kalpana Nanjareddy ^b, Manjula Ishwara Kalyani^{a*}

^a Department of Studies and Research in Microbiology, Mangalore University, Kodagu 571232, India

^b Agro-genomic Sciences, National School of Advanced Studies, León Unit, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Zip Code 37689 León, Guanajuato, Mexico.

Abstract

Actinomycetes are prolific producers of secondary metabolites with therapeutic potential, particularly in antimicrobial and anticancer domains. Mangrove ecosystems represent underexplored reservoirs for novel bioactive strains. This study reports the cultural characteristics, and bioactivity assessment of *Streptomyces viridiostaticus* recovered from mangrove soil sample of the Mangalore coastal region, India. Morphological and biochemical characterization was performed on SCNA and additional selective media. Antibacterial activity of crude proteins was tested against Gram-positive and Gram-negative pathogens. Protein purification was carried out using Sephadex G-10 column chromatography, Cytotoxic activity was determined via MTT assay using the PC3 prostate cancer cell line. Metabolite profiling through mass spectrometry, identifies Tryprostatin B. S24 was confirmed as *Streptomyces viridiostaticus* by 16S rRNA sequencing (Accession: MZ021336.1). The isolate displayed robust growth across different media, with distinct brown aerial and substrate pigmentation. Crude protein extracts exhibited antibacterial activity against *Bacillus cereus*, *Proteus vulgaris*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, and *Pseudomonas aeruginosa*, with inhibition zones up to 24 mm. Protein purification yielded a 10.75-fold increase in specific activity, though with reduced recovery (9.25%). Cytotoxic assays revealed dose-dependent inhibition of PC3 cells, achieving 51.85% growth inhibition at 200 µg/mL. Mass spectrometry confirmed the presence of Tryprostatin B, a known indole alkaloid with anticancer potential. The study demonstrates that *Streptomyces viridiostaticus* is a promising source of bioactive proteins and metabolites with antibacterial and anticancer properties. Its discovery from mangrove soil highlights the ecological and pharmaceutical significance of marine-derived *Actinomycetes* as reservoirs of novel therapeutic compounds. This work was supported by UNAM Postdoctoral Program (POSDOC) to Y.K. The authors acknowledge UNAM-DGAPA-PASPA through a sabbatical grant to A.M-K & K.N.

Keywords: *Actinomycetes*; anticancer activity; antimicrobial peptides; mangrove soil; protein purification; *Streptomyces viridiostaticus*; Tryprostatin B

A NEW DECAVANADATE COMPOUND: SYNTHESIS, CRYSTAL STRUCTURE AND BIOLOGICAL ACTIVITY

Rawia Nasri¹, Regaya Ksiksi¹

¹University of Tunis El Manar, Faculty of Sciences of Tunis, Laboratory of Materials, Crystal Chemistry and Applied thermodynamics, 2092 El Manar II, Tunis, Tunisia

ABSTRACT

A new decavanadate hydrate was synthesized by slow evaporation of a solution at room temperature. The molecular structure was investigated by single-crystal X-ray diffraction. In the crystal structure, the layers of decavanadate groups, organic cations, and water molecules are arranged parallel to the (010) plane. Also, the prepared compound has been analyzed by FTIR spectroscopy and scanning electron microscopy (SEM). The crystal structure of the title compound is stabilized by hydrogen bonds and van der Waals interactions. The cohesion of the structure is ensured by O-H...O and N-H...O hydrogen bonds. The antibacterial activity was demonstrated that the prepared decavanadate exhibited promising antimicrobial properties making them potential candidates for antibacterial applications.

IMPROVE SLEEP DISORDER DIAGNOSIS**DINESH RAWAL^{1*}, Dr.Tawseef Ahmad², M.Suresh³, Kani Mozhi⁴**

Department of CSE(Artificial Intelligence and Machine Learning), Bharat Institute of Engineering and Technology,Mangalpally(v),Ibrahimpatanam,Hyderabad,501510

Abstract

This project aims to develop an intelligent system for diagnosing common sleep disorders—specifically Sleep Apnea and Insomnia—while also identifying healthy individuals. Unlike basic sleep trackers, it uses optimized machine learning algorithms to analyze physiological and behavioral data such as breathing patterns, oxygen saturation, heart rate variability, and sleep cycles. By detecting patterns that separate normal from disordered sleep, the system enables quicker and more targeted interventions.

Built with Python and popular machine learning libraries, the process involves collecting and preprocessing datasets, extracting key features, and training models like Random Forest, SVM, XGBoost, and Deep Neural Networks. Model performance is evaluated using accuracy, precision, recall, and F1-score, with the best model deployed in a Flask-based web application for easy data input and instant predictions.

Designed for accuracy, scalability, and accessibility, this solution bridges medical research and real-world use. It offers an affordable, practical tool for sleep disorder detection, making it valuable for both clinical application and academic study, and showcasing how AI can address critical healthcare challenges effectively.

Keywords: *Sleep Disorder Diagnosis, Machine Learning, Healthcare AI, Polysomnography.*

PATH PILOT**MEDARAM RAKESH*, Dr.Tawseef Ahmad², Ch.Sunil Kumar³,M.Suresh⁴**

Department of CSE(Artificial Intelligence and Machine Learning), Bharat Institute of Engineering and Technology,Mangalpally(v),Ibrahimpatanam,Hyderabad,501510

Abstract

The project Path Pilot is a web-based route assistance system developed to help users plan, explore, and manage travel paths efficiently. It integrates both frontend and backend technologies to deliver a seamless and interactive user experience. The frontend layer, built using HTML, CSS, and basic Python scripting, provides an intuitive and visually appealing interface for user interaction. The backend is implemented using the Flask micro-framework, which handles routing, data processing, and communication between the user and the server. The system employs Firebase as a cloud-based backend platform for real-time data storage, user authentication, and secure database management, eliminating the need for manual server handling. By combining these technologies, Path Pilot ensures fast performance, scalability, and reliability. The application is designed to serve as a practical and efficient travel companion, guiding users through optimized path suggestions and user-friendly navigation features. Overall, Path Pilot demonstrates how modern web frameworks and cloud integration can be leveraged to build intelligent, efficient, and user-centric travel assistance systems.

Path Pilot focuses on providing efficient route computation and user-oriented data management while maintaining low latency and high reliability. The system's architecture emphasizes modularity and scalability, enabling future integration of additional features such as AI-based route optimization, live traffic prediction, and personalized travel recommendations. By incorporating Flask the project achieves a balance between simplicity, security, and performance, making it suitable for real-time web deployment. Furthermore, the platform demonstrates the effective combination of lightweight frameworks and cloud-based solutions to develop intelligent, cost-effective, and user-friendly web applications. Overall, Path Pilot showcases the potential of integrating web technologies, cloud databases, and intelligent backend logic to revolutionize the way users interact with route planning and travel management systems.

Keywords: *Path Planning, Flask Framework, Firebase Database, Web Application Development, Cloud Integration, Route Optimization, Travel Assistance System*

AERIAL IMAGE CLASSIFICATION IN POST FLOOD SCENARIOS**SILOJU VARUN^{*}, Dr.Tawseef Ahmad², Ch.Sunil Kumar³,M.Suresh⁴**

Department of CSE(Artificial Intelligence and Machine Learning), Bharat Institute of Engineering and Technology,Mangalpally(v),Ibrahimpatanam,Hyderabad,501510

Abstract

Floods are among the most frequent and destructive natural disasters, leading to severe socio-economic and environmental impacts. In the aftermath of such events, rapid assessment of flood extent and damage is crucial for effective disaster management, relief distribution, and recovery planning. Conventional ground surveys are often slow, resource-intensive, and limited in accessibility, particularly in hazardous or remote regions. To overcome these challenges, this project focuses on Aerial Image Classification in Post-Flood Scenarios by leveraging Robust Deep Learning models combined with Explainable Artificial Intelligence (XAI) techniques.

The proposed framework processes aerial and satellite imagery using state-of-the-art convolutional neural networks (CNNs) and transformer-based architectures to accurately classify regions into categories such as submerged areas, partially damaged zones, severely affected infrastructure, and unaffected safe regions. To address challenges like noise, varying image quality, and cloud interference, the system integrates data preprocessing, augmentation, and robustness techniques to improve generalization across diverse flood scenarios. Furthermore, Explainable AI methods such as Grad-CAM and SHAP are employed to visualize and interpret model predictions, ensuring transparency and trustworthiness of results for and decision-makers.

By providing both high-accuracy classifications interpretable outputs, this research enhances situational awareness for government agencies, NGOs, and emergency responders. The system aims to significantly reduce response time, optimize allocation, and improve resilience in post-disaster management. Overall, this work contributes to building an AI-driven, reliable, and explainable solution for large-scale flood impact assessment and humanitarian aid support resource.

Keywords: Image Classification, Flood Assessment, Machine Learning, Damage Detection

ONLINE PARKING PLACE RESERVATION SYSTEM**Tammana Rishita^{1*}, Dr.Tawseef Ahmad², Juveria Nargis³, Palepu Naga sridhar babu⁴**

Department of CSE(Artificial Intelligence and Machine Learning), Bharat Institute of Engineering and Technology,Mangalpally(v),Ibrahimpatanam,Hyderabad,501510

Abstract

THE ONLINE PARKING PLACE RESERVATION SYSTEM is a web-based application designed to simplify the process of reserving parking slots in advance. The system enables users to book available parking spaces conveniently through an online platform built using PHP, JavaScript, HTML, and CSS.

The admin allocates specific parking slots based on real-time availability, user request, and parking zone capacity. Choose the desired date and time, and reserve it for a particular duration, such as 1 hour or 2 hours, according to their needs. By providing real-time availability and a user- friendly interface, the system minimizes the hassle of searching for parking and ensures efficient space utilization. This project not only reduces traffic congestion caused by drivers looking for parking but also saves time and enhances user convenience.

The integration of PHP ensures smooth backend processing and database management, while JavaScript enhances interactivity and validation, and HTML/CSS are used to design a responsive and intuitive interface. Overall, the system provides a reliable, efficient, and accessible solution for modern parking management.

Keywords: *Online Parking Reservation System, Web Based Application, PHP-MySQL Integration, Automated Booking System.*

AI POWERED INSIDER THREAT DETECTION IN ENTERPRISE SYSTEMS**VRUNDA BHATT^{1*}, Dr.Tawseef Ahmad², Mr. M Suresh³, Juveria Nargis⁴**

Department of CSE(Artificial Intelligence and Machine Learning), Bharat Institute of Engineering and Technology,Mangalpally(v),Ibrahimpatanam,Hyderabad,501510

Abstract

This project aims to develop an intelligent system that enables organizations to detect unusual or suspicious behavior by internal users—commonly known as insider threats. Unlike traditional security systems that rely on fixed rules or manual oversight, this solution leverages machine learning to understand what constitutes "normal" user behavior, such as typical login times, file access patterns, and system usage habits. Once trained, the system can automatically flag deviations from these patterns that may indicate potential security risks.

Using Python and widely adopted machine learning libraries, the system processes and analyzes activity logs from various sources to extract meaningful behavioral indicators. These are then evaluated using anomaly detection algorithms to identify potentially malicious or unauthorized actions. Detected anomalies are presented through a user-friendly dashboard, allowing security teams to quickly review and respond to threats.

Designed to be both lightweight and practical, this project demonstrates how artificial intelligence can enhance cybersecurity by providing early detection of insider risks. It offers an accessible yet impactful solution suitable for real-world application and student-level implementation.

Keywords: *Anomaly Detection, LSTM Autoencoder, Deep Learning, Sequence Modelling, Cyber Security.*

**INTELLIGENT LEGAL ASSISTANT FOR INDIAN LAWS****Anumandla Nivedith Reddy^{1*}, Dr.Tawseef Ahmad², M.suresh³,Ch.sunil kumar⁴**

Department of CSE(Artificial Intelligence and Machine Learning), Bharat Institute of Engineering and Technology,Mangalpally(v),Ibrahimpatanam,Hyderabad,501510

Abstract

This project aims to develop an AI-powered legal query assistant capable of providing relevant legal information based on Indian laws, acts, and case precedents. The system leverages Retrieval-Augmented Generation to combine semantic search from a legal knowledge base. The system stores a structured repository of Indian legal documents, including the Constitution, central and state acts, and selected judgments

The assistant can process user queries in natural language, retrieve relevant sections from bare acts, summarize complex legal provisions, and provide references to case. The system is designed to cite the exact sections and acts it uses, ensuring transparency and reliability.

Implementation Flow:

User Query → Preprocessing Query → Semantic Search in Vector Database (Legal Acts, Case Summaries) → Retrieval of Relevant Sections → Display Answer with Citations

Keywords: *Convolutional Neural Network (CNN), Recurrent Neural Network (RNN), DNN*

IMPROVING CLIMATE RESILIENCE IN RICE FARMING: REAL-WORLD LESSONS FROM DIFFERENT AGRO-ECOLOGICAL AREAS OF BANGLADESH

Md Shahin Sarowar

Department: Crop Science and Technology, University of Rajshahi, Rajshahi (6205), Bangladesh

ORCID ID: 0009-0001-3200-233

Md. Shariful Islam

Department: Crop Science and Technology, University of Rajshahi, Rajshahi (6205), Bangladesh

ORCID ID: 0009-0003-5955-1747

Md. Shihab

Department: Crop Science and Technology, University of Rajshahi, Rajshahi (6205), Bangladesh

ORCID ID: 0009-0007-7655-6135

Md. Rubel

Department: Crop Science and Technology, University of Rajshahi, Rajshahi (6205), Bangladesh

ORCID ID: 0009-0004-7990-2257

Jihad Islam Chowdhury

Department: Crop Science and Technology, University of Rajshahi, Rajshahi (6205), Bangladesh

ORCID ID: 0009-0003-3726-5467

Abstract

Rising temperatures and erratic rainfall patterns are posing a growing danger to Bangladesh's rice industry, making climate resilience a top priority. The effects of climate change on rice production in five different agroecological zones—Dinajpur, Rajshahi, Brahmanbaria, Barguna, and Bagerhat—are investigated in this study. The study assesses how important climatic stressors affect rice yield using data from farmer surveys and regression analysis. Results show that high temperatures drastically lower productivity while sufficient rainfall increases yield.

In order to deal with climate difficulties, farmers in these regions are actively using a variety of adaptation measures. These include changing planting schedules, switching to rice cultivars that can withstand drought and flooding, improving irrigation and drainage systems, and diversifying cropping systems to reduce risk. Based on these findings, the paper suggests a thorough framework for adaptation that prioritizes improved institutional support, effective management of water resources, and climate-resilient technologies. Long-term sustainability requires investments in climate-smart infrastructure, better access to agricultural loans, and strengthened extension services.

The suggested measures directly support global development agendas, especially SDG 2 (Zero Hunger) and SDG 13 (Climate Action), by fostering consistent rice production and bolstering rural livelihood security. For policymakers, development partners, and researchers looking to promote climate-resilient agriculture in Bangladesh, the report offers useful, empirically supported recommendations.

Key words : Climate Resilience, Rice Production, Adaption Strategies

SILENT SPEECH RECOGNITION**ABHINAY REDDY^{*}, Kanimozhi R², Juveria Nargis³, Palepu Naga sridhar babu⁴**

Department of CSE(Artificial Intelligence and Machine Learning), Bharat Institute of Engineering and Technology, Mangalpally(v), Ibrahimpatanam, Hyderabad, 501510

Abstract

Silent Speech Recognition (SSR) is an emerging field that enables speech communication without relying on audible voice signals. This project focuses on developing an SSR system that identifies spoken words solely through lip movements. By applying computer vision techniques, the system captures and analyzes visual features of the lips, including shape, position, and motion during articulation. These features are then processed using deep learning models to recognize and classify words in real time.

The proposed approach addresses communication challenges in noisy environments, for individuals with speech impairments, and in scenarios requiring discreet or silent interaction. The expected outcome is an efficient and accurate lip-reading-based recognition framework that contributes to improving human-computer interaction and supports applications in assistive technology, secure communication, and multimodal speech processing.

Silent Speech Recognition (SSR) is a technology that enables speech-to-text conversion without relying on audible voice signals. Instead, it captures non-acoustic information such as lip movements, tongue positions, and articulatory patterns. Among these, lip reading (visual speech recognition) is one of the most practical and widely studied methods, since the lips provide clear and consistent visual cues of speech articulation.

To further enhance the robustness and usability of the system, this project incorporates advanced deep learning models such as Convolutional Neural Networks (CNNs) and Long Short-Term Memory (LSTM) networks for spatial-temporal feature extraction. These models enable the system to learn subtle variations in lip dynamics and improve recognition accuracy across different speakers and lighting conditions. Additionally, preprocessing techniques such as face detection, lip segmentation, and frame normalization are applied to ensure reliable input quality.

Keywords: Silent Speech Recognition, Lip Reading Visual Speech Recognition, Human Computer Interaction, Deep learning, Convolutional Neural Network, Long Short-Term Memory, Feature Extraction, Facial Landmark Detection

SIMULTANEOUS REMOVAL OF ANIONIC AND CATIONIC DYES FROM AQUEOUS SOLUTIONS USING NICKEL–IRON LAYERED DOUBLE HYDROXIDE NANOSHEETS

TAJAT Naoual, EL MOUHRI Wail, EL HAYAOUI Widad, NADIF Iliass, TALEBI Jamal, BAKAS Idriss, TAMIMI Malika, ASSABBANE Ali, QOURZAL Samir

Laboratory of applied physical chemistry, Faculty of Sciences Ibn Zohr University, BP 8106 Dakhla, 80060 Agadir, Morocco.

Abstract:

The removal of multiple organic dyes contained in industrial wastewater poses a significant challenge, and the underlying mechanisms involved in their simultaneous removal are still not fully understood. In this work, Nickel–Iron layered double hydroxides nanosheets were successfully synthesized by coprecipitation method at constant pH and were characterized by powder x-ray diffraction, Fourier Transform Infrared Spectroscopy, Scanning Electron Microscopy, Energy Dispersive Spectroscopy, and their effectiveness in removing anionic dyes Remazol Red 23, and Indigo Carmine was investigated by studying several parameters such as initial solution pH, adsorbent dose, dye concentration, and temperature effect. The as-prepared nanocomposite exhibited excellent removal efficiency for Remazol Red 23 and Indigo Carmine reaching the maximum adsorption capacities of 133.04 mg.g⁻¹ and 115.59 mg.g⁻¹, respectively. The simultaneous removal of binary anionic dye mixture was studied and proved the high performance of the synthesized material due to the electrostatic attraction. Also, a cationic dye Basic Yellow 28 was successfully removed when it was added to the binary anionic dyes' mixture, and this was explained by two proposed mechanisms: surface charge modification and the synergetic effect of dyes molecules.

Keywords: *Adsorption · Anionic dyes · Binary system · Cationic dye · Layered double hydroxide*

DATA CAPITALIZATION ON THE ETHNOBOTANICAL USES AND SCIENTIFIC VALIDATION OF *ROSMARINUS OFFICINALIS* L. IN THE CENTRAL PLATEAU OF MOROCCO: FROM TRADITIONAL REMEDY TO THERAPEUTIC VALORIZATION

Jaayefar Fatima-ezzahra^{1*} et Dahmani Jamila¹

¹ Ibn Tofail University, Laboratory of Plant, Animal Productions and Agro-Industry, Kenitra, Morocco
ABSTRACT

Rosmarinus officinalis L., or rosemary (Azir in Morocco), is a characteristic aromatic shrub of the Lamiaceae family, present throughout the Mediterranean basin. This article reviews recent scientific evidence on this important plant resource. Evidence was collected from scientific databases such as PubMed, ScienceDirect, and Web of Science, focusing on phytochemical and pharmacological aspects. The evidence suggests that rosemary is a rich, complex source of bioactive compounds. The majority of biological actions of rosemary are attributed to its main components: carnosic acid, carnosol, and rosmarinic acid, and its essential oil composed primarily of camphor, 1,8-cineole, and α -pinene. The phytochemical profile of rosemary is also largely characterized by phenolic compounds and diterpenes that provide powerful antioxidant activity by neutralizing free radicals and suppressing lipid peroxidation. Rosemary has an exceptionally broad therapeutic potential. Rosemary exerts antitumor activities which promote apoptosis and inhibit cancer proliferation with carnosic acid and carnosol, particularly with breast cancer, colon cancer, and leukemia. Additionally, rosemary has significant anti-infectious activities as its essential oil and phenolic compounds exhibit antibacterial activity (e.g., *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*), antifungal, and antiviral activity. Additionally, rosemary exhibits anti-inflammatory and analgesic properties through the suppression of the synthesis of inflammatory mediators TNF- α and prostaglandins, with potential comparable effects to certain non-steroidal anti-inflammatory agents. Current studies are increasingly exploring its impact on the central nervous system by evidencing neuroprotective, antidepressant, and cognitive function enhancement properties, in addition to effects on the endocrine system, especially blood sugar and lipid profiles. *Rosmarinus officinalis* L. is therefore a multi-faceted plant, containing an established traditional use and a modern current of medicinal benefit that has been verified by scientific literature, for a range of ailments. The valorization of *R. officinalis* L. in the Central Plateau of Morocco as it grows wild, could represent an opportunity for the development of phytomedicine while contributing to the preservation of local knowledge.

Keywords: *Rosmarinus officinalis* L., Rosemary, Central Plateau, Data compilation, Phytochemistry, Biological activity, Antioxidant, Anticancer, Morocco.

NOVEL BENZIMIDAZOLE DERIVATIVE AS CORROSION INHIBITOR FOR MILD STEEL IN 1M HCL: COMBINED EXPERIMENTAL AND THEORETICAL APPROACH

Younesse Amrane^{1*}, Aziz Boutouil¹, Younes Abboud¹

¹ *Laboratory of Physical Chemistry of Applied Materials (LPCMA), Faculty of Sciences Ben M'Sick, University of Hassan II Casablanca, Morocco.*

Abstract

The heterocyclic benzimidazole derivative namely 1,2-bis(1H-benzo[d]imidazol-2-yl) benzene (BMB) was synthesized and evaluated as a corrosion inhibitor for mild steel (MS) in 1 M HCl solution. The inhibition performance was investigated using experimental techniques including potentiodynamic polarization (PDP), electrochemical impedance spectroscopy (EIS) and scanning electron microscopy (SEM). The experimental results showed that BMB exhibited a remarkable inhibition efficiency, reaching 92% at an optimum concentration of 10^{-3} M and 298 K. The potentiodynamic polarization studies revealed that BMB acts as a mixed-type inhibitor. In addition, the adsorption behavior of BMB on the MS surface followed the Langmuir isotherm model, from which various adsorption and thermodynamic parameters were determined. Surface analysis techniques, including SEM, FTIR and UV-visible spectroscopy, confirmed the formation of a protective inhibitor layer on the mild steel surface. The experimental results were corroborated by theoretical studies, including density functional theory (DFT), Projected density of states (PDOS), non-covalent interaction analysis (NCI), and molecular dynamics (MD) simulations, which provided detailed information on the interactions between inhibitor molecules and the mild steel surface. Fukui indices were also calculated to identify the most favorable sites for nucleophilic and electrophilic attack, providing a comprehensive understanding of the inhibition mechanism.

Keywords: Corrosion inhibition; Mild Steel; Mechanism; MD simulation; NCI;

Projected density of states (PDOS) and DFT method.

ON THE n -POWER GRAPH OF FINITELY GENERATED GROUPS G_m

Mina Pirzadeh and Mansour Hashemi

Faculty of Mathematical Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

ABSTRACT

We consider the finitely presented groups G_{mn} as follows;

$$G_{mn} = \langle a, b \mid a^m = b^n = 1, [a, b]^a = [a, b], [a, b]^b = [a, b] \rangle, m, n \geq 2.$$

For integer $n > 1$, the directed n -power graph of a group G is a graph whose vertices are elements of G with an edge from x to y if $y = x^n$. In this paper, we study the n -power graph of G_{mn} .

The power graph $P(G)$ is a graph whose vertices are the elements of the group G , and two vertices are adjacent if one is a power of the other. First, the Power graphs were introduced in [4] by A. V. Kelarev and S. J. Quinn in 2000, and further studied in [1] by I. Chakrabarty, S. Ghosh, and M. K. Sen in 2009.

Definition. Let G be a finite group. For $n > 1$, the n -power graph of the group G , denoted by $P_n(G)$, is a graph with vertex set $V = G$, such that $(x, y) \in E$ if and only if $y = x^n$.

Proposition. Let $G = G_{mn}$. The

- (1) $G' = \langle [x, y] \rangle$.
- (2) Every element of G is in the form $a^i b^j g$ where $0 \leq i \leq m-1, 0 \leq j \leq n-1$ and $g \in G'$.
- (3) $Z(G) = \langle a, b, c \mid a^{m/d} = b^{n/d} = c^d = [a, b] = [a, c] = [b, c] = 1 \rangle$.

For the particular case, consider $m = n$ then for $m \geq 2$ we get

$$G_m = G_{mm} = \langle a, b \mid a^m = b^m = 1, [a, b]^a = [a, b], [a, b]^b = [a, b] \rangle.$$

Lemma. Let $G = G_m$. Then

- (1) Every element of G can be written uniquely in the form $a^r b^s [b, a]^t$ where $0 \leq r, s, t \leq m-1$.
- (2) $Z(G) = G' = \langle [a, b] \rangle$ and $|Z(G_m)| = m$.
- (3) $|G| = m^3$.

Proposition. Let $G = G_m$ and $x \in G$. For integers $m, n \geq 2$, we have

$$x^n = a^{nr} b^{ns} [a, b]^{nt - \frac{n(n-1)}{2} rs}.$$

These results can be checked for small values of m by MATLAB.

Keywords : Finite groups, nilpotent groups, power graph.

REFERENCES

- [1] I. Chakrabarty, S. Ghosh and M. K. Sen, Undirected power graphs of semigroups, *Semigroup Forum*, 78 (2009), 410-426. 30, 45, 46, 61, 64, 69.
- [2] M. Hashemi , M. Pirzadeh, A generalization of the n^{th} - commutativity degree in finite groups, *Journal of Computational Sciences and Engineering* , 1 (2022), no. 2, 33-40.
- [3] M. Hashemi, M. Pirzadeh and S. A. Gorgian, S. A., Some numerical results on the wreath product of Z_p and Z_{p^n} *Mathematical Sciences*, 15 (2024), 253–258.
- [4] G. A. Jones, J. M. Jones, *Elementary Number Theory*, Springer, New Delhi, 2005. 30, 64.

DEMENTIA VIRTUAL MEMORY APPLICATION**Archana.S.Ramarap^{1*}, Ch.Sunil Kumar², Syeda Hifsa Naaz³,Juveria Nargis.⁴**

Department of CSE(Artificial Intelligence and Machine Learning), Bharat Institute of Engineering and Technology,Mangalpally(v),Ibrahimpatanam,Hyderabad,501510

Abstract

A web application version of the Dementia Virtual Memory Application is designed to assist individuals with dementia by providing a virtual memory aid that can be accessed easily through any web browser. This platform allows users to store and view personalized memory content, including photo galleries, videos, and voice notes, helping them retain and recall important personal information.

The app includes features like daily task reminders and medication alerts to support routine management, while a digital diary function enables users to document daily experiences, further aiding memory retention. Caregivers benefit from remote access capabilities, allowing them to update information, monitor the user's progress, and set necessary reminders from a distance. The user interface prioritizes simplicity and accessibility, including large buttons, clear labels, and customization themes for font size and color. This designed to accommodate cognitive impairments and varying digital literacy, making it easy to navigate.

Overall, the Dementia Virtual Memory web app combines memory preservation, cognitive stimulation, daily task management, safety, and caregiver support into an integrated and secure digital solution designed to improve life quality for dementia patients and their families.

Keywords: *MERN Architecture, RESTful API Framework, JWT-Based Authentication*

HEALTH IMPLICATIONS OF RICE IRRIGATED WITH TREATED WASTEWATER IN SEMI-ARID NORTH AFRICA

Ahmed Osmane^{1, 2*}, Khadija Zidan^{3, 4}, Moustapha Belmouden¹

¹Laboratory of Organic Chemistry and Physical Chemistry (Fundamental and Applied Chemistry) Faculty of Sciences, Agadir University Ibn Zohr

²Laboratory of Biomolecular and Medicinal Chemistry, Faculty of Science Semlalia, University Cadi Ayyad, Marrakech, Morocco.

³National Center for Studies and Research on Water and Energy (CNEREE), Cadi Ayyad University, Marrakech, Morocco.

⁴Laboratory of Water, Biodiversity and Climate Change, Faculty of Sciences Semlalia, Cadi Ayyad University, Marrakech, Morocco

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0246-2885>

Abstract

The objective of this study was to investigate the effects of irrigating rice a major food source and an excellent provider of essential nutrients such as protein, carbohydrates, fat, minerals, and bioactive compounds with treated wastewater on its physiological and agronomic traits. A five-month experiment compared the use of raw urban wastewater (RWW) and treated urban wastewater (TWW) from a Trickling Filter (TF) process with well water (WW) as a control. Irrigation suitability was assessed based on the sodium adsorption ratio (SAR), sodium percentage (Na%), and residual sodium carbonate (RSC), with results confirming that all water types were suitable for irrigation. Agro-physiological and biochemical crop parameters were also evaluated. The highest rice productivity and leaf area were observed under RWW and TWW irrigation compared to WW. Additionally, macro-elements (TP, TKN, and K) in rice were higher with RWW than with TWW and WW. In contrast, plants irrigated with well water accumulated more Ca, Na, and Mg than those irrigated with RWW or TWW. Micronutrient concentrations were relatively similar across all water treatments. Total chlorophyll content was highest under well water irrigation. However, biochemical parameters such as protein and sugar content were negatively affected in rice irrigated with RWW compared to TWW and WW. Furthermore, the use of treated urban wastewater improved soil physicochemical properties and fertility relative to well water, thereby supporting enhanced crop productivity.

Keywords: Maize ; irrigation; treated wastewater reuse; physiological proprieties; Trickling Filter.

BIOCHAR PREPARATION AT LABORATORY SCALE WITH LARGE-SCALE VALIDATION

Younes Beddach, Imad Rabichi, Fatima Ezzahra Yaacoubi, Zaina Izghri, Abdelaziz Ounas, Abdelrani Yaacoubi, Abdelaziz Bacaoui.

Laboratory of Applied Chemistry and Biomass, Department of Chemistry, Faculty of Sciences
Semlalia, Cadi Ayyad University, BP 2340, Marrakech, Morocco.

Abstract:

This study compares biochar production at the laboratory and pilot scales, focusing on its relevance for agroecological agriculture and the sustainability of production systems. At the laboratory scale, precise control over pyrolysis conditions enables detailed analysis of how temperature and biomass type affect biochar properties. These experiments generate essential insights for optimizing biochar as a soil amendment to improve fertility, soil structure, and water retention, while stimulating beneficial microbiological activity. At the pilot scale, biochar yields are substantially higher (33 to 68%) compared to conventional techniques (10 to 22%). Biochar produced notably from olive stones shows a low H/C ratio, high stable organic carbon content, and, when activated, increased specific surface area and porosity facilitating nutrient retention and carbon sequestration. Enhanced electrical conductivity and ash content help regulate soil–plant–microorganism interactions, which are crucial to agroecological resilience. Integrating results from both scales opens possibilities for designing tailored biochars, sustaining durable improvements in agroecosystems, promoting natural fertility, stabilizing yields, and valorizing local resources in agroecological farming systems.

Keywords: Biochar, pilot-scale, Soil health, Carbon sequestration, IBI-EBC

ELUCIDATING DRUG SURFACTANT INTERACTIONS AND MECHANISTIC INSIGHTS FOR ENHANCED PARTITIONING AND DRUG DELIVERY**Madiha Anwar¹, Muhammad Usman¹, Hassan Manzoor¹**¹ Department of Chemistry, Government College University, Faisalabad-38000, Pakistan**Abstract**

This study investigates the role of two commonly used surfactants, Triton X-100 (TX-100) and Tween-80, in enhancing the solubility of the NSAID (derivative of naproxen 1-NO). NSAID's poor water solubility limits its bioavailability and therapeutic efficacy, presenting a challenge for effective drug delivery. Surfactants like TX-100, a nonionic surfactant with an aromatic ether group, and Tween-80, a nonionic surfactant composed of a polyoxyethylene sorbitan ester, are known for their ability to improve drug solubility by reducing surface tension and forming micelles. In this study, the solubility of NSAID (1-NO) was analyzed in aqueous solutions of varying concentrations of TX-100 and Tween-80. The results demonstrated a significant increase in NSAIDs solubility with the addition of both surfactants, with Tween-80 showing a more pronounced effect at lower concentrations. The enhancement in solubility is attributed to the formation of micelles by the surfactants, which encapsulate the hydrophobic drug molecules, thereby increasing their aqueous solubility. This research highlights the potential of TX-100 and Tween-80 as solubilizing agents in pharmaceutical formulations, offering a promising approach to improving the bioavailability of NSAID. The findings suggest that surfactant-based strategies could be effectively employed to enhance the therapeutic efficacy of poorly soluble drugs.

YAPAY ZEKÂNIN EĞİTİME KATKILARI: ÖĞRETMEN ADAYLARININ OLUMLU GÖRÜŞLERİNE DAYALI BİR ARAŞTIRMA

Doç. Dr. Okan SARIGÖZ

Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Education, Department of Educational Sciences, 31060

Antakya, Hatay

ORCID ID: 0000-0002-1616-9789

ÖZET

Yapay zekâ, oldukça hızlı gelişen ve sonunun nereye varacağı belli olmayan eğitim sistemlerinin işleyişini, gelişimini, sürecini ve tasarımını hem öğretmen hem de öğrenci açısından olumlu yönde değiştiren, geliştiren ve tasarlayan teknolojik bir yapıdır. Bu teknolojik bileşenler hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin eğitime olan bakış açılarını çok kısa bir zamanda ciddi anlamda değiştirmiştir. Eğitim alanında üretken bir yapıya sahip olan ve eğitimle ilgilenen herkese farklı bakış açıları kazandıran yapay zeka, eğitimde köklü bir revizyonun ya da değişimin başlangıcı olmuştur. Yapay zeka eğitim alanında araştırmacılara fikir vermenin yanında yaratıcılığı destekleme, öğretimi tasarlama, ölçme ve değerlendirme, çözüm yolları arama ve mesleki gelişim gibi birçok alanda yardımcı ve yol gösterici bir rol üstlenmiştir. Bu araştırmanın amacı, öğretmen adaylarının yapay zeka hakkındaki olumlu görüşlerini belirleyebilmektir. Araştırmanın çalışma grubunu, 2025-2026 öğretim yılı Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Eğitim Fakültesinde okuyan öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırmada öğretmen adaylarının yapay zekaya ilişkin olumlu yöndeki görüşlerini belirleyebilmek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilmiş olan ve 3 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış bir görüşme formu geliştirilmiş ve veri toplama aracı olarak araştırmada kullanılmıştır. Nitel olarak yürütülen araştırmada yöntem olarak olgubilim modeli kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, yapay zekanın eğitim öğretimi kolaylaştırdığı, eğitim öğretimdeki etkililiği ve verimi arttırdığı, motivasyon ve odaklanmayı arttırdığı, bireyleri dijital teknolojiyi kullanmaya sevk ettiği ve eğitimdeki maliyetleri azalttığı gibi sonuçlara ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapay zeka, makine öğretisi, eğitim sistemi, öğretmen adayı

THE POSITIVE ASPECTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FROM STUDENTS' PERSPECTIVES

ABSTRACT

Artificial intelligence is a technological construct that rapidly evolves and whose future trajectory remains uncertain; it positively transforms, enhances, and designs the functioning, development, processes, and structure of educational systems from both teacher and student perspectives. These technological components have significantly altered, in a very short time, the perspectives of both teachers and students toward education. Possessing a productive structure within the field of education and offering diverse perspectives to all individuals

interested in educational processes, artificial intelligence has become the starting point of a fundamental revision or transformation in education. In addition to inspiring researchers in the field, artificial intelligence has assumed a supportive and guiding role in areas such as fostering creativity, designing instruction, assessment and evaluation, seeking solutions, and professional development. The aim of this study is to identify prospective teachers' positive views on artificial intelligence. The study group consists of preservice teachers enrolled in the Faculty of Education at Hatay Mustafa Kemal University during the 2025–2026 academic years. To determine the positive opinions of preservice teachers regarding artificial intelligence, a semi-structured interview form comprising three questions was developed by the researcher and utilized as the data collection tool. The study, conducted qualitatively, employed a phenomenological research design. The findings of the research indicate that artificial intelligence facilitates teaching and learning, enhances effectiveness and efficiency in educational processes, increases motivation and concentration, encourages individuals to use digital technologies, and reduces educational costs.

Keywords: Artificial intelligence, machine learning, educational system, preservice teacher

1. INTRODUCTION

In the last decade, during which digital transformation has gained significant momentum, artificial intelligence (AI) has become one of the leading technological components transforming the functioning of educational systems, pedagogical design, and learner experience (Bulut et al., 2024). Subfields such as machine learning, natural language processing, computer vision, and generative AI offer concrete contributions in areas such as the personalization of learning processes, acceleration of assessment and feedback cycles, strengthening of data-driven decision-making mechanisms, and enhancing inclusivity in education (Kaya & Köseoğlu, 2024). In this context, AI is regarded not merely as a technological innovation but as a multilayered transformative dynamic that simultaneously influences instructional design, assessment practices, school administration, and teachers' professional development (Küçükkara et al., 2024).

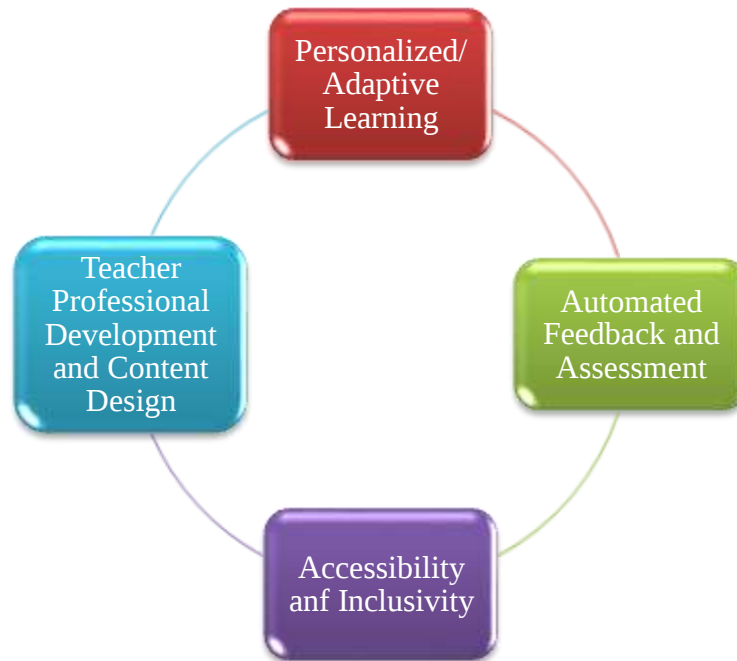


Figure 1. Positive Impacts of Artificial Intelligence in Education

One of the most prominent positive effects of AI in education is the provision of personalized and adaptive learning opportunities (Dobrovská & Vaněček, 2021; Hwang et al., 2022). Adaptive learning systems and intelligent instructional environments can dynamically adjust content delivery and practice difficulty by analyzing indicators such as students' readiness levels, error patterns, and learning pace (Seyrek et al., 2024). In this way, the principles of differentiated instruction become applicable even in large student groups, thereby supporting learner autonomy and long-term retention (Bulut et al., 2024).

AI-based automated feedback and assessment tools—such as short-answer scoring, written expression analysis, and formative feedback suggestions—save teachers' time spent on routine assessment tasks and allow them to redirect their efforts toward higher-level pedagogical activities, including in-depth feedback, individualized guidance, and learning support beyond classroom hours (Baker et al., 2019; Seyrek et al., 2024; Yao & Yang, 2020). The integration of AI with learning analytics strengthens the culture of data-driven decision making at the school and classroom levels (Boztepe, 2025). Insights derived from indicators such as absenteeism, achievement curves, misconceptions, and interaction patterns can be used to design early warning systems, plan timely and targeted interventions, and ensure the equitable distribution of resources (Çavuş, 2024). In terms of accessibility and inclusivity, AI enhances the participation of learners with disabilities or language barriers through text-to-speech technologies, distance education, live and online classes (Sarigoz et al., 2015), real-time

captioning, language support (Sarigoz & Özkara, 2015), and audiovisual accommodations, thereby reinforcing the implementation of universal design principles in classrooms (Bulut et al., 2024).

From a professional development perspective, AI-based content recommendation systems, micro-learning modules, and lesson-design assistants enrich teachers' pedagogical content knowledge and improve curriculum alignment, material diversity, and assessment consistency (Kaya & Köseoğlu, 2024). Generative AI tools accelerate time-consuming processes such as drafting instructional materials, producing rubrics, and generating sample questions, thereby highlighting teachers' creative and relationship-oriented roles (Chen et al., 2020; Luckin et al., 2016). When combined with AI's monitoring and adaptive capabilities, augmented/virtual reality and simulation-based learning experiences enable safe, scalable, and cost-effective delivery of learning experiences that are risky, expensive, or difficult to access, such as laboratory work, fieldwork, and clinical practice. Therefore, when used consciously, AI is a system that facilitates and positively enhances human life.

2. METHOD

2.1 Research Design

This study was conducted using the phenomenological design, which is one of the qualitative research methods. Phenomenology is the most suitable qualitative research design for researchers who aim to examine individuals' experiences, explore how they make sense of their lives, reveal the relationship between events and how individuals interpret them, investigate how they experience the essence of a particular phenomenon, and identify commonalities among individuals (Ceylan Çapar & Ceylan, 2022).

2.2 Study Group

The study group consisted of pre-service teachers enrolled in various departments of the Faculty of Education at Hatay Mustafa Kemal University during the 2025–2026 academic year. Participants were selected using the convenience sampling technique, which is one of the purposive sampling methods. In convenience sampling, a sufficient number of elements are selected from existing ones, and therefore, this method is also referred to as chance, incidental, or accidental sampling (Singleton & Straits, 2005).

2.3 Data Collection Tool

The data required for the research were collected using a semi-structured interview form developed by the researcher, consisting of three open-ended questions. The participants were asked the following questions in the form:

1. What are the contributions of AI to the teaching process?
2. What are teachers' experiential perceptions regarding the use of AI?
3. What advantages does AI offer to education?

2.4 Data Analysis

The data collected through the data collection tool were analyzed using content analysis. Participants' statements were coded, themes were created, the findings were interpreted, and presented in tables. To ensure the reliability of the study, participants' statements were supported with direct quotations, and expert opinions were obtained for the research.

FINDINGS

In the findings section of the study, the positive views of teacher candidates regarding the contributions of AI to education are presented in thematic form.

In the table of questions 1 of the semi-numerical interview formulas developed for the purpose of collecting research pieces, the 1st question is given in the 1st and 2nd grades, the 2nd question is given in the 3rd and 4th grades, and the 3rd question is given in the 5th, 6th and 7th categories.

Table 1. Teacher Candidates' Positive Views on the Contributions of Artificial Intelligence to Education

Theme	Description	Sample Participant Statements
1. Facilitation of the Instructional Process	AI significantly facilitates instructional processes by accelerating lesson planning, material development, activity design, and assessment tasks. It reduces teachers' workload, allowing more time for student interaction and higher-quality pedagogy.	K3: "Thanks to AI, preparing a lesson plan is much faster; something that used to take hours now takes minutes." K7: "AI provides various activity examples and eases the preparation process."
2. Increased Effectiveness and Efficiency	AI improves process efficiency by enabling quick monitoring of student progress and offering rapid feedback. AI-supported analyses help identify students' strengths and weaknesses, contributing to targeted instructional strategies.	K1: "I can immediately see where a student struggles with AI-supported tools." K5: "AI-generated rubrics and automatic feedback make evaluation far more efficient."
3. Increased Motivation and Focus	AI contributes to higher student engagement through interactive, fun, and visually supported learning environments. Gamification and personalized feedback strengthen motivation and attention.	K6: "Gamified activities keep students' interest alive." K9: "Personalized AI feedback motivates students and makes them happy."
4. Increased Use of Digital Technologies	AI encourages more frequent technology use, improving digital literacy for both teachers and students. It strengthens adaptation to digital innovations and modernizes classroom environments.	K2: "Since using AI tools, I create digital materials more comfortably." K4: "AI makes the classroom more modern and dynamic."
5. Reduced Costs	AI reduces long-term educational costs by decreasing reliance on printed materials and enabling virtual labs, particularly benefiting disadvantaged regions.	K1: "Digital materials reduce printing costs and speed up processes." K8: "AI-supported simulations eliminate the need for expensive lab equipment."
6. Supporting Creativity	AI enhances creativity by generating ideas for activities, helping with storytelling,	K4: "AI suggests creative ideas I wouldn't think of." K7: "Story starters from AI increase students' creativity."

Theme	Description	Sample Participant Statements
	brainstorming, project design, and problem-solving.	
7. Supporting Individualized Learning	AI provides personalized learning paths tailored to each student's level and pace. It supports struggling students and challenges advanced learners, making differentiation easier.	K8: "AI suggests level-appropriate activities for different student levels." K9: "AI feedback adjusts to the student's learning pace, offering extra support."

From the findings of the study, it can be concluded that artificial intelligence offers significant pedagogical, managerial, and affective opportunities for teacher candidates. The participants' views indicate that they perceive the use of AI in education not as a "necessity" but as a natural component of contemporary education. In this sense, the findings support the idea that AI will become an important part of the teaching profession in the future.

4. RESULTS and RECOMMENDATIONS

Results

This study comprehensively revealed teacher candidates' perceptions of the positive contributions of artificial intelligence (AI) to education. According to the opinions of the teacher candidates, AI plays a decisive role in the development of contemporary education systems and reshapes the teaching-learning processes both functionally and pedagogically.

According to the study's findings, one of the most significant contributions of AI is its facilitation of instructional processes. Teacher candidates stated that AI tools reduce teachers' workload in time-consuming areas such as lesson planning, content creation, and assessment, enabling teachers to use their guiding role more effectively. This directly contributes to teachers' ability to prepare more creative, well-planned, and student-centered learning environments. Additionally, AI allows for personalized instruction, enabling each student to progress at their own learning pace.

In terms of effectiveness and efficiency, the learning analytics tools provided by AI contribute to making the process more scientific and measurable. Participants noted that these tools allow for more accurate evaluation of students' performance and enable teachers to provide faster and more effective feedback. These analyses both enhance student achievement and optimize the teaching process.

Findings regarding motivation and focus indicate that AI-supported learning environments are highly effective in increasing student engagement. The use of interactive materials, gamified content, personalized feedback, and multimedia-supported tools significantly increases student participation, which in turn improves the retention of learning.

Participants also emphasized that AI promotes the use of digital technologies, helping teachers develop their digital literacy skills. In an era where education systems are increasingly

digitalized, teachers' proficiency in these technologies is important for both professional development and classroom management.

Cost reduction emerged as an unexpected but significant advantage of using AI. Through the widespread availability of digital content and increased automation possibilities, AI provides both financial and time savings.

Overall, this study shows that teacher candidates have a positive view of AI technologies and believe that these technologies have a transformational power in education. In this era of digitalized education, the integration of AI in education appears inevitable, and teachers' adaptation to these technologies contributes to the adoption of new pedagogical approaches.

Recommendations

1. In-service training programs for teacher candidates based on artificial intelligence (AI) should be increased.
2. Courses on AI and educational technologies should be made mandatory in faculties of education.
3. The use of AI-based assessment and evaluation tools should be integrated into curricula.
4. AI-supported learning materials should be developed to accommodate students' individual differences.
5. Data privacy standards should be established to ensure the security of AI-supported learning environments.
6. User-friendly interfaces should be created to facilitate teachers' integration of AI applications into the classroom.
7. AI-based gamification tools that enhance student motivation should be widely implemented.
8. Research projects that promote AI-teacher collaboration should be encouraged in universities.
9. Accessibility of AI tools should be increased to support schools in disadvantaged regions.

KAYNAKÇA

- Baker, T., Smith, L., & Anissa, N. (2019). *Educ-AI-tion rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges*. Nesta Foundation.
- Boztepe, C. (2025). Eğitimde yapay zekâ uygulamaları: Fırsatlar, sınırlılıklar ve etik tartışmalar. *Dumlupınar Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 98–121.
- Bulut, M. A., Davarcı, M., Bozdoğan, N. K., & Sarpkaya, Y. (2024). Yapay zekânın eğitim üzerindeki etkileri. *Ulusal Eğitim Dergisi*, 4(3), 976–986.
<https://www.uleder.com/index.php/uleder/article/view/498>
- Ceylan Çapar, M., & Ceylan, M. (2022). Durum çalışması ve olgubilim desenlerinin karşılaştırılması. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(Özel Sayı 2), 295–312.
- Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G. J. (2020). Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100002.

- Çavuş, M. N. (2024). Eğitimde yapay zekâ tabanlı ölçme ve değerlendirme üzerine bir derleme. *International Journal of English for Specific Purposes*, 2(1), 39–54.
- Dobrovská, D., & Vaněček, D. (2021, February). Implementation of augmented reality into student practical skills training. In *International Conference on Intelligent Human Systems Integration* (pp. 212–217). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68017-6_32
- Hwang, G., Tu, Y., & Tang, K. (2022). AI in online-learning research: Visualizing and interpreting the journal publications from 1997 to 2019. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 23(1), 104–130. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v23i1.6319>
- Kaya, M., & Köseoğlu, Z. (2024). Geleceğin eğitimi şekillendirmek: Öğretmen yardımcısı yapay zekâ. *Pearson Journal*, 8(29), 1555–1578. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13384238>
- Küçükara, M. F., Ünal, M., & Sezer, T. (2024). Okul öncesi eğitimi öğretmenlerinin yapay zekâyâ ilişkin görüşleri. *Temel Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 17–28.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.
- Sarıgöz, O., Cengiz, M. Ş., & Koca, M. (2015). The evaluation of attitudes and views of preservice teachers on quantum-based learning. *International Peer-Reviewed Journal of Humanities and Academic Science*, 4(12), 114-128. <http://10.17368/UHBAB.2016128914>
- Sarıgöz, O., & Özkara, Y. (2015). The critical pedagogy and principles about teacher candidates investigation interms variations of some opinions. *Journal of International Social Research*, 8(39), 710-716.
- Seyrek, M., Yıldız, S., Emeksiz, H., Şahin, A., & Türkmen, M. T. (2024). Öğretmenlerin eğitimde yapay zekâ kullanımına yönelik algıları. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 11(106), 845–856. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11113077>
- Singleton, R. A., & Straits, B. C. (2005). *Approaches to social research* (4th ed.). Oxford University Press.
- Yao, K., & Yang, H. (2020). Research on the integration of artificial intelligence and education. *Education Reform and Development*, 2(2), 994–997. <https://doi.org/10.26689/erd.v2i2.2062>

YAPAY ZEKÂNIN EĞİTİMDEKİ OLUMSUZ ETKİLERİNE İLİŞKİN ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİ

Doç. Dr. Okan SARIGÖZ

Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Education, Department of Educational Sciences, 31060 Antakya, Hatay

ORCID ID: 0000-0002-1616-9789

ÖZET

21. yüzyıl teknolojinin olumlu ya da olumsuz çok farklı açılardan birçok alana damgasını vurduğu bir dönem olmuştur. Bu dönemde yapay teknolojinin ve dijitalleşmenin bir araya gelmesiyle yapay zeka ortaya çıkmış ve bu yapı tüm insanlığa yapay kolaylıklar getirmiştir. Özellikle eğitim alanında yapılan bu kolaylıklar suni bir öğrenmeyi de beraberinde getirmiş ve eğitim alanında öğrencilerin öğrenme yetenekleri böylelikle zedelenmiştir. Yapay zekanın etkisiyle bilişsel alanda meydana gelen tembelleşme ise beraberinde dijital bağımlılık hastalığını getirmiştir. Öğrencilerin ödevlerini yapay zekaya yaptırması veya otomatik ödev sistemlerinin etkisiyle ödevlerin yaptırılması öğrencilerin eleştirel düşünme, objektif düşünme, problem çözme ve yaratıcı düşünme gibi becerilerini zamanla zayıflatmaya başlamıştır. Dahası yapay zekanın sınıf içi dinamiklere yansması ise öğretmen-öğrenci ve öğrenci-öğrenci etkileşiminin zayıflamasına neden olmuştur. Bu araştırmanın amacı, devlette aktif olarak görev yapan öğretmenlerin yapay zeka hakkındaki olumsuz görüşlerini belirleyebilmektir. Araştırmanın çalışma grubunu, 2025-2026 öğretim yılı Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Eğitim Programları ve Öğretim anabilim dalında yüksek lisans yapan öğretmenler oluşturmaktadır. Araştırmada öğretmen adaylarının yapay zekaya ilişkin sınırlı/olumsuz görüşlerini belirleyebilmek amacıyla araştırmacı tarafından 3 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış bir görüşme formu geliştirilmiş ve veri toplama aracı olarak araştırmada kullanılmıştır. Nitel olarak yürütülen araştırmada yöntem olarak olgubilim modeli kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, yapay zekanın eğitimde; öğrenme eşitsizlikleri ve algoritmik önyargılar oluşturabileceği, toplumsal önyargılar oluşturabileceği, öğrenme sürecinde bilişsel tembelleşme ve bağımlılığı artırabileceği, fırsat eşitliğini ortadan kaldırabileceği, toplumda yeni bir dijital sınıf oluşturabileceği gibi sonuçlara ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapay zeka, dijitalleşme, suni öğrenme, makine öğretisi

THE NEGATIVE IMPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR EDUCATION

ABSTRACT

The 21st century has been a period in which technology has left its mark on many fields from various perspectives, both positively and negatively. During this period, the integration of artificial technologies with digitalization gave rise to artificial intelligence (AI), which has

introduced numerous artificial conveniences to humanity. Particularly in the field of education, these conveniences have also brought about an artificial form of learning, thereby impairing students' learning abilities. The cognitive laziness emerging as a result of AI use has also led to digital addiction disorders. Students relying on AI to complete their assignments or the increasing use of automated homework systems has gradually weakened their critical thinking, objective reasoning, problem-solving, and creative thinking skills. Moreover, the reflection of AI on classroom dynamics has weakened teacher–student and student–student interactions. The aim of this research is to identify the negative views held by teachers actively working in public schools regarding artificial intelligence. The study group consists of teachers enrolled in the Master's Program in Curriculum and Instruction at Hatay Mustafa Kemal University, Institute of Social Sciences, during the 2025–2026 academic year. A semi-structured interview form composed of three questions was developed by the researcher to reveal teachers' limited or negative views on AI and was used as the data collection tool. The study employed a qualitative research approach and used the phenomenological design. Findings indicate that AI may lead to learning inequalities, algorithmic biases, reinforcement of social prejudices, increased cognitive laziness and dependency, the elimination of equal opportunity, and the emergence of a new digital class structure.

Keywords: Artificial intelligence, digitalization, artificial learning, machine instruction

1. INTRODUCTION

In the 21st century, education systems have undergone a rapid transformation through digital technologies, particularly artificial intelligence (AI) applications. From learning management systems to intelligent lesson planning, automated assessments, and personalized learning analytics, AI offers significant conveniences at various stages of instructional processes. However, this virtual and artificial technological advancement also introduces new ethical, pedagogical, and social risks in education. Discussing not only the potential benefits of AI but also its possible negative consequences is critical for building a sustainable and equitable vision of digital education (Selwyn, 2019; Holmes et al., 2022).

One of the most pressing concerns related to AI in education is the risk of learning inequalities and algorithmic biases. AI models are trained on datasets that may reflect existing social biases, which can reproduce inequalities among students. For example, data-driven student evaluation systems may generate biased predictions based on historical academic performance, thereby disadvantaging certain groups (Williamson & Eynon, 2020). Such bias undermines educational

equity and restricts students from realizing their full potential. Research suggests that more than 80% of AI algorithms contain some form of data bias (Buolamwini & Gebru, 2018).

Another important issue is the increase in cognitive laziness and dependency in the learning process. Excessive use of AI-based tools such as ChatGPT, Grammarly, and automated assignment systems may weaken learners' critical thinking, problem-solving, and creative production skills (Kasneci et al., 2023; Yahya et al., 2024). Studies show that students who heavily rely on generative AI tools exhibit higher levels of procrastination, reduced motivation, and lower academic performance. This shift leads students toward superficial information processing and weakens "learning-to-learn" skills (Luckin et al., 2016).

AI also raises concerns regarding privacy and data security. The large-scale collection and analysis of students' personal data (achievement, behaviors, learning patterns, etc.) pose risks of data breaches, unauthorized data sharing, and surveillance. These issues especially threaten children's and adolescents' "digital privacy rights," prompting significant ethical debates. The lack of transparency in AI systems and the limited user control over personal data have fueled discussions on "digital exploitation" (Cerrillo-i-Martínez, 2020; Floridi et al., 2018; Williamson & Piattoeva, 2022).

The impact of AI on classroom dynamics has also been observed as a reduction in teacher–student interaction. Human interaction supports the emotional, social, and motivational dimensions of learning; however, AI-based tools may diminish this human aspect, rendering the educational process more mechanical. Research indicates that AI-powered learning assistants fail to replicate the "human touch," do not adequately respond to students' emotional needs, and may reduce motivation (Aoun, 2017; Selwyn, 2019; Zawacki-Richter et al., 2019). The digital divide in access to AI technologies also threatens educational inclusion. While some schools benefit from advanced technological infrastructure, students in rural or economically disadvantaged regions may not have such access. This deepens existing socio-economic disparities and may lead to a "new digital stratification" in education (Eynon, 2021).

Thus, the integration of AI in education is not merely a technological innovation, but a multifaceted transformation involving ethical, pedagogical, and administrative dimensions. Recognizing the negative implications of this process is essential for adopting "human-centered digitalization" in future education policies (Holmes et al., 2022; UNESCO, 2023).

2. FINDINGS

In the findings section of the study, teachers' negative views regarding the impacts of artificial intelligence on education are presented in a thematic structure.

In the table of the semi-structured interview form developed to collect research data, Question 1 corresponds to themes 1., 2. and 3; Question 2 corresponds to themes 4., 5. and 6; and Question 3 corresponds to themes 7., 8, and 9.

Table 1. Teachers' Views on the Negative Impacts of Artificial Intelligence on Education

Theme	Description	Sample Participant Statements	Possible Solution
1. Learning Inequalities	AI algorithms may reproduce data biases, negatively affecting the academic performance of some students.	T2: "Some students are evaluated as performing poorly by AI, which feels unfair." T5: "I feel the AI system constantly leaves some students behind."	Increase data diversity in AI systems and minimize algorithmic biases.
2. Algorithmic and Social Biases	AI can reinforce existing social biases in education.	T1: "AI seems biased against certain groups; this lowers these students' motivation." T4: "The data reflect social biases, and students are negatively affected by this."	Ensure algorithm transparency and develop bias detection mechanisms.
3. Cognitive Laziness	Excessive use of AI tools weakens critical thinking and problem-solving skills.	T5: "Students rely on AI all the time and stop thinking for themselves." T7: "Instead of producing their own solutions, they get ready-made answers from AI, which dulls their thinking abilities."	Limit AI usage and design tasks that support active thinking processes.
4. Digital Dependency	Excessive dependency on AI increases low motivation and procrastination.	T2: "Some students cannot do their homework without AI, creating a serious dependency." T8: "Students heavily dependent on AI struggle to focus in class."	Provide digital literacy and time management training to reduce dependency.
5. Weakening of Classroom Interaction	Teacher-student and student-student interactions decrease.	T1: "AI usage makes the classroom more mechanical and reduces human interaction." T6: "Students now turn to AI during group work and communicate less with each other."	Use AI as a complementary tool and plan interaction-focused activities.
6. Motivation and Participation Issues	Students who achieve quick results through AI may not actively participate in class.	T3: "They can do everything with AI; their interest and motivation in the lesson decrease." T5: "Students trust AI and do not want to contribute to the lesson."	Increase motivation through gamification and project-based learning.
7. Opportunity Inequality and Digital Classroom	Differences in access to technology may lead to the formation of a new digital classroom.	T2: "Wealthy schools have better AI tools, leaving disadvantaged students behind." T4: "Students in rural areas cannot use AI, which creates a large gap."	Strengthen digital infrastructure in rural and disadvantaged areas and ensure equal access.
8. Ethical and Privacy Risks	Students' personal data pose risks regarding data security and privacy.	T7: "Students have no control over their data; there are security concerns." T9: "AI systems are not transparent, and students do not know how much data is being collected."	Establish data privacy standards and ensure transparency in student data.
9. Weakening of Creative and Critical Production Skills	Excessive use of AI tools reduces students' creative and independent production skills.	T3: "Students now rely on AI for ready-made answers instead of producing their own ideas, which kills creativity." T6: "In projects, students use AI to copy content instead of working originally."	Make creative thinking and project-based learning activities mandatory.

When Table 1 is examined, it becomes evident that teachers' views on the negative effects of artificial intelligence in education are presented comprehensively and thematically. The issues most frequently emphasized by teachers encompass both pedagogical and sociotechnical dimensions, including learning inequalities, algorithmic biases, cognitive laziness, and digital dependency. In particular, concerns regarding learning inequalities indicate that AI algorithms may deepen disparities among students due to data-driven biases. Similarly, teachers' frequent references to students' tendency to "receive ready-made answers" within the theme of cognitive laziness point to a noticeable decline in students' critical thinking and problem-solving abilities. The themes of digital dependency, decreased motivation, and reduced classroom interaction demonstrate that the excessive and unregulated use of AI negatively affects students' affective learning processes. The emphasis on ethical and privacy risks also reveals that teachers are aware not only of pedagogical implications but also of issues related to data security and digital rights. Finally, the decline in creativity and original production suggests that AI use in education should be limited and supported through pedagogical guidance. Overall, these findings clearly underscore the importance of using AI in education in a responsible and balanced manner.

3. METHOD

3.1. Research Design

This study was conducted within the framework of qualitative research to explore teachers' perceptions of the negative effects of artificial intelligence (AI) in education. The phenomenological design was preferred, as it aims to reveal individuals' experiences, perceptions, and interpretations concerning a specific phenomenon. Teachers' experiences, observations, and personal encounters regarding AI use in educational settings formed the core of the investigation.

3.2. Study Group

The study group consists of 14 teachers who are enrolled in the Master's Program in Curriculum and Instruction at Hatay Mustafa Kemal University during the 2025–2026 academic year and are actively employed in public schools. Participants were selected using criterion sampling. The criteria included having at least three years of teaching experience and having interacted with AI-based applications in educational environments. To ensure anonymity, teachers were coded as T1, T2, T3 ... T14.

3.3. Data Collection Tool

Data were collected using a semi-structured interview form developed by the researcher, consisting of three open-ended questions. Content validity was ensured through expert review

(two field experts and one assessment and evaluation specialist). The questions were designed to reveal teachers' experiences concerning the negative impacts of AI on classroom interaction, student achievement, ethical risks, dependency, and learning processes. Interviews were conducted both online and face-to-face, lasting 20–30 minutes each, and were recorded and transcribed with participants' consent.

3.4. Data Analysis

The data were analyzed using descriptive and content analysis methods. Interview transcripts were read carefully, meaning units were coded, and the codes were grouped under themes. Each theme was supported with direct quotations from participants. Coding reliability was ensured by having an additional researcher review the codes, resulting in 92% agreement.

4. CONCLUSION AND DISCUSSION

The findings indicate that AI creates various negative effects in educational environments, particularly in pedagogical, social, and ethical dimensions. Teachers emphasized that uncontrolled and uninformed use of AI harms students' cognitive, affective, and social development, a finding that aligns with previous research.

Teachers expressed concerns that AI algorithms may increase inequality for disadvantaged students, echoing findings from Williamson and Eynon (2020) and Buolamwini and Gebru (2018). Algorithmic bias may lead to unfair categorization and lowered performance expectations, undermining principles of educational justice.

Most participants noted that students' critical thinking, inquiry, and problem-solving skills have weakened due to reliance on AI. These observations mirror the findings of Kasneci et al. (2023) and Luckin et al. (2016), highlighting the long-term weakening of deep learning processes.

Teachers also indicated that students develop dependency on AI tools, reducing motivation and increasing procrastination consistent with Yahya et al. (2024). Concerns regarding data privacy and surveillance echoed the literature (Floridi et al., 2018).

Additionally, AI tools were found to reduce classroom interaction and weaken social bonds among students and teachers, consistent with Selwyn (2019) and Zawacki-Richter et al. (2019). Overall, the study demonstrates that AI related problems must be addressed holistically, emphasizing the importance of maintaining a human-centered educational structure.

4.1. Recommendations

- National-level ethical and security standards for AI use in education should be developed.
- Infrastructure investments must be increased to reduce digital inequalities among schools.

- The Ministry of National Education should publish guidelines defining the pedagogical limitations of AI use.
- Teachers should design activities that limit AI use and encourage active student thinking.
- In-service training on digital literacy and data security should be expanded.
- Collaborative, face-to-face learning activities should be emphasized to preserve classroom interaction.
- Students should be taught conscious and safe AI usage skills.
- Creative and critical thinking tasks should be incorporated to reduce AI dependency.
- Programs addressing digital addiction should be implemented.
- Longitudinal studies should be conducted to examine the long-term effects of AI in education.
- Comparative studies across different educational levels should be increased.
- New scales measuring students' interaction with AI should be developed.

Kaynakça

- Aoun, J. E. (2017). *Robot-proof: Higher education in the age of artificial intelligence*. MIT Press.
- Buolamwini, J., & Gebru, T. (2018). Gender shades: Intersectional accuracy disparities in commercial gender classification. *Proceedings of Machine Learning Research*, 81, 1–15.
- Cerrillo-i-Martínez, A. (2020). Artificial intelligence in education: Ethical and legal implications. *AI & Society*, 35(4), 961–972.
- Eynon, R. (2021). The digital divide in education: Past, present and future. *Learning, Media and Technology*, 46(3), 293–299.
- Floridi, L., Cows, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., & Rossi, F. (2018). AI People—An ethical framework for a good AI society. *Minds and Machines*, 28(4), 689–707.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2022). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchenhoff, H., & Kasneci, G. (2023). ChatGPT in education: Opportunities and challenges. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 5, 100148.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.
- Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Polity Press.
- UNESCO (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Williamson, B., & Eynon, R. (2020). Algorithmic education governance: Regulating learning analytics, artificial intelligence and the platformization of education. *Learning, Media and Technology*, 45(1), 1–25.
- Williamson, B., & Piattoeva, N. (2022). *Education governance and datafication: Technology, policy and practice*. Policy Press.
- Yahya, A., Al-Khalifa, H., & AlFuraih, S. (2024). Effects of overreliance on AI dialogue systems on students' motivation and performance. *Smart Learning Environments*, 11(1), 22.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1–27.



Issued: 18.12.2025
ISBN: '978-625-378-448-5'

