



Çukurova International Congress of Basic and Applied Sciences

13 - 15 March, 2026
Adana, TÜRKİYE

PROCEEDINGS BOOK

ISBN: 978-625-92452-4-9

DOI: XXXXXXXXXXXXX

EDITORS

Prof Dr. Nuray GÜZELER

Tolga ARMUTCU



AKAP[®]

INTERNATIONAL
ACADEMIC
PLATFORM





ISBN: 978-625-92452-4-9

ÇUKUROVA INTERNATIONAL CONGRESS OF BASIC
AND APPLIED SCIENCES PROCEEDINGS BOOK

2026© INTERNATIONAL ACADEMIC PLATFORM

EDITORS

Prof Dr. Nuray GÜZELER
Tolga ARMUTCU

Publication Date: 25 March, 2026

All Rights Reserved.

No part of this publication may be reproduced, distributed, transmitted, stored in a retrieval system, or translated into any language, in any form or by any means—electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise—without the prior written permission of both the copyright holder and the publisher.

Any unauthorized use, reproduction, or distribution of the material contained in this book is strictly prohibited and may result in civil and/or criminal liability under applicable copyright laws.



GREFF

Publisher Certificate No: 76864

Contact:

Greff Rek. Mat. Org. Tur. Dan. San. ve Tic. Ltd. Şti.
Yıldızevler Mah. 708. Cad. No: 14/3 Çankaya - ANKARA
0312 490 97 94
0536 571 50 33
www.greff.com.tr
info@greff.com.tr



Çukurova International Congress of Basic and Applied Sciences

13 - 15 March, 2026
Adana, TÜRKİYE

AKAP[®]

INTERNATIONAL
ACADEMIC
PLATFORM



Çukurova International Congress of Basic and Applied Sciences

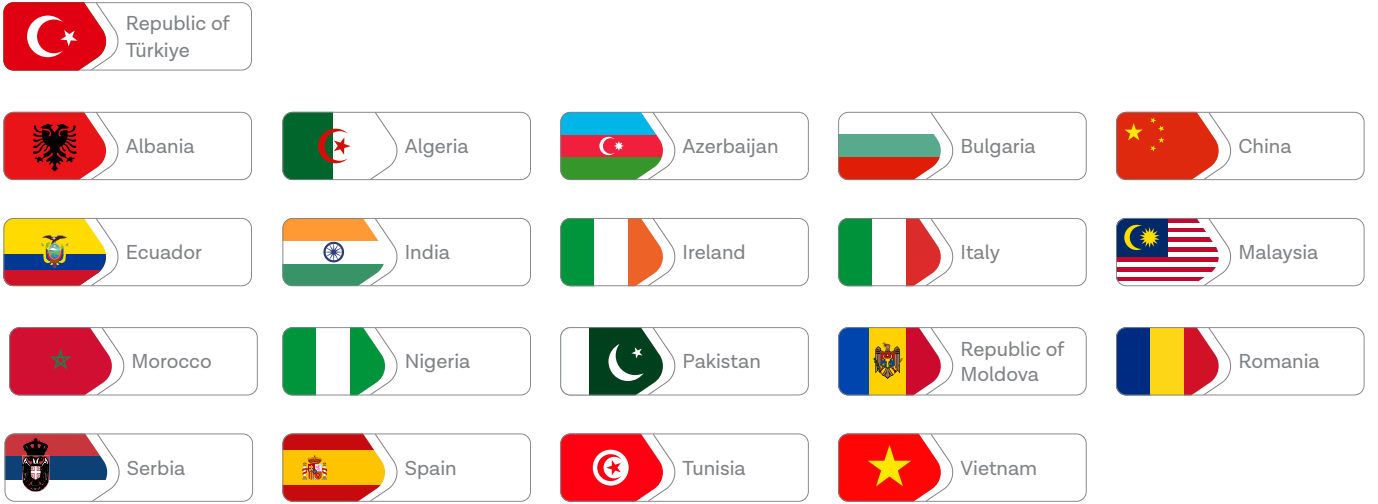
13 - 15 March, 2026
Adana, TÜRKİYE

ORGANIZER

AKAP[®] | INTERNATIONAL
ACADEMIC
PLATFORM

Yıldızevler Mah. 708. Cad. No: 14/3 Çankaya - ANKARA - 0 312 343 10 33 - 0 501 676 10 33 - <https://akap.tr> - info@akap.tr

PARTICIPANTS COUNTRY



STATISTICS ON ACADEMIC PUBLICATIONS

89 Total Accepted Article

41 Accepted Article (Türkiye)

48 Accepted Article (Other Countries)



Organizing Committee

<i>Name</i>	<i>Institution</i>	<i>Country</i>
<i>Prof.Dr. Oleksandr DLUHOPOLSKYI</i>	<i>Batı Ukrayna Ulusal University, Lublin Ekonomi ve İnovasyon University</i>	<i>UA PL</i>
<i>Prof.Dr. Serap GÖNCÜ</i>	<i>Çukurova University</i>	<i>TR</i>
<i>Prof.Dr. Sibel DEMİR KANMAZALP</i>	<i>GaziantepUniversity</i>	<i>TR</i>
<i>Prof. Dr. Ahmet Doğan DUMAN</i>	<i>Hatay Mustafa Kemal University</i>	<i>TR</i>
<i>Prof. Dr. Hidayet MAZI</i>	<i>Gaziantep University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Dr. Hakan KAVUR</i>	<i>Çukurova University</i>	<i>TR</i>
<i>Prof. Dr. Raul Duarte Salgueiral Gomes CAMPILHO</i>	<i>Higher Engineering Institute of Porto</i>	<i>PT</i>
<i>Prof. Dr. Güray KILINÇÇEKER</i>	<i>Çukurova University</i>	<i>TR</i>
<i>Prof. Dr. Nuray GÜZELER</i>	<i>Çukurova University</i>	<i>TR</i>
<i>Prof. Dr. Ayşe HALIGÜR</i>	<i>Cukurova University</i>	<i>TR</i>
<i>Prof. Dr. Emel YILDIZ</i>	<i>Cukurova University</i>	<i>TR</i>

Scientific and Advisory Board

Name	Institution	Country
<i>Assoc. Prof. Serap TOPRAK DÖŞLÜ</i>	<i>Mardin Artuklu University</i>	TR
<i>Assoc. Prof. Mustafa KARAKÖSE</i>	<i>Giresun University</i>	TR
<i>Prof. Dr. Nihat ATMACA</i>	<i>Gaziantep University</i>	TR
<i>Prof. Dr. Nesibe Ebru KAFKAS</i>	<i>Çukurova University</i>	TR
<i>Prof. Dr. Teodor BULBOACA</i>	<i>Babeş-Bolyai University</i>	RO
<i>Prof. Dr. Suphi URAL</i>	<i>Çukurova University</i>	TR
<i>Prof. Dr. Jasemin TODRI</i>	<i>Catholic University of Murcia</i>	ES
<i>Prof. Dr. Simge ZEYNELOĞLU</i>	<i>Gaziantep University</i>	TR
<i>Prof. Dr. Işıl VAR</i>	<i>Çukurova University</i>	TR
<i>Prof. Dr. Danilo Henrique LATTARO</i>	<i>University of São Paulo</i>	BR
<i>Prof. Dr. Khimmataliyev Dustnazar OMONOVICH</i>	<i>Chirchiq State Pedagogical University</i>	UZ
<i>Prof. Dr. Yılmaz UÇAR</i>	<i>Çukurova University</i>	TR
<i>Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI</i>	<i>Atatürk University</i>	TR
<i>Prof. Dr. Mehmet RAMAZANOĞLU</i>	<i>Istanbul Technical University</i>	TR
<i>Prof. Dr. Eng. Samir LADACI</i>	<i>National Polytechnic School of Algiers</i>	DZ
<i>Prof. Dr. Raul Duarte Salgueiral Gomes CAMPILHO</i>	<i>Polytechnic Institute of Porto</i>	PT
<i>Prof. Dr. Ali SABIR</i>	<i>Selçuk University</i>	TR
<i>Prof. Dr. Mariem ZAGHDOUDI</i>	<i>University of Carthage</i>	TN
<i>Prof. Dr. Lily PETRIASHVILI</i>	<i>Georgian Technical University</i>	GE
<i>Prof. Dr. Fatima Zohra MOSTEFA</i>	<i>USTO-MB University</i>	DZ
<i>Prof. Dr. Kun HARISMAH</i>	<i>Muhammadiyah University of Surakarta</i>	ID
<i>Prof. Dr. Bimal Kumar MISHRA</i>	<i>Vinoba Bhave University</i>	IN
<i>Prof. Dr. Vesna Karapetkovska Hristova</i>	<i>St. Kliment Ohridski University</i>	MK
<i>Prof. Dr. Fateh Mebarek OUDINA</i>	<i>20 August 1955 - Skikda University</i>	DZ
<i>Prof. Dr. Ivan PAVLOVIC</i>	<i>Scientific Veterinary Institute of Serbia</i>	RS
<i>Prof. Dr. Najim Abdulla YASSIN</i>	<i>University of Duhok</i>	IQ
<i>Assoc. Prof. Adile AKPINAR</i>	<i>Gaziantep University</i>	TR
<i>Assoc. Prof. Ahmet ÇİLEK</i>	<i>Çukurova University</i>	TR
<i>Assoc. Prof. Abdurrahman MOHAMMED</i>	<i>Antalya Bilim University</i>	TR



Name	Institution	Country
<i>Assoc. Prof. Şenay KARABIYIK</i>	<i>Çukurova University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Erdal KUŞVURAN</i>	<i>Çukurova University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Mehmet Emin ARZUTUĞ</i>	<i>Atatürk University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Yusuf YILMAZ</i>	<i>Gaziantep University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Melike YAVAŞ ÇELİK</i>	<i>Gaziantep University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Tamer DOĞAN</i>	<i>Çukurova University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Dilek SAY</i>	<i>Çukurova University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Rozina KHATTAK</i>	<i>Shaheed Benazir Bhutto Women University</i>	<i>PK</i>
<i>Assoc. Prof. Mourad DERRA</i>	<i>Ibn Zohr University</i>	<i>MA</i>
<i>Assoc. Prof. Mahmut DİNGİL</i>	<i>Çukurova University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Özlem ALPTEKİN</i>	<i>Çukurova University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Semin TOPALOĞLU PAKSOY</i>	<i>Çukurova University</i>	<i>TR</i>
<i>Assoc. Prof. Marvel Reuben SUWITONO</i>	<i>Universitas Advent Indonesia</i>	<i>ID</i>
<i>Assoc. Prof. Sehrish FIRYAL</i>	<i>University of Veterinary and Animal Sciences</i>	<i>PK</i>
<i>Asst. Prof. Mustafa YEĞİN</i>	<i>Çukurova University</i>	<i>TR</i>
<i>Dr. Can MAVRUK</i>	<i>Niğde Ömer Halisdemir University</i>	<i>TR</i>
<i>Dr. Olha PODPALOVA</i>	<i>Taras Shevchenko National University of Kyiv</i>	<i>UA</i>
<i>Dr. Bogdan-Catalin SERBAN</i>	<i>National Institute for R&D in Microtechnologies</i>	<i>RO</i>
<i>Dr. Muhammad KAMRAN</i>	<i>Shenzhen University</i>	<i>CN</i>
<i>Dr. Maria Taj MUHAMMAD</i>	<i>Jinnah University for Women</i>	<i>PK</i>
<i>Dr. Vidya PADMAKUMAR</i>	<i>EcoDiversity Research Center</i>	<i>US</i>
<i>Dr. Ramoshweu Solomon LEBELO</i>	<i>Vaal University of Technology</i>	<i>ZA</i>
<i>Dr. Habibur RAHMAN</i>	<i>New Global Community Education Foundation</i>	<i>AU</i>
<i>Dr. Stanislava STATEVA</i>	<i>Institute of Plant Genetic Resources</i>	<i>BG</i>
<i>Dr. Aysel Kekillioglu</i>	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	<i>TR</i>
<i>Asst. Prof. Muslu Kazım KÖREZ</i>	<i>Selçuk University, Faculty of Medicine</i>	<i>TR</i>

AKAP[®]

INTERNATIONAL
ACADEMIC
PLATFORM

AKAP[®]

INTERNATIONAL
ACADEMIC
PLATFORM

CONGRESS ONLINE
FACE-TO-FACE PRESENTATIONS



Çukurova International Congress of Basic and Applied Sciences

13 - 15 March, 2026

CONGRESS PROGRAM

ABOUT THE CONGRESS

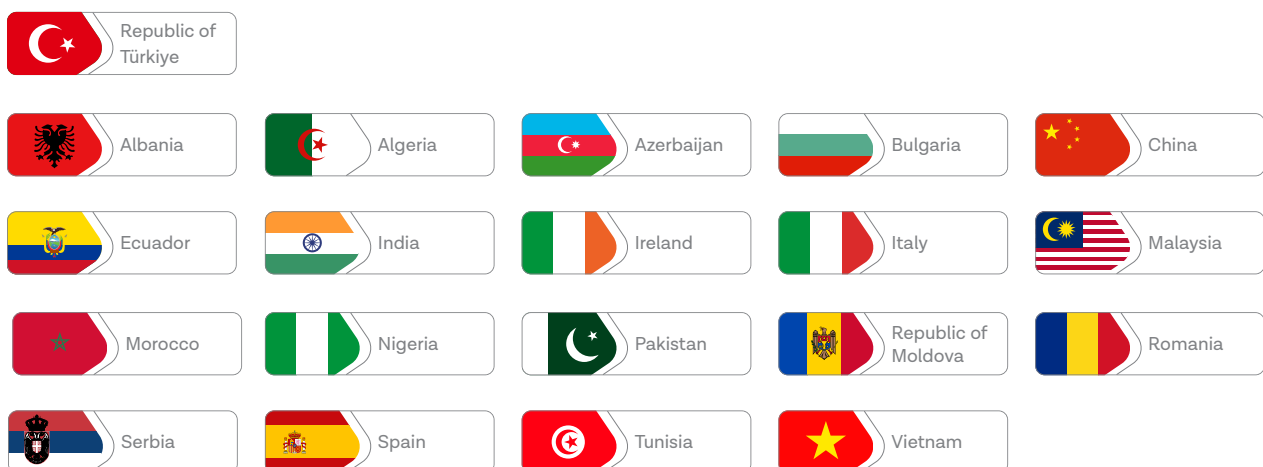
The Çukurova International Congress of Basic and Applied Sciences is an international scientific event aiming to share current, original, and high-quality academic studies conducted in the fields of basic and applied sciences. The congress aims to strengthen scientific interaction and knowledge production by bringing together academics, researchers, and graduate students from different disciplines on a common academic platform.

The congress covers studies prepared in various subfields of basic and applied sciences, primarily including natural sciences, engineering sciences, health sciences, and applied research. Participants have the opportunity to present their research findings through face-to-face and online sessions, discuss with expert academics in the field, and receive scientific feedback. In this respect, the congress is not only a presentation platform but also offers an effective and dynamic academic sharing ground that supports scientific development.

All papers presented within the scope of the Congress have undergone a double-blind peer-review process in accordance with international academic publishing standards and scientific ethical principles. During the evaluation process, the originality, methodological soundness, contribution to the literature, and scientific quality of the studies were meticulously examined. As a result of this comprehensive academic evaluation process, a total of 89 papers from 20 different countries—including 41 from Turkey—have been accepted.

Accepted papers will be published in the Conference Proceedings, registered with ISBN and DOI numbers; thereby, these studies will become internationally accessible, permanent, and citable academic resources.

COUNTRIES OF PARTICIPATING ACADEMICIANS



REGARDING IN-PERSON PRESENTATIONS

We kindly request that participants who will deliver their presentations in person carefully observe the following guidelines..

! ADDRESS WHERE IN-PERSON PRESENTATIONS WILL BE HELD

Divan Adana



Çınarlı Mah. Turhan Cemal Beriker
Blv. No:33, 01120 Seyhan/ADANA



Şar Hall

! IMPORTANT - PLEASE READ CAREFULLY

- Please wear your name badge visibly for entry to the congress venue.
- Be present in your assigned session room at least 10 minutes before your presentation time.
- Bring your presentation file on a USB drive and submit it to the technical desk in advance.
- Presentations must not exceed the allocated time.
- Follow the instructions of the session chair/moderator.
- It is recommended that your presentation be in PDF or PowerPoint format.
- If you plan to use a video in your presentation, please inform the technical team in advance.
- Keep a backup copy of your presentation in case of any technical issues with the projection or sound system.
- Registration and certificate procedures will be handled at the congress information desk.



REGARDING ONLINE PRESENTATIONS

The online presentations of our congress will be conducted via AKAP MEET, the proprietary platform of the International Academic Platform (AKAP). Detailed information regarding the system is provided below.

TECHNICAL INFORMATION

- The AKAP MEET system is free of charge; no additional membership registration is required.
- Session access links and login details will be sent via email to the authors of accepted papers.
- You must log in to the system using your registered email address, password, and full name.
- The system is accessible via computer, tablet, and mobile devices.
- All congress participants may attend and follow the sessions live within the program schedule.
- You are required to log in to the system at least 15 minutes before your presentation time.
- Presentation duration is limited to the time specified in the program and must not be exceeded.
- Compliance with the moderator's instructions is mandatory.
- The Q&A session will be conducted under the supervision of the moderator.

IMPORTANT - PLEASE READ CAREFULLY

- Please ensure that your microphone is functioning properly.
- You must be able to share your screen during the presentation.
- It is recommended that your presentation file be prepared in PDF or PowerPoint format.
- Please check your internet connection and device in advance to prevent potential technical issues.



REGARDING ONLINE PRESENTATIONS

Below you will find user instructions on how to use the AKAP MEET system and how to conduct your online presentation. We kindly ask that you read the information carefully.

STEP 1

- Please check the information email sent to your registered email address prior to the congress. You will find your username and password in that email.

STEP 2

- Please visit <https://akapkongre.com/8> and click the “ONLINE PRESENTATION” button on the homepage to access the login panel.

AKAP | ULUSLARARASI
AKADEMİK
PLATFORM

ULUSLARARASI TEMEL VE UYGULAMA BİLİMLERİ KONGRESİ
ÇUKUROVA ULUSLARARASI TEMEL VE UYGULAMA BİLİMLERİ KONGRESİ

Çukurova International Congress of Basic and Applied Sciences

March 13-15, 2026
Divan Adana - Adana, Türkiye

Remaining Time

0 Month 3 Day 17 Hour

ONLINE PRESENTATION

Upload Announcement

Congress Registration

STEP 3

- Enter your username and password. In the next step, after entering your name, you will gain access to the session room where you will deliver your presentation.

INFORMATION FOR SESSION CHAIRS

- Session Chairs are authorized to manage and conduct their assigned sessions on behalf of the Organizing Committee.
- At the scheduled start time, you are kindly requested to open the session with a brief introductory remark.
- It is recommended to follow the presentation order stated in the program. However, if deemed necessary, minor adjustments to the sequence may be made in accordance with the session flow.
- Each presentation is allocated 10–12 minutes. Please ensure that presenters adhere to the designated time limits.
- The Q&A session may be conducted either after each presentation or collectively at the end of the session, at your discretion.
- The video recordings of the presentations will be handled by our technical team. Therefore, session chairs are not required to take or manage any recordings themselves.
- Should you require any assistance during the session, please feel free to contact the congress coordination team.

We sincerely appreciate your valuable contribution and wish you a productive and successful session.



March 14, 2026 **HALL-1 | SESSION-1****ANKARA TIME**
11:00 - 12:30**FACE TO FACE PRESENTATIONS - DİVAN ADANA**HEAD OF SESSION:
Prof. Dr. Xxxx XXXXX

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Gülay ŞATAK Prof. Dr. Mehmet KARAKILÇIK	Çukurova University (Türkiye)	DETERMINATION OF PRE-OPERATIONAL ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY LEVELS AND ESTABLISHMENT OF REFERENCE (BASELINE) VALUES AROUND THE AKKUYU NUCLEAR POWER PLANT
Prof. Dr. Hakan AYDIN Assoc. Prof. Dr. Onur ÖNÜR MEN	Erciyes University (Türkiye)	e-NetCoM: FROM DISASTER NARRATIVES TO DATA-DRIVEN ENVIRONMENTAL COMMUNICATION
Assist. Prof. Dr. Mustafa Güçlü SUCAK Prof. Dr. Serap GÖNCÜ	Adıyaman University (Türkiye) Çukurova University (Türkiye)	GRAZING BASED FEEDING SYSTEMS: AN EVALUATION IN TERMS OF PRODUCTIVITY AND SUSTAINABILITY IN CATTLE FARMING
Assist. Prof. Dr. Mustafa Güçlü SUCAK Prof. Dr. Serap GÖNCÜ	Adıyaman University (Türkiye) Çukurova University (Türkiye)	BEEF FATTY ACID COMPOSITION: BIOLOGICAL MECHANISMS AND THE ROLE OF FEEDING SYSTEMS

March 13, 2026 HALL-1 | SESSION-1

ANKARA TIME
10:00 - 12:00

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Assist. Prof. Dr. Ahmet ERKEK

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Dr. Kader ŞAHİN	Bandırma Onyediy Eylül University (Türkiye)	COMPUTATIONAL and EXPERIMENTAL IDENTIFICATION of β -CATENIN/TCF4 PPI INHIBITORS via DRUG REPURPOSING STRATEGIES
Specialist Dr. Gizem KORKUT Specialist Dr. Aykut ŞAŞMAZ	Muş State Hospital (Türkiye) Kahramanmaraş Necip Fazıl City Hospital (Türkiye)	EVALUATION OF THE IMPACT OF NEUTROPHIL-LYMPHOCYTE RATIO, PLATELET-LYMPHOCYTE RATIO AND OTHER PROGNOSTIC PARAMETERS ON TREATMENT RESPONSE AND RENAL SURVIVAL IN PATIENTS WITH PRIMARY MEMBRANOUS NEPHROPATHY
Dr. Kamil YILMAZ	Dicle University (Türkiye)	THE RELATIONSHIP BETWEEN INFLAMMATORY HEMATOLOGICAL INDEXES AND CRP IN CHILDREN WITH CYSTIC FIBROSIS: A CONTROL GROUP ANALYSIS
Assist. Prof. Dr. Ahmet ERKEK	İstinye University (Türkiye)	FROM SCALPELS TO ROBOTICS: THE HISTORICAL DEVELOPMENT OF SURGICAL TECHNOLOGIES
Assist. Prof. Dr. Levent ÖZDEMİR	Mersin University (Türkiye)	ACUTE RHYTHMIC LINGUAL DYSTONIA AS A RARE NEUROLOGICAL COMPLICATION AFTER GENERAL ANESTHESIA: CASE REPORT
Dr. Sabina A. ALIYEVA	Azerbaijan Medical University (Azerbaijan)	RADIOLOGICAL-MORPHOMETRIC EVALUATION OF FACIAL SKELETAL ASYMMETRY USING MODERN IMAGING TECHNIQUES
Prof. Dr. Kamilova N.M.	Azerbaijan Medical University (Azerbaijan)	ENDOCRINE DETERMINANTS OF GENITOURINARY SYNDROME OF MENOPAUSE IN AZERBAIJANI POSTMENOPAUSAL WOMEN: A LATE-BREAKING POPULATION-SPECIFIC ANALYSIS

March 13, 2026 **HALL-2 | SESSION-1**

ANKARA TIME
12:30 - 14:30

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Prof. Dr. Saye Nihan ÇABUK

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Nursel BUDAK Prof. Dr. Ülkü DUMAN	Gazi University (Türkiye)	THE RELATIONSHIP BETWEEN URBAN RESILIENCE AND VULNERABILITY IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE: A THEORETICAL ASSESSMENT THROUGH URBAN REGENERATION
Sena ALUÇ Assoc. Prof. Dr. Demet EROL Assist. Prof. Dr. Ahmet ŞEKEROĞLU	Gazi University (Türkiye) Gazi University (Türkiye) Amasya University (Türkiye)	A BIOENERGY APPROACH BASED ON BIOMASS PRODUCTION IN MARGINAL AREAS: GLOBAL TRENDS
Assist. Prof. Dr. Selim KARTAL Dr. Tümay GÜNEŞ	Iğdır University (Türkiye) Sinop University (Türkiye)	TWO-DIMENSIONAL FRACTAL ANALYSIS OF OTTOMAN-PERIOD SHORT-MINARET MOSQUES IN SINOP: THE CASE OF THE KEFEVİ AND MEYDANKAPI MOSQUES
Res. Assist. Nisa Nur GÖKSEL Researcher / Ph.D Cand. Laura CORMIO	Mimar Sinan Fine Arts University (Türkiye) Polytechnic University of Marche (Italy)	SUSTAINABLE DESIGN APPROACH IN RELIGIOUS ARCHITECTURE: THE CASE OF ALI KUŞÇU MOSQUE
Dr. Fazıl AKDAĞ	Erciyes University (Türkiye)	FROM THE WALKING CITY TO THE LINE: A SPECULATIVE AND THEORETICAL EVALUATION OF ARCHITECTURAL UTOPIANISM
Prof. Dr. Alper ÇABUK Prof. Dr. Saye Nihan ÇABUK	Eskisehir Technical University (Türkiye)	TRAINING AND COLLABORATION NETWORK FOR NATURE-BASED SOLUTIONS IN DISASTER MANAGEMENT

March 13, 2026 **HALL-3 | SESSION-1**

ANKARA TIME
12:30 - 14:30

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Assoc. Prof. Mustafa Cemil BİŞGİN

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Mustafa Cemil BİŞGİN	Recep Tayyip Erdoğan University (Türkiye)	ALMOST CONVERGENT SEQUENCE SPACES CONSTRUCTED VIA THE DOMAIN OF SEXTUPLE BAND MATRIX
Dr. Nergiz POYRAZ Dr. Mehmet Akif AKYOL	Çukurova University (Türkiye) Uşak University (Türkiye)	A STUDY ON GENERALIZED SCREEN TRANSVERSAL CAUCHY- RIEMANN LIGHTLIKE SUBMANIFOLDS OF INDEFINITE KAEHLER MANIFOLDS
Dr. Nergiz POYRAZ Dr. Mehmet Akif AKYOL	Çukurova University (Türkiye) Uşak University (Türkiye)	GEOMETRY OF TOTALLY UMBILICAL SCREEN GENERIC TRANSVERSAL CAUCHY-RIEMANN LIGHTLIKE SUBMANIFOLDS OF INDEFINITE KAEHLER MANIFOLDS
Talha Enes BABA Assist. Prof. Dr. İsmail Hakkı PARLAK Assoc. Prof. Dr. Mehmet Dinçer ERBAŞ	Bolu Abant İzzet Baysal University (Türkiye)	DEEP LEARNING FOR CREATIVE SOUND SYNTHESIS: TRANSFORMING ELECTRIC GUITAR INTO NEY TIMBRE
Dr. Muhammed Çağrı AKSU Silanur SOYAR Emine Nisa İLKUTLU Işıl ÇİFTÇİ Berra ULUDERE	Artvin Çoruh University (Türkiye) Artvin Çoruh University (Türkiye) Hacettepe University (Türkiye) Hacettepe University (Türkiye) Hacettepe University (Türkiye)	SENTIMENT AND THEMATIC ANALYSIS OF LOCAL DIGITAL DISCOURSE: THE CASE OF ARTVIN PROVINCE
Dr. Bilge Kagan DEDETURK	Erciyes University (Türkiye)	DEEP REINFORCEMENT LEARNING FOR AOI MINIMIZATION WITH RELIABLE DATA COLLECTION IN UAV-ASSISTED IOT NETWORKS

March 13, 2026 **HALL-4 | SESSION-1**

ANKARA TIME
12:30 - 14:30

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Assist. Prof. Dr. Samet TOSUN

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Res. Assist. Gülnaz ERDİ Assoc. Prof. Burcu AVCIBAY VURGEÇ	Çukurova University (Türkiye)	INTEGRATION OF PERINATAL MENTAL HEALTH SERVICES INTO THE MATERNAL AND CHILD HEALTH SYSTEM IN LIGHT OF THE WORLD HEALTH ORGANIZATION GUIDELINES
Res. Assist. Gülnaz ERDİ Prof. Dr. Şule GÖKYILDIZ SÜRÜCÜ	Çukurova University (Türkiye)	HEALTH PROMOTION AND SELF-CARE DURING HIGH-RISK PREGNANCY: A REVIEW BASED ON THE PENDER AND OREM MODELS
Beyza ERÇEN Assoc. Prof. Dr. Ebru GÖZÜYEŞİL	Çukurova University (Türkiye)	REPRODUCTIVE HEALTH SERVICES IN DISASTERS AND THE ROLE OF NURSES: A CURRENT LITERATURE REVIEW
Beyza ERÇEN Assoc. Prof. Dr. Ebru GÖZÜYEŞİL	Çukurova University (Türkiye)	DIGITAL VIOLENCE AND WOMEN'S HEALTH
Fatma Mihrap METE Assist. Prof. Dr. Yasemin KALKAN UĞURLU	Iyidere Mukaddes Kalkavan District State Hospital (Türkiye) Ordu University (Türkiye) University College Cork (Ireland)	RELATIONSHIP BETWEEN SPOUSE SUPPORT AND SELF-MANAGEMENT IN INDIVIDUALS WITH TYPE-2 DIABETES
Assist. Prof. Dr. Samet TOSUN	Biruni University (Türkiye)	CLINICAL UTILITY OF DYSPHAGIA SCREENING TOOLS IN ACUTE AND NEURODEGENERATIVE POPULATIONS: A CONTEMPORARY REVIEW

March 13, 2026 **HALL-5 | SESSION-1**

ANKARA TIME
12:30 - 14:30

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Assist. Prof. Dr. Lutfi TAKCI

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Assist. Prof. Dr. Tuba BAK Prof. Dr. Turan KARADENİZ	Pamukkale University (Türkiye)	HISTOLOGICAL DETERMINATION OF FLOWER BUD DIFFERENTIATION PERIOD AND FEMALE FLOWER FORMATION IN HAZELNUT
Assist. Prof. Dr. Lutfi TAKCI	Sivas Cumhuriyet University (Türkiye)	SCANNING ELECTRON MICROSCOPY (SEM) INVESTIGATION OF ARTERIAL VASCULARIZATION OF THE TONGUE IN WILD BOAR (SUS SCROFA)
M.Sc Keziban OKUTAN Dr. Büşra AYDIN	Konya Food and Agriculture University (Türkiye)	INTEGRATIVE TRANSCRIPTOMIC ANALYSIS AND DRUG REPOSITIONING FOR GASTRIC INTESTINAL METAPLASIA: AN IN SILICO OMICS-ORIENTED STUDY
Dr. Burcu PALA Furkan ER Prof. Dr. Coşkun AYDINER	Gebze Technical University (Türkiye)	MEMBRANE-BASED WATER RECOVERY FROM BIOLOGICALLY TREATED EFFLUENT IN THE FRUIT JUICE INDUSTRY: A DUPONT WAVE SIMULATION STUDY
Dr. Gulnar ATAKISHIYEVA Dr. Sevinc MUKHTAROVA Assoc. Prof. Dr. Sima MUSAYEVA Assoc. Prof. Dr. Ilhama HAMDULLAYEVA Dr. Nigar AHMEDOVA Irada SHIKHALIYEVA Assoc. Prof. Dr. Gulnara BABAYEVA	Baku State University (Azerbaijan) Azerbaijan Technical University (Azerbaijan) Azerbaijan Technical University (Azerbaijan) Azerbaijan Technical University (Azerbaijan) Baku State University (Azerbaijan) Baku State University (Azerbaijan) Azerbaijan Technical University (Azerbaijan)	DRUG-LIKENESS EVALUATION OF A NOVEL MOLECULE BASED ON LIPINSKI AND VEBER RULES

Hall 5 - Continued on the next page



March 13, 2026 **HALL-5 | SESSION-1**

ANKARA TIME
12:30 - 14:30

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Assist. Prof. Dr. Lutfi TAKCI

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Dr. Samet GÜMÜŞ Dr. Eray KARASLAN Ömer Faruk KAVAK	İstanbul Aydın University (Türkiye)	AI-BASED AUTONOMOUS ASSET MANAGEMENT IN CRYPTO ASSET MARKETS
Dr. Samet GÜMÜŞ Dr. Eray KARASLAN Muhammed Enes BEŞİNCİ	İstanbul Aydın University (Türkiye)	AI-BASED ROUTE OPTIMIZATION IN LOGISTICS OPERATIONS
Susan VEFAİ ZAYAT Prof. Dr. Adem ATMACA	Gaziantep University (Türkiye)	ASSESSING ENERGY SECURITY IN SYRIA: PRE-WAR CONDITIONS, POST-WAR CHALLENGES, AND FUTURE DEMAND PROJECTIONS

March 13, 2026 **HALL-6 | SESSION-1****ANKARA TIME**
12:30 - 14:30**ONLINE PRESENTATIONS**HEAD OF SESSION:
Assist. Prof. Dr. Necmi YARBAŞI

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Prof. Dr. Seyit ÇERİBAŞI Dr. İlhan Emre İNAM	Maltepe University (Türkiye)	EFFECTIVE UTILIZATION OF OUTRIGGER SYSTEMS IN HIGH-RISE STRUCTURES
Sümeyye KABA Prof. Dr. Şeref KURT Dr. Süleyman ÖZCAN	Karabük University (Türkiye)	DETERMINING THE STRENGTH PROPERTIES OF WOODEN MATERIALS USED IN HISTORICAL SAFRANBOLU HOUSES
Özkan BAL Prof. Dr. Şeref KURT Dr. Süleyman ÖZCAN	Karabük University (Türkiye)	DETERMINATION OF CHANGES IN EQUILIBRIUM MOISTURE CONTENT AND OVEN-DRY DENSITY IN WOODEN MATERIALS WITH DIFFERENT SERVICE LIVES
Assist. Prof. Dr. Necmi YARBAŞI	Atatürk University (Türkiye)	THE EFFECT OF FREEZE-THAW CYCLES ON THE STRENGTH OF COARSE- GRAINED SOILS REINFORCED WITH WASTE BANANA PEELS AND MARBLE DUST
Recep ERGENÇOĞLU Prof. Dr. Ali Payıdar AKGÜNGÖR	Istanbul Metropolitan Municipality (Türkiye) Kırkkale University (Türkiye)	OPTIMIZING GREEN TIMES AND SIGNAL PHASING AT INTERSECTIONS VIA HARRIS HAWKS OPTIMIZATION (HHO)
Dr. Selim ÜNAL	Kastamonu University (Türkiye)	ENGINEERING POROUS YTTRIA- STABILIZED ZIRCONIA FOR PLASMONIC HARSH-ENVIRONMENT SENSORS
Assist. Prof. Dr. Kismet CİNGÖZ	Tarsus University (Türkiye)	SELECTION OF SMART MANUFACTURING TECHNOLOGIES USING THE SWARA AND ARAS METHODS

March 13, 2026 **HALL-1 | SESSION-2**

ANKARA TIME
15:00 - 17:00

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Maksim PONYAKIN

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Maksim PONYAKIN	Azerbaijan State Oil and Industry University (Azerbaijan)	THEORETICAL MODELS OF THE INTERACTION OF IONIZING RADIATION WITH COMPONENTS OF OIL SEDIMENTS (SOLID WASTE FROM OIL PIPELINES)
Dr. Natalia BOLOCAN Oxana SPINU Dr. hab. Igor POVAR	Moldova State University (Republic of Moldova)	THERMODYNAMIC COOPERATIVITY AS A GOVERNING FACTOR OF METAL MOBILITY IN NATURAL AND ENGINEERED AQUEOUS SYSTEMS
Dr. Natalia BOLOCAN Oxana SPINU Dr. hab. Igor POVAR	Moldova State University (Republic of Moldova)	THERMODYNAMIC PREDICTION OF SYNERGISM AND ANTAGONISM IN MULTICOMPONENT LIQUID-LIQUID EXTRACTION SYSTEMS
Gopinath N Inbarajan M Yogeshwaran M Balaji K Goventhan E Prof. Dr. Nixon Samuel VIJAYAKUMAR	R.M.K. Engineering College (India)	STROKEGUARD AI: A LIGHTWEIGHT MULTIMODEL FRAMEWORK FOR EARLY STROKE RISK DETECTION USING FACIAL AND VOICE BIOMARKS
C. M. UGBAJA K. B. OKEOMA C. A. MADU O. K. ECHENDU S. O. AJAYI	Federal University of Technology Owerri (Nigeria)	MINERALOGICAL AND MICROSTRUCTURAL EVALUATION OF NIGERIAN CLAY DEPOSITS FOR CERAMIC CAPACITOR APPLICATIONS

Hall 1 - Continued on the next page



March 13, 2026 **HALL-1 | SESSION-2**

ANKARA TIME
15:00 - 17:00

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Maksim PONYAKIN

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Dr. Nadia AKRAM	Government College University (Pakistan)	SUSTAINABLE MATERIALS FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION
Dr. Rajeev ARORA	IFTM University (India)	REMOVAL OF HEAVY METAL FROM WASTE WATER USING POLYMERIC AND WASTE MATERIALS - A REVIEW
Ahmed SALIM Abdslam EL BOUARI Anas CHRAKA Samir CHTITA Mohamed TAHIRI Omar TANANE	Hassan II University of Casablanca (Morocco)	SUSTAINABLE REMOVAL OF METHYLENE BLUE USING DATE-PIT DERIVED ACTIVATED CARBON: INTEGRATED EXPERIMENTAL ASSESSMENT AND MOLECULAR-LEVEL INSIGHTS
R Muthu RAMYA R Nandhini B L Nandhitha B Nethrha A B Dr. M. MEENA	R.M.K. Engineering College (India)	ARTIFICIAL INTELLIGENCE ASSISTED DETECTION OF WATER CONTAMINANTS USING
Bello Magaji BAKORI Sani IBRAHIM	Federal University (Nigeria)	ARTIFICIAL INTELLIGENCE PROFILING AND PREDICTIVE MODELING FOR EARLY DETECTION AND CHARACTERIZATION OF GASTROINTESTINAL AND HEMATOLOGICAL PARASITIC INFECTIONS: A REVIEW
Mokhnane Tarek Reguia Khiari Sabah Adjlane	Scientific and Technical Research Center on Arid Regions (Algeria)	INNOVATION IN AGRICULTURE IN ARID REGIONS: CHALLENGES AND PROSPECTS THE CASE OF BISKRA, ALGERIA

March 13, 2026 **HALL-2 | SESSION-2**

ANKARA TIME
15:00 - 17:00

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Dr. Daniel SANUSI

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Rabiu Ahmad ABUBAKAR Tasán Cruz DANY Oviedo Salas Gonzalo PAUL Molina Ruiz VICTOR Becerra Martinez Marcelo ALEJANDRO	Zhejiang University (China) Polytechnic University of Madrid (Spain) National University of Chimborazo (Ecuador) Universidad Nacional de Chimborazo (Ecuador) Universidad Nacional de Chimborazo (Ecuador)	DESIGN AND CONSTRUCTION OF A WATER MANOMETER FOR BIOGAS FIXED-DOME DIGESTERS IN RESIDENTIAL BUILDING APPLICATIONS
Rabiu Ahmad ABUBAKAR Tasán Cruz DANY Oviedo Salas Gonzalo PAUL Molina Ruiz VICTOR Becerra Martinez Marcelo ALEJANDRO	Zhejiang University (China) Polytechnic University of Madrid (Spain) National University of Chimborazo (Ecuador) Universidad Nacional de Chimborazo (Ecuador) Universidad Nacional de Chimborazo (Ecuador)	DESIGN AND CONSTRUCTION OF A PLASTIC WATER TANK BIOGAS DIGESTER FOR HOUSEHOLD GREEN ENERGY APPLICATIONS
Rabiu Ahmad ABUBAKAR Tasán Cruz DANY Oviedo Salas Gonzalo PAUL Molina Ruiz VICTOR Becerra Martinez Marcelo ALEJANDRO	Zhejiang University (China) Polytechnic University of Madrid (Spain) National University of Chimborazo (Ecuador) Universidad Nacional de Chimborazo (Ecuador) Universidad Nacional de Chimborazo (Ecuador)	DESIGN AND OPTIMIZATION OF A MANUAL CEMENT BLOCK COMPACTION DEVICE FOR RESILIENT SUSTAINABLE ARCHITECTURAL DESIGN

Hall 2 - Continued on the next page



March 13, 2026 **HALL-2 | SESSION-2**

ANKARA TIME
15:00 - 17:00

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Dr. Daniel SANUSI

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Rabiu Ahmad ABUBAKAR Tasán Cruz DANY Oviedo Salas Gonzalo PAUL Molina Ruiz VICTOR Becerra Martinez Marcelo ALEJANDRO	Zhejiang University (China) Polytechnic University of Madrid (Spain) National University of Chimborazo (Ecuador) Universidad Nacional de Chimborazo (Ecuador) Universidad Nacional de Chimborazo (Ecuador)	DESIGN AND CONSTRUCTION OF A WIND-POWERED TURBO VENTILATOR GREENHOUSE DRYER: A SUSTAINABLE BUILDING TECHNOLOGY SOLUTION FOR POST-HARVEST PRESERVATION
Rabiu Ahmad ABUBAKAR Tasán Cruz DANY Oviedo Salas Gonzalo PAUL Molina Ruiz VICTOR Becerra Martinez Marcelo ALEJANDRO	Zhejiang University (China) Polytechnic University of Madrid (Spain) National University of Chimborazo (Ecuador) Universidad Nacional de Chimborazo (Ecuador) Universidad Nacional de Chimborazo (Ecuador)	STRUCTURE-BASED DRUG REPURPOSING TO INHIBIT THE DNA GYRASE OF Mycobacterium TUBERCULOSIS
Dr. Daniel SANUSI	Ulster University (Ireland)	INTELLIGENT RISK MANAGEMENT IN PRACTICE: AI AS A CATALYST FOR SUSTAINABLE TRANSFORMATION IN ACTUARIAL SCIENCE EDUCATION
Sankesh JAIN N Devesh R Barani CHANDRAN S Jeyanth R AKASH R Lokeshkumar K Dr. A. VIJAYALAKSHMI	R.M.K. Engineering College (India)	PLUGGING TOMORROW IN: ELECTRIC VEHICLES POWERING A SUSTAINABLE MOBILITY ERA

Hall 2 - Continued on the next page



March 13, 2026 **HALL-2 | SESSION-2**

ANKARA TIME
15:00 - 17:00

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Dr. Daniel SANUSI

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
<p>Vanthana G Varsa G Aishwarya S Tharunika P M Varshana DEEPA Dr. A. VIJAYALAKSHM</p>	<p>R.M.K. Engineering College (India)</p>	<p>SILENT DESTROYER: CORROSION AND ITS TRILLION-RUPEE IMPACT ON INFRASTRUCTURE</p>
<p>Hameed Adavize MOMOH Nurul Ab Aziz HASHIKIN Muhammad Fahmi Rizal ABDUL HADI Bello Ayodeji IBRAHIM Ahmed Kehinde USMAN</p>	<p>Zhejiang University (China) Polytechnic University of Madrid (Spain) National University of Chimborazo (Ecuador) Universidad Nacional de Chimborazo (Ecuador) Universidad Nacional de Chimborazo (Ecuador)</p>	<p>STRUCTURE-BASED DRUG REPURPOSING TO INHIBIT THE DNA GYRASE OF Mycobacterium TUBERCULOSIS</p>
<p>Dr. Daniel SANUSI</p>	<p>Ulster University (Ireland)</p>	<p>INTELLIGENT RISK MANAGEMENT IN PRACTICE: AI AS A CATALYST FOR SUSTAINABLE TRANSFORMATION IN ACTUARIAL SCIENCE EDUCATION</p>
<p>Sankesh JAIN N Devesh R Barani CHANDRAN S Jeyanth R AKASH R Lokeshkumar K Dr. A. VIJAYALAKSHMI</p>	<p>R.M.K. Engineering College (India)</p>	<p>PLUGGING TOMORROW IN: ELECTRIC VEHICLES POWERING A SUSTAINABLE MOBILITY ERA</p>

March 13, 2026 **HALL-3 | SESSION-2**

ANKARA TIME
15:00 - 17:00

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Franck AMOUSSOU

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Fedwa BEGHDADI El-Hadj DRICHE	Hassiba Benbouali University of Chlef (Algeria)	SAHARAN ACTINOMYCETES FROM TAMANRASSET AS PROMISING BIOCONTROL AGENTS AGAINST PHYTOPATHOGENS
Fedwa BEGHDADI El-Hadj DRICHE	Hassiba Benbouali University of Chlef (Algeria)	DESERT MICROBIAL BIODIVERSITY AS A SOURCE OF INNOVATIVE CROP PROTECTION SOLUTIONS
Fedwa BEGHDADI El-Hadj DRICHE	Hassiba Benbouali University of Chlef (Algeria)	ECOLOGICAL ADAPTATION AND ANTAGONISTIC POTENTIAL OF SAHARAN ACTINOBACTERIA
Fedwa BEGHDADI El-Hadj DRICHE	Hassiba Benbouali University of Chlef (Algeria)	HARNESSING SAHARAN SOIL MICROORGANISMS FOR SUSTAINABLE PHYTOPATHOGEN MANAGEMENT
Adeniran Deborah ADEOLA	University of Ilorin (Nigeria)	HERBAL REMEDIES FOR GASTROINTESTINAL DISORDERS AND THEIR EVIDENCE-BASED APPLICATIONS
Abdelghani ABOUKHALAF Houda EL YACOUBI Atmane ROCHDI	Tofail University (Morocco) Chouaib Doukkali University (Morocco) Tofail University (Morocco)	NUTRITIONAL, BIOACTIVE AND ANTIOXIDANT ASSESSMENT OF SOME WILD EDIBLE MEDICINAL PLANTS COMMONLY CONSUMED IN MOROCCO
Franck AMOUSSOU	Université André Salifou (Niger)	PROCESS TYPES AND PARTICIPANT ROLES IN AMMA DARKO'S FACELESS AND SEFI ATTA'S EVERYTHING GOOD WILL COME: A COMPARATIVE FUNCTIONAL STRUCTURALIST PERSPECTIVE

Hall 3 - Continued on the next page



March 13, 2026 **HALL-3 | SESSION-2**

ANKARA TIME
15:00 - 17:00

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Franck AMOUSSOU

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
<p>MONESH M Narasapuram NEERAJ Nitheesh M Ragavan R S Dr. M. Meena</p>	<p>R.M.K. Engineering College (India)</p>	<p>GRAPHENE-BASED FLEXIBLE SUPERCAPACITORS FOR NEXT- GENERATION WEARABLE ENERGY STORAGE</p>
<p>J PRATHESHA Preethi L Raga Surya HARSHINI D Rakshita D Dr. M. MEENA</p>	<p>R.M.K. Engineering College (India)</p>	<p>PEROVSKITE SOLAR CELL MATERIALS FOR HIGH-EFFICIENCY RENEWABLE ENERGY CONVERSION</p>
<p>J.C. Echewodo B.C. Anusionwu E.C. Mbamala O.K. Echendu</p>	<p>Federal University (Nigeria)</p>	<p>INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF PRECURSOR CONCENTRATION (SbCl₃) ON THE OPTICAL PROPERTIES OF CuSbS₂ THIN FILMS AS-DEPOSITED</p>

March 13, 2026 **HALL-4 | SESSION-2**

ANKARA TIME
15:00 - 17:00

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Dr. Ochuko ORAKPOGHENOR

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Dr. Ochuko ORAKPOGHENOR	Abubakar Tafawa Balewa University (Nigeria)	EMERGING PATHOLOGICAL IMPLICATIONS OF MICRO- AND NANOPLASTIC EXPOSURE IN FOOD- PRODUCING ANIMALS: A CALL FOR STRUCTURED SURVEILLANCE IN NIGERIA
S A Marathaka RANI Dr. Murugesan KAMARAJ	SRM Institute of Science and Technology	MARINE MACROALGAL BIOACTIVE COMPOUNDS AND APPLICATIONS ACROSS FOOD, BIOMEDICAL, AND ENVIRONMENTAL SECTORS
Majekodunmi Racheal ADEDAYO Balqees Folake AYILARA Bashirat Olamide YUSUF-SALIHU	Kwara State University (Nigeria)	PARTIAL PURIFICATION, CHARACTERIZATION, AND ACTIVITIES OF LIPASE PRODUCED BY <i>Aspergillus</i> <i>niger</i> P151 AND <i>Aspergillus flavus</i> P152
Ogunniran, JESUTOFUNMI JOSHUA	University Of Ilorin (Nigeria)	PHOSPHATE SOLUBILIZATION POTENTIAL OF INDIGENOUS RHIZOSPHERIC SOIL FUNGI AND THEIR EFFECTS ON AMARANTHUS SPECIES
Blessing Adeleke OLUWATIMILEYIN	University of Ibadan (Nigeria)	KNOWLEDGE AND PERCEIVED EFFICACY OF FRUITS AND VEGETABLES CONSUMPTION FOR THE PREVENTION OF BREAST CANCER AMONG FEMALE
Marija Radmilović- RADJENOVIĆ Branislav RADJENOVIĆ Bojana BOKIĆ Darko VASILJEVIĆ Branko KOLARIĆ	University of Belgrade (Serbia)	GEOMETRIC CONTROL OF THERMODYNAMIC AND NEGATIVE HEAT CAPACITY IN NANOSTRUCTURED MATERIALS

Hall 4 - Continued on the next page



March 13, 2026 **HALL-4 | SESSION-2**

ANKARA TIME
15:00 - 17:00

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Dr. Ochuko ORAKPOGHENOR

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Andrey POPATANASOV	Bulgarian Academy of Sciences (Bulgaria)	ON THE SUCCESS AND FEASIBILITY OF "EL PAHUMA" - THE FIRST ORCHID NATURE RESERVE IN ECUADOR AS A WAY TO PROTECT THE OVERHELMING ECUADORIAN ORCHID BIODIVERSITY
Bilyaminu Garba JEGA Muskhazli MUSTAFA Micheal Charles RAJARAM Musa ISAH	Kebbi State University of Science and Technology (Nigeria) Kebbi State University of Science and Technology (Nigeria) Universiti Putra Malaysia (Malaysia) Universiti Putra Malaysia (Malaysia)	OPTIMIZATION AND EXPERIMENTAL VALIDATION OF Curtobacteria strain- MEDIATED PHOSPHATE REMOVAL UNDER VARIABLE PHYSICOCHEMICAL PARAMETRS
Sarra FARJALLAH	University of Tunis El Manar (Tunisia)	USING MOLECULAR APPROACHES TO IDENTIFY FLAGELLATED PROTOZOANS IN DOMESTIC CHICKENS

March 13, 2026 **HALL-5 | SESSION-2**

ANKARA TIME
15:00 - 17:00

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Dr. Khanh Giang LE

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Ansek BALOGOU	University of Ilorin (Nigeria)	THE EFFECTS OF MELATONIN IN ENHANCING DROUGHT TOLERANCE IN PLANTS
Sabina KHANAM	Kanpur University (India)	DEATHS DUE TO INDOOR AIR POLLUTION: A SYSTEMATIC REVIEW
Assoc. Prof. Dr. Adriana GRIGORAS	Grigore T. Popa University of Medicine and Pharmacy Iasi (Romania)	BRONCHIAL WALL REMODELING IN ASTHMA
Dr. Khanh Giang LE	University of Transport and Communications (Vietnam)	RECENT ADVANCES IN GNSS-BASED DYNAMIC DISPLACEMENT FORECASTING FOR CABLE-STAYED BRIDGES: FROM STATISTICAL METHODS TO HYBRID DEEP LEARNING ARCHITECTURES - A CRITICAL REVIEW
Dr. Enis URUCI Dr. Emirjeta KUNIQI	Universiteti Aleksander Moisiu (Albania)	DIGITAL DENTISTRY AND ITS IMPACT ON ORAL HEALTH
Benyahia AMAR Benyahia ABDESSETAR	University of Saad Dahlab Blida 1 (Algeria) University of Constantine 3 Salah Boubnider (Algeria)	EFFECT OF GRAPHENE POWDER ON THE PROPERTIES OF SELF-COMPACTING MORTAR

Hall 5 - Continued on the next page



March 13, 2026 **HALL-5 | SESSION-2**

ANKARA TIME
15:00 - 17:00

ONLINE PRESENTATIONS

HEAD OF SESSION:
Dr. Khanh Giang LE

AUTHOR(S)	ORGANISATION	TOPIC TITLE
Asad ULLAH Muhammad Muddassir ALI	University of Veterinary and Animal Sciences (Pakistan)	THE EVOLVING DYNAMICS OF ORAL SQUAMOUS CELL CARCINOMA (OSCC) DRIVEN TISSUE REMODELING FROM TUMOR ONSET TO THERAPY: THE DARK SIDE
Ephesus O. FATUNMBI O. E. OMOTOLA	Federal Polytechnic Ilaro (Nigeria)	MARANGONI-INDUCED BIOCONVECTIVE MAXWELL NANOFUID FLOW AND THERMAL TRANSPORT OVER A POROUS ROTATING DISK
Srijani DASGUPTA Dr. Manik GHOSH	Birla Institute of Technology (India)	MULTI-PATHWAY MODULATION OF MAPK, PI3K/AKT, AND NF-KB SIGNALING BY POLYHERBAL EXTRACTS: A PROMISING THERAPEUTIC STRATEGY FOR MYOCARDIAL INFARCTION MANAGEMENT



Çukurova International Congress of Basic and Applied Sciences

13 - 15 March, 2026
Adana, TÜRKİYE

AKAP[®]

INTERNATIONAL
ACADEMIC
PLATFORM

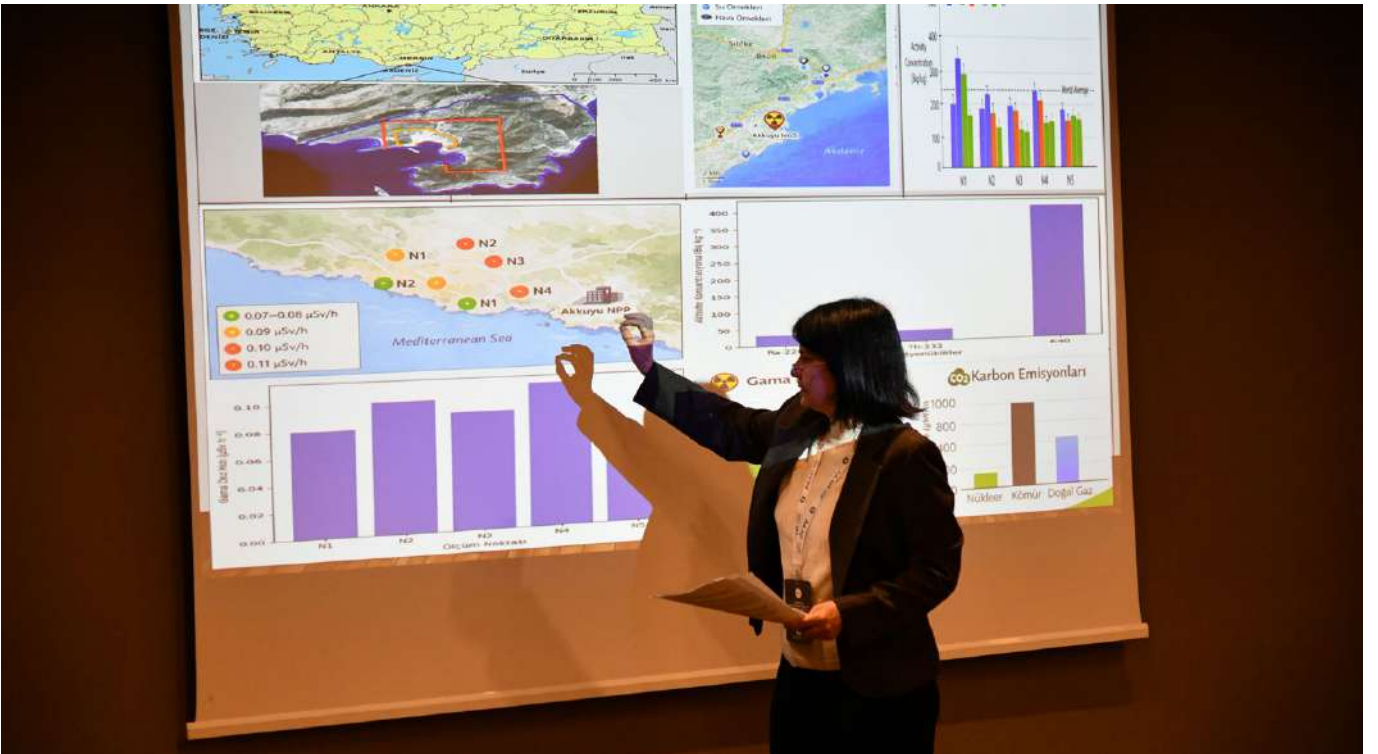


PHOTO GALLERY











AKAPMEET
Uluslararası Akademik Platform Online Kongre Sistemi

SESSION 1 HALL 3 English Katılımcı Sayısı (10)

Çukurova Uluslararası Temel ve Uygulamalı Bilimler Kongresi

Experimental Setup

Simulation Parameters	
Parameter	Value
IoT nodes	50 – 250
UAV height	65 – 80 m
Area	1000x1000 m
UAV speed	10 m/s
Tx power	0 dBm
Data rate	19.2 kbps

Error Control Methods	
Method	Config
No EC	Baseline
ARQ	max_ret: 3,5,7,10
FEC	BCH:codes

Baselines

- Artificial Bee Colony (ABC)
- Clonal Selection Algorithm (CSA)
- Nearest Neighbor heuristic

Bilge Kagan DEDETURK DRL for AoI Minimization 10 / 12

Bilge Kagan DEDETURK

Silvanur SOYAR Emine Nisa İktüdü Nergiz Poyraz Talha Enes BABA İsmail Hakkı Parfak Mustafa Cemil BİNGÖL M. Çağrı AKSU İyşe Çiğdem

AKAPMEET
Uluslararası Akademik Platform Online Kongre Sistemi

SESSION 1 HALL 3 English Katılımcı Sayısı (10)

Çukurova Uluslararası Temel ve Uygulamalı Bilimler Kongresi

Materyal ve Yöntem Materials and Methods

Veri Seti ve Kapsam

Araştırmamızın temelini; 10.04.2013 ile 10.02.2026 tarihleri arasında kapsayan ve toplam 37.744 ham yorumdan oluşan çok platformlu bir veri seti oluşturmaktadır.

HAM VERİ sayıları

Platform	Veri Sayısı
Instagram	2,794bin
YouTube	1,202
Facebook	11,234bin
Google Harita	5,078bin
TikTok	7,428bin
Twitter	10,010bin

Veri Kaynağı	Veri Sayısı
Araştırma Metni	29,289
Tanımlama	37,744
Tekrar Edilen Metin	7,660

Silvanur SOYAR

Silvanur SOYAR

Emine Nisa İktüdü Nergiz Poyraz Talha Enes BABA İsmail Hakkı Parfak İyşe Çiğdem Mustafa Cemil BİNGÖL T.Destek Moderatör Bilge Kagan DEDETURK

AKAP MEET SESSION 1 HALL 3 English Katılımcı Sayısı (10) Cukurova Uluslararası Temel ve Uygulamalı Bilimler Kongresi

Araştırma Bulguları Research Findings

Negatif Temalar

- **Yapay/otomatik üretilmiş içeriklere yönelik tepkiler:** Şehir tanıtımlarında kullanılan yapay zeka görsellerine yönelik "doğallıktan uzak" eleştirileri.
- **Ulaşım ve Altyapı Sorunları:** Yol durumları, tünel ak-saklıkları ve ulaşım koşullıklarına dair şikayetler.
- **Ekonomik sıkıntılar, geçim maliyeti ve fiyat artışı söylemleri:** Hayat pahalılığı ve yerel fiyat artışlarına yönelik tepkiler.
- **Sokak hayvanları ve hayvan refahı:** Sokak hayvanları yönetimi ve buna bağlı güvenlik endişeleri.
- **Sağlık hizmetleri/sağlık sorunlarına ilişkin şikayetler:** Hastane randevu sistemi ve doktor eksikliği kaynaklı memnuniyetsizlikler.

Yapay İçerik
Ulaşım
Ekonomi
Hayvanlar
Sağlık

Sunuma Ayrılan Süre: 13:29

Konuşmacı



Emine Nisa İktüdü

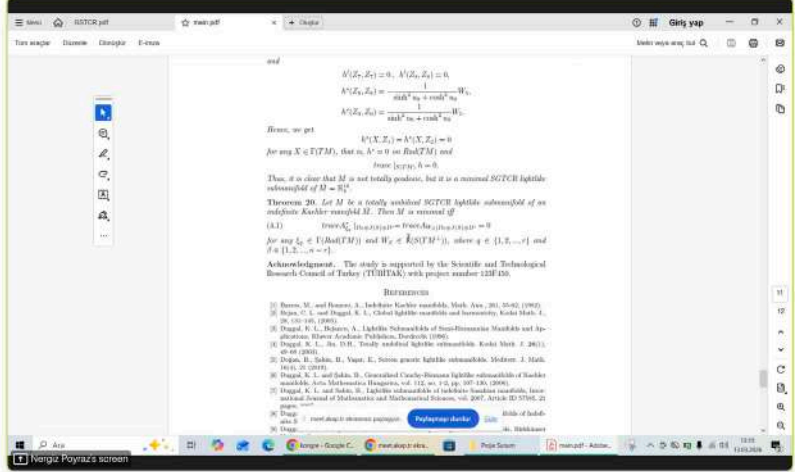






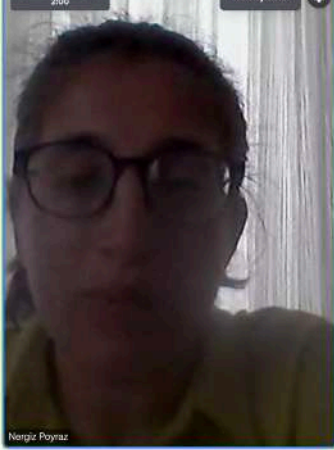



AKAP MEET SESSION 1 HALL 3 English Katılımcı Sayısı (10) Cukurova Uluslararası Temel ve Uygulamalı Bilimler Kongresi



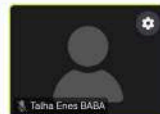

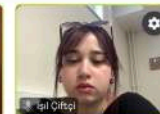

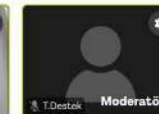



Sunuma Ayrılan Süre: 2:00

Konuşmacı



Nergiz Poyraz



AKAP MEET
Uluslararası Akademik Platform Online Kongre Sistemi

SESSION 1 HALL 3 English Katılımcı Sayısı (8)

Çukurova Uluslararası Temel ve Uygulamalı Bilimler Kongresi

RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
ALMOST CONVERGENT SEQUENCE SPACES

In this section, we mention some old works and construct the sequence spaces $f_0(S(r, s, t, u, v, y))$, $f_1(S(r, s, t, u, v, y))$ and $f_2(S(r, s, t, u, v, y))$. Moreover, we prove that these spaces are BK -spaces and are linearly isomorphic to the sequence spaces f_0 , f_1 and f_2 , respectively.

Lorentz characterized the almost convergent sequences by giving the next theorem.

Theorem 1 (see [21]). In order that F -limit, $\text{Lim}_{\text{Ave}} x_n = \lambda$ exists for the sequence $x = (x_n)$, it is necessary and sufficient that

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{x_n + x_{n+1} + \dots + x_{n+k}}{k+1} = \lambda$$

holds uniformly in n .

By connecting the notion of almost convergence and Theorem 1, the spaces f_0 , f_1 and f_2 of all almost convergent sequences, almost null sequences and almost convergent series are defined by

Mustafa Cemil Biggin's screen Moderatör

Mustafa Cemil Biggin Moderatör

Slanur SOYAR
Emine Nisa İkuçtu
Nergiz Poyraz
Talha Enes BABA
İsmail Hakkı Parlak
T.Destek Moderatör
Bilge Kağan DEDETÜRK

AKAP MEET
Uluslararası Akademik Platform Online Kongre Sistemi

SESSION 1 HALL 4 English Katılımcı Sayısı (5)

Çukurova Uluslararası Temel ve Uygulamalı Bilimler Kongresi

5. EBE VE SAĞLIK PROFESYONELERİNİN ROLÜ

5.1 Sağlığı Geliştirme Davranışlarının Desteklenmesi

- Gebelikte sağlıklı beslenme, fiziksel aktivite ve stres yönetimi konularında eğitim ve danışmanlık yapma,
- Gebenin risk durumuna uygun sağlık kontrollerini planlama ve izlemine sağlama,
- Anne adayının öz yeterliliğini güçlendirerek olumlu sağlık davranışlarına yönlendirme, görevlerini üstlenmeleri gerekmektedir

Gülneş ERDİ (I)'s screen

Gülneş ERDİ (I)

Dr. Öğr. Üyesi Fatma Tosun Moderatör
Beyza Erişen
T.Destek Moderatör
Fatma Mihrap METE

AKAP ULUSLARARASI AKADEMİK PLATFORM

Mikrofon Kamera Ekran Paylaşımı Kayıt Bitir Söz İste Sohbet Teknik Destek Çıkış Yap

AKAP MEET Uluslararası Akademik Platform Konferans Sistemi

SESSION 1 HALL 4 English Katılımcı Sayısı (6)

Çukurova Uluslararası Temel ve Uygulamalı Bilimler Kongresi

AFETLERDE ÜREME SAĞLIK HİZMETLERİ VE HEMŞİRENİN ROLÜ

Arş. Gör. Beyza ERÇEN
Prof. Dr. Ebru GÖZÜYEŞİL

Beyza Erçen's screen

Beyza Erçen

Dr. Öğr. Üyesi Tosun Moderatör
Gülnaz EROĞLU
T Destek Moderatör
Fatma Mihrap MENTE
Fatma Mihrap Mete

AKAP® ULUSLARARASI AKADEMİK PLATFORM

Mikrofon Kamera Ekran Paylaşımı Kayıt Bitir Söz İste Sohbet Teknik Destek Çıkış Yap

AKAP MEET Uluslararası Akademik Platform Konferans Sistemi

SESSION 1 HALL 1 English Katılımcı Sayısı (6)

Çukurova Uluslararası Sosyal ve Beşerî Bilimler Kongresi

Tartışma

Bu araştırma, e-sporcuların oyun motivasyonları ile akış deneyimleri arasındaki ilişkiyi ve bu değişkenlerin çeşitli demografik özelliklere göre nasıl farklılaştığını incelemeyi amaçlamıştır. Elde edilen bulgular, e-spor ekosisteminde motivasyonel süreçlerin ve oyun türünün, sporcuların psikolojik performans çıktılarını üzerinde belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir.

Ali CAN's screen

Ali CAN

Göğde Nalbant Moderatör
YASEMİN ASILTÜRK ÇIKIŞAN
Rahman AVDİN
Vasif Haziyev
T Destek Moderatör

AKAP® ULUSLARARASI AKADEMİK PLATFORM

Mikrofon Kamera Ekran Paylaşımı Kayıt Bitir Söz İste Sohbet Teknik Destek Çıkış Yap



Content

Author	Title	P. No
Seyit ÇERİBAŞI İlhan Emre İNAM	<i>EFFECTIVE UTILIZATION OF OUTRIGGER SYSTEMS IN HIGH-RISE STRUCTURES</i>	1
Kısmet CİNGÖZ	<i>SELECTION OF SMART MANUFACTURING TECHNOLOGIES USING THE SWARA AND ARAS METHODS</i>	9
Fazıl AKDAĞ	<i>FROM WALKING CITY TO THE LINE: A SPECULATIVE AND THEORETICAL ASSESSMENT OF ARCHITECTURAL UTOPIANISM</i>	22
Beyza ERÇEN Ebru GÖZÜYEŞİL	<i>REPRODUCTIVE HEALTH SERVICES IN DISASTERS AND THE ROLE OF NURSES: A CURRENT LITERATURE REVIEW</i>	34
Samet TOSUN	<i>CLINICAL UTILITY OF DYSPHAGIA SCREENING TOOLS IN ACUTE AND NEURODEGENERATIVE POPULATIONS: A CONTEMPORARY REVIEW</i>	45
Kader ŞAHİN	<i>COMPUTATIONAL and EXPERIMENTAL IDENTIFICATION of B-CATENIN/TCF4 PPI INHIBITORS via DRUG REPURPOSING STRATEGIES</i>	47
Gülay ŞATAK Mehmet KARAKILCIK	<i>DETERMINATION OF PRE-OPERATIONAL ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY LEVELS AND ESTABLISHMENT OF REFERENCE (BASELINE) VALUES AROUND THE AKKUYU NUCLEAR POWER PLANT</i>	56
Mustafa Cemil BİŞGİN	<i>ALMOST CONVERGENT SEQUENCE SPACES CONSTRUCTED VIA THE DOMAIN OF SEXTUPLE BAND MATRIX</i>	70
Selim KARTAL Tümay GÜNEŞ	<i>TWO-DIMENSIONAL FRACTAL ANALYSIS OF OTTOMAN-PERIOD SHORT-MINARET MOSQUES IN SINOP: THE CASE OF THE KEFEVİ AND MEYDANKAPI MOSQUES</i>	71
Maksim PONYAKIN	<i>THEORETICAL MODELS OF THE INTERACTION OF IONIZING RADIATION WITH COMPONENTS OF OIL SEDIMENTS (SOLID WASTE FROM OIL PIPELINES)</i>	83
Samet GÜMÜŞ Eray KARASLAN Ömer Faruk KAVAK	<i>AI-BASED AUTONOMOUS ASSET MANAGEMENT IN CRYPTO ASSET MARKETS</i>	85
Nergiz POYRAZ Mehmet Akif AKYOL	<i>A STUDY ON GENERALIZED SCREEN TRANSVERSAL CAUCHY-RIEMANN LIGHTLIKE SUBMANIFOLDS OF INDEFINITE KAEHLER MANIFOLDS</i>	87

Author	Title	P. No
Kamilova N. M.	<i>ENDOCRINE DETERMINANTS OF GENTOURINARY SYNDROME OF MENOPAUSE IN AZERBAIJANI POSTMENOPAUSAL WOMEN: A LATE-BREAKING POPULATION SPECIFIC ANALYSIS</i>	88
Srijani DASGUPTA Manik GHOSH	<i>MULTI-PATHWAY MODULATION OF MAPK, PI3K/AKT, and NF-κB SIGNALING BY POLYHERBAL EXTRACTS: A PROMISING THERAPEUTIC STRATEGY FOR MYOCARDIAL INFARCTION MANAGEMENT</i>	89
Natalia BOLOCAN Oxana SPINU Igor POVAR	<i>THERMODYNAMIC COOPERATIVITY AS A GOVERNING FACTOR OF METAL MOBILITY IN NATURAL AND ENGINEERED AQUEOUS SYSTEMS</i>	90
Natalia BOLOCAN Oxana SPINU Igor POVAR	<i>THERMODYNAMIC PREDICTION OF SYNERGISM AND ANTAGONISM IN MULTICOMPONENT LIQUID-LIQUID EXTRACTION SYSTEMS</i>	91
Asad ULLAH Muhammad Muddassir ALI	<i>THE EVOLVING DYNAMICS OF ORAL SQUAMOUS CELL CARCINOMA (OSCC) DRIVEN TISSUE REMODELING FROM TUMOR ONSET TO THERAPY: THE DARK SIDE</i>	92
C. M. Ugbaja K. B. Okeoma C. A. Madu O. K. Echendu S. O. Ajayi	<i>MINERALOGICAL AND MICROSTRUCTURAL EVALUATION OF NIGERIAN CLAY DEPOSITS FOR CERAMIC CAPACITOR APPLICATIONS</i>	93
Gopinath N Inbarajan M Yogeshwaran M Balaji K Goventhane E Nixon Samuel Vijayakumar	<i>STROKEGUARD AI: A LIGHTWEIGHT MULTIMODEL FRAMEWORK FOR EARLY STROKE RISK DETECTION USING FACIAL AND VOICE BIOMARKS</i>	94
Nadia AKRAM	<i>SUSTAINABLE MATERIALS FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION</i>	95
Balasubramani G L Rinky RAJPUT Manish GUPTA Pradeep DAHIYA Jitendra K Thakur Rakesh BHATNAGAR Abhinav GROVER	<i>STRUCTURE-BASED DRUG REPURPOSING TO INHIBIT THE DNA GYRASE OF MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS</i>	96



Author	Title	P. No
Marija Radmilović- RADJENOVIĆ Branislav RADJENOVIĆ Bojana BOKIĆ Darko VASIJEVIĆ Branko KOLARIĆ	<i>GEOMETRIC CONTROL OF THERMODYNAMIC AND NEGATIVE HEAT CAPACITY IN NANOSTRUCTURED MATERIALS</i>	97
Adeniran, Deborah Adeola	<i>HERBAL REMEDIES FOR GASTROINTESTINAL DISORDERS AND THEIR EVIDENCEBASED APPLICATIONS</i>	98
Ansek BALOGOU	<i>THE EFFECTS OF MELATONIN IN ENHANCING DROUGHT TOLERANCE IN PLANTS</i>	99
Benyahia AMAR Benyahia ABDESSETAR	<i>EFFECT OF GRAPHENE POWDER ON THE PROPERTIES OF SELF-COMPACTING MORTAR</i>	100
R Muthu RAMYA R Nandhini B L Nandhutha B Nethrha A B M. Meena	<i>ARTIFICIAL INTELLIGENCE ASSISTED DETECTION OF WATER CONTAMINANTS USING SMART SENSOR SYSTEMS</i>	106
Adriana GRIGORAS	<i>BRONCHIAL WALL REMODELING IN ASTHMA</i>	107
Samet GÜMÜŞ Eray KARASLAN Muhammed Enes BEŞİNCİ	<i>AI-BASED ROUTE OPTIMIZATION IN LOGISTICS OPERATIONS</i>	108
Nisa Nur GÖKSEL Laura CORMIO	<i>SUSTAINABLE DESIGN APPROACH in RELIGIOUS ARCHITECTURE: THE CASE of ALI KUŞÇU MOSQUE</i>	110
Majekodunmi Racheal ADEDAYO Balqees Folake AYILARA Bashirat Olamide YUSUF-SALIHU	<i>PARTIAL PURIFICATION, CHARACTERIZATION, AND ACTIVITIES OF LIPASE PRODUCED BY ASPERGILLUS NIGER P151 AND ASPERGILLUS FLAVUS P152</i>	122
Bilyaminu Garba JEG Muskhazli MUSTAFA Micheal Charles RAJARAM Musa ISAH	<i>OPTIMIZATION AND EXPERIMENTAL VALIDATION OF <i>Curtobacteria</i> strain-MEDIATED PHOSPHATE REMOVAL UNDER VARIABLE PHYSICOCHEMICAL PARAMETRS</i>	123
Sena ALUÇ Demet EROL Ahmet ŞEKEROĞLU	<i>A BIOENERGY APPROACH BASED ON BIOMASS PRODUCTION IN MARGINAL AREAS: GLOBAL TRENDS</i>	124
Abdelghani ABOUKHALAF Houda EL YACOUBI Atmane ROCHDI	<i>NUTRITIONAL, BIOACTIVE AND ANTIOXIDANT ASSESSMENT OF SOME WILD EDIBLE MEDICINAL PLANTS COMMONLY CONSUMED IN MOROCCO</i>	126
Vanthana G Varsa G Aishwarya S Tharunika P M Varshana Deepa A.Vijayalakshmi	<i>SILENT DESTROYER: CORROSION AND ITS TRILLION-RUPEE IMPACT ON INFRASTRUCTURE</i>	127

Author	Title	P. No
Alper ÇABUK Saye Nihan ÇABUK	TRAINING AND COLLABORATION NETWORK FOR NATURE-BASED SOLUTIONS IN DISASTER MANAGEMENT	128
Sabina KHANAM	DEATHS DUE TO INDOOR AIR POLLUTION: A SYSTEMATIC REVIEW	141
Beyza ERÇEN Ebru GÖZÜYEŞİL	DIGITAL VIOLENCE AND WOMEN'S HEALTH	142
Rabiu Ahmad ABUBAKAR Tasán Cruz DANY Oviedo Salas Gonzalo PAUL Molina Ruiz VÍCTOR Becerra Martinez Marcelo ALEJANDRO	DESIGN AND CONSTRUCTION OF A WIND-POWERED TURBO VENTILATOR GREENHOUSE DRYER: A SUSTAINABLE BUILDING TECHNOLOGY SOLUTION FOR POST-HARVEST PRESERVATION	153
Ochuko ORAKPOGHENOR	EMERGING PATHOLOGICAL IMPLICATIONS OF MICRO- AND NANOPLASTIC EXPOSURE IN FOOD-PRODUCING ANIMALS: A CALL FOR STRUCTURED SURVEILLANCE IN NIGERIA	155
Ephesus O. FATUNMBÌ O. E. OMOTOLA	MARANGONI-INDUCED BIOCONVECTIVE MAXWELL NANOFUID FLOW AND THERMAL TRANSPORT OVER A POROUS ROTATING DISK	156
Enis URUCI Emirjeta KUNIQI	DIGITAL DENTISTRY AND ITS IMPACT ON ORAL HEALTH	157
Khanh Giang LE	RECENT ADVANCES IN GNSS-BASED DYNAMIC DISPLACEMENT FORECASTING FOR CABLE-STAYED BRIDGES: FROM STATISTICAL METHODS TO HYBRID DEEP LEARNING ARCHITECTURES – A CRITICAL REVIEW	169
Nergiz POYRAZ Mehmet Akif AKYOL	GEOMETRY OF TOTALLY UMBILICAL SCREEN GENERIC TRANSVERSAL CAUCHY-RIEMANN LIGHTLIKE SUBMANIFOLDS OF INDEFINITE KAEHLER MANIFOLDS	183
Monesh M Narasapuram NEERAJ Nitheesh M Ragavan R S M. MEENA	GRAPHENE-BASED FLEXIBLE SUPERCAPACITORS FOR NEXT-GENERATION WEARABLE ENERGY STORAGE	184
Gülnaz ERDİ Şule GÖKYILDIZ SÜRÜCÜ	HEALTH PROMOTION AND SELF-CARE DURING HIGH-RISK PREGNANCY: A REVIEW BASED ON THE PENDER AND OREM MODELS	185
Daniel SANUSI	INTELLIGENT RISK MANAGEMENT IN PRACTICE: AI AS A CATALYST FOR SUSTAINABLE TRANSFORMATION IN ACTUARIAL SCIENCE EDUCATION	200
Farjallah SARRA	USING MOLECULAR APPROACHES TO IDENTIFY FLAGELLATED PROTOZOANS IN DOMESTIC CHICKENS	201



Author	Title	P. No
S A Marathaka RANI Murugesan KAMARAJ	MARINE MACROALGAL BIOACTIVE COMPOUNDS AND APPLICATIONS ACROSS FOOD, BIOMEDICAL, AND ENVIRONMENTAL SECTORS	202
Blessing Adeleke OLUWATIMILEYIN	KNOWLEDGE AND PERCEIVED EFFICACY OF FRUITS AND VEGETABLES CONSUMPTION FOR THE PREVENTION OF BREAST CANCER AMONG FEMALE UNDERGRADUATE STUDENTS OF UNIVERSITY OF IBADAN, IBADAN	203
Mustafa Güçlü SUCAK Serap GÖNCÜ	BEEF FATTY ACID COMPOSITION: BIOLOGICAL MECHANISMS AND THE ROLE OF FEEDING SYSTEMS	205
Mustafa Güçlü SUCAK Serap GÖNCÜ	GRAZING BASED FEEDING SYSTEMS: AN EVALUATION IN TERMS OF PRODUCTIVITY AND SUSTAINABILITY IN CATTLE FARMING	207
Gizem KORKUT Aykut ŞAŞMAZ	EVALUATION OF THE IMPACT OF NEUTROPHIL-LYMPHOCYTE RATIO, PLATELETLYMPHOCYTE RATIO AND OTHER PROGNOSTIC PARAMETERS ON TREATMENT RESPONSE AND RENAL SURVIVAL IN PATIENTS WITH PRIMARY MEMBRANOUS NEPHROPATHY	209
Kamil YILMAZ	THE RELATIONSHIP BETWEEN INFLAMMATORY HEMATOLOGICAL INDEXES AND CRP IN CHILDREN WITH CYSTIC FIBROSIS: A CONTROL GROUP ANALYSIS	212
Ahmet ERKEK	FROM SCALPELS TO ROBOTICS: THE HISTORICAL DEVELOPMENT OF SURGICAL TECHNOLOGIES	214
Levent ÖZDEMİR	ACUTE RHYTHMIC LINGUAL DYSTONIA AS A RARE NEUROLOGICAL COMPLICATION AFTER GENERAL ANESTHESIA: CASE REPORT	216
Nursel BUDAK Ülkü DUMAN	THE RELATIONSHIP BETWEEN URBAN RESILIENCE AND VULNELITY IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE: A THEORETICAL ASSESSMENT THROUGH URBAN REGENERATION	219
Talha Enes BABA İsmail Hakkı PARLAK Mehmet Dinçer ERBAŞ	ACUTE RHYTHMIC LINGUAL DYSTONIA AS A RARE NEUROLOGICAL COMPLICATION AFTER GENERAL ANESTHESIA: CASE REPORT	222
Muhammed Çağrı AKSU Sılanur SOYAR Emine Nisa İLKUTLU Işıl ÇİFTÇİ Berra ULUDERE	SENTIMENT AND THEMATIC ANALYSIS OF LOCAL DIGITAL DISCOURSE: THE CASE OF ARTVIN PROVINCE	223

Author	Title	P. No
Bilge Kagan DEDETURK	DEEP REINFORCEMENT LEARNING FOR AOI MINIMIZATION WITH RELIABLE DATA COLLECTION IN UAV-ASSISTED IOT NETWORKS	225
Fatma Mihrap METE Yasemin KALKAN UĞURLU	RELATIONSHIP BETWEEN SPOUSE SUPPORT AND SELF-MANAGEMENT IN INDIVIDUALS WITH TYPE-2 DIABETES	226
Tuba BAK Turan KARADENİZ	HISTOLOGICAL DETERMINATION OF FLOWER BUD DIFFERENTIATION PERIOD AND FEMALE FLOWER FORMATION IN HAZELNUT	228
Lutfi TAKCI	SCANNING ELECTRON MICROSCOPY (SEM) INVESTIGATION OF ARTERIAL VASCULARIZATION OF THE TONGUE IN WILD BOAR (SUS SCROF	229
Keziban OKUTAN Büşra AYDIN	INTEGRATIVE TRANSCRIPTOMIC ANALYSIS AND DRUG REPOSITIONING FOR GASTRIC INTESTINAL METAPLASIA: AN IN SILICO OMICS-ORIENTED STUDY	231
Burcu PALA Furkan ER Coşkun AYDINER	MEMBRANE-BASED WATER RECOVERY FROM BIOLOGICALLY TREATED EFFLUENT IN THE FRUIT JUICE INDUSTRY: A DUPONT WAVE SIMULATION STUDY	232
Susan VEFAİ ZAYAT Susan VEFAİ ZAYAT	ASSESSING ENERGY SECURITY IN SYRIA: PRE-WAR CONDITIONS, POST-WAR CHALLENGES, AND FUTURE DEMAND PROJECTIONS	235
Selim ÜNAL	ENGINEERING POROUS YTTRIA-STABILIZED ZIRCONIA FOR PLASMONIC HARSH-ENVIRONMENT SENSORS	237
Hakan AYDIN Onur ÖNÜR MEN	e-NetCoM: FROM DISASTER NARRATIVES TO DATA-DRIVEN ENVIRONMENTAL COMMUNICATION	238
J PRATHESHA Preethi L Raga Surya HARSHİNİ D Rakshita D M. MEENA	PEROVSKITE SOLAR CELL MATERIALS FOR HIGH-EFFICIENCY RENEWABLE ENERGY CONVERSION	240
Andrey POPATANASOV	ON THE SUCCESS AND FEASIBILITY OF “EL PAHUMA” – THE FIRST ORCHID NATURE RESERVE IN ECUADOR AS A WAY TO PROTECT THE OVERHELMING ECUADORIAN ORCHID BIODIVERSITY	241
Franck AMOUSSOU	PROCESS TYPES AND PARTICIPANT ROLES IN AMMA DARKO’S FACELESS AND SEFI ATTA’S EVERYTHING GOOD WILL COME: A COMPARATIVE FUNCTIONAL STRUCTURALIST PERSPECTIVE	242



Author	Title	P. No
Rajeev ARORA	REMOVAL OF HEAVY METAL FROM WASTE WATER USING POLYMERIC AND WASTE MATERIALS – A REVIEW	265
Sabina A. ALIYEVA	RADIOLOGICAL–MORPHOMETRIC EVALUATION OF FACIAL SKELETAL ASYMMETRY USING MODERN IMAGING TECHNIQUES	266
Fedwa BEGHDADI El-Hadj DRICHE	SAHARAN ACTINOMYCETES FROM TAMANRASSET AS PROMISING BIOCONTROL AGENTS AGAINST PHYTOPATHOGENS	267
Fedwa BEGHDADI El-Hadj DRICHE	DESERT MICROBIAL BIODIVERSITY AS A SOURCE OF INNOVATIVE CROP PROTECTION SOLUTIONS	268
Fedwa BEGHDADI El-Hadj DRICHE	ECOLOGICAL ADAPTATION AND ANTAGONISTIC POTENTIAL OF SAHARAN ACTINOBACTERIA	269
Fedwa BEGHDADI El-Hadj DRICHE	HARNESSING SAHARAN SOIL MICROORGANISMS FOR SUSTAINABLE PHYTOPATHOGEN MANAGEMENT	270
Ahmed SALIM Abdslam EL BOUARI Anas CHRAKA Samir CHTITA Mohamed TAHIRI Omar TANANE	SUSTAINABLE REMOVAL OF METHYLENE BLUE USING DATE-PIT DERIVED ACTIVATED CARBON: INTEGRATED EXPERIMENTAL ASSESSMENT AND MOLECULAR-LEVEL INSIGHTS	271
Gülnaz ERDİ Burcu AVCIBAY VURGEÇ	INTEGRATION OF PERINATAL MENTAL HEALTH SERVICES INTO THE MATERNAL AND CHILD HEALTH SYSTEM IN LIGHT OF THE WORLD HEALTH ORGANIZATION GUIDELINES	272
Özkan BAL Şeref KURT Süleyman ÖZCAN	DETERMINATION OF CHANGES IN EQUILIBRIUM MOISTURE CONTENT AND OVEN-DRY DENSITY IN WOODEN MATERIALS WITH DIFFERENT SERVICE LIVES	284
Sümeyye KABA Şeref KURT Süleyman ÖZCAN	DETERMINING THE STRENGTH PROPERTIES OF WOODEN MATERIALS USED IN HISTORICAL SAFRANBOLU HOUSES	289
Necmi YARBAŞI	THE EFFECT OF FREEZE-THAW CYCLES ON THE STRENGTH OF COARSE-GRAINED SOILS REINFORCED WITH WASTE BANANA PEELS AND MARBLE DUST	298
Recep ERGENÇOĞLU Ali Payidar AKGÜNGÖR	OPTIMIZING GREEN TIMES AND SIGNAL PHASING AT INTERSECTIONS VIA HARRIS HAWKS OPTIMIZATION (HHO)	306

Author	Title	P. No
Bello Magaji BAKORI Sani IBRAHIM	<i>ARTIFICIAL INTELLIGENCE PROFILING AND PREDICTIVE MODELING FOR EARLY DETECTION AND CHARACTERIZATION OF GASTROINTESTINAL AND HEMATOLOGICAL PARASITIC INFECTIONS: A REVIEW</i>	317
J.C. Echewodo B.C. Anusionwu E.C. Mbamala O.K. Echendu	<i>INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF PRECURSOR CONCENTRATION (SbCl₃) ON THE OPTICAL PROPERTIES OF CuSbS₂ THIN FILMS AS-DEPOSITED</i>	318
Mokhnane TAREK Reguia KHIARI Sabah ADJLANE	<i>INNOVATION IN AGRICULTURE IN ARID REGIONS: CHALLENGES AND PROSPECTS THE CASE OF BISKRA, ALGERIA</i>	319
Rabiu Ahmad ABUBAKAR Tasán Cruz DANY Oviedo Salas Gonzalo PAUL Molina Ruiz VÍCTOR Becerra Martinez Marcelo ALEJANDRO	<i>DESIGN AND CONSTRUCTION OF A PLASTIC WATER TANK BIOGAS DIGESTER FOR HOUSEHOLD GREEN ENERGY APPLICATIONS</i>	320
Rabiu Ahmad ABUBAKAR Tasán Cruz DANY Oviedo Salas Gonzalo PAUL Molina Ruiz VÍCTOR Becerra Martinez Marcelo ALEJANDRO	<i>DESIGN AND CONSTRUCTION OF A WATER MANOMETER FOR BIOGAS FIXED-DOME DIGESTERS IN RESIDENTIAL BUILDING APPLICATIONS</i>	321

ÇOKLU DIŞTAN DESTEK SİSTEMLERİNİN (DDS) YÜKSEK YAPILARDA EFEKTİF KULLANIMI EFFECTIVE UTILIZATION OF OUTRIGGER SYSTEMS IN HIGH-RISE STRUCTURES

Prof. Dr. Seyit ÇERİBAŞI

Maltepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE

Dr. İlhan Emre İNAM

Maltepe Üniversitesi, Yapı-Deprem Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul, TÜRKİYE

ÖZET

Çoklu dıştan destek sistemlerinin (DDS) yüksek yapılarda etkin kullanımı, çağdaş yapı mühendisliğinde kritik bir konu haline gelmiştir. Yapı yükseklikleri arttıkça, rüzgâr ve deprem kaynaklı yatay yükler, stabilite ve güvenlik açısından önemli zorluklar yaratmaktadır. Bu çalışma, DDS'nin yapısal performansı artırmadaki rolünü incelemekte; yatay yer değiştirmeleri azaltma, yük dağılımını iyileştirme ve malzeme verimliliğini optimize etme kapasitesine odaklanmaktadır. Geleneksel sistemler ile DDS entegre edilmiş tasarımların karşılaştırmalı analizleri, dıştan çaprazlama ve destek mekanizmalarının yapısal zafiyetleri en aza indirmedeki avantajlarını ortaya koymaktadır. DDS kullanan yüksek binalara ait örnekler, dayanıklılık ve maliyet etkinliğinde iyileşmelerin yanı sıra mimari esnekliğe de olanak tanımaktadır. Bulgular, DDS'nin yalnızca yapısal sağlamlığa katkı sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda malzeme tüketimini azaltarak sürdürülebilir tasarım ilkeleriyle uyumlu olduğunu göstermektedir. Genel olarak, bu çalışma yüksek yapıların tasarımında DDS entegrasyonunun daha güvenli, verimli ve çevreye duyarlı yapılar elde etmek için gerekli olduğunu ortaya koymaktadır. Analizler, DDS kullanılan sistemlerde yatay deplasmanların ve kat öteleme oranlarının geleneksel sistemlere kıyasla daha düşük olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: DDS, Deprem, Yüksek Yapılar

ABSTRACT

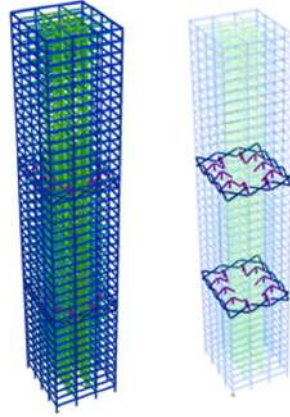
The effective utilization of multiple external support systems (outrigger) in high-rise structures has become a critical topic in contemporary structural engineering. As building heights increase, lateral loads induced by wind and seismic activity pose significant challenges to stability and safety. This study investigates the role of outrigger in enhancing structural performance, focusing on their ability to reduce lateral displacements, improve load distribution, and optimize material efficiency. Through comparative analyses of conventional structural systems and outrigger -integrated designs, the research highlights the advantages of external bracing and support mechanisms in minimizing structural vulnerabilities. Case studies of tall buildings employing outrigger demonstrate improvements in both resilience and cost-effectiveness, while also emphasizing architectural flexibility. The findings suggest that outrigger not only contribute to structural robustness but also align with sustainable design principles by reducing material consumption. Overall, the study underscores the necessity of integrating outrigger into the design of high-rise buildings to achieve safer, more efficient, and environmentally responsible structures. The analyses have shown that lateral displacements and interstory drift ratios are lower in systems with outrigger compared to conventional systems.

Keywords: Outrigger, Earthquake, High-rise Structures

GİRİŞ

Yüksek yapıların tasarımında karşılaşılan en önemli sorunlardan biri, artan yükseklikle birlikte rüzgâr ve deprem gibi yatay yüklerin yapıya etkisinin belirgin şekilde artmasıdır. Bu durum, hem stabilite hem de güvenlik açısından ciddi mühendislik problemleri doğurmaktadır. Geleneksel taşıyıcı sistemler belirli bir noktaya kadar yeterli performans sağlasa da, çok katlı yüksek yapılarda bu sistemlerin tek başına kullanımı çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. İşte bu noktada çoklu dıştan destek sistemleri (DDS) devreye girmektedir.

DDS, yapının dış çerçevesine entegre edilen çaprazlama ve destek mekanizmaları aracılığıyla yatay yüklerin daha etkin biçimde karşılanması sağlar. Bu sistemler, hem yatay yer değiştirmelerin azaltılmasına hem de yüklerin daha dengeli dağıtılmasına katkıda bulunur. Ayrıca malzeme verimliliğini artırarak sürdürülebilir tasarım ilkeleriyle uyumlu çözümler sunar. DDS'nin kullanımı yalnızca yapısal sağlamlığı artırmakla kalmaz, aynı zamanda mimari esneklik ve maliyet etkinliği açısından da avantajlar sağlar. DDS'nin yapıyla entegrasyon görseli Şekil. 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Yapısal sistemlerin şematik gösterimi

Dolayısıyla, yüksek yapıların tasarımında DDS'nin entegrasyonu kaçınılmaz bir gereklilik haline gelmiştir. Bu çalışmanın amacı, DDS'nin yüksek yapılarda karşılaşılan mühendislik problemlerine nasıl çözüm sunduğunu ortaya koymak ve bu sistemlerin etkin kullanımına dair kapsamlı bir değerlendirme yapmaktır. Geleneksel taşıyıcı sistemler belirli bir noktaya kadar yeterli performans sağlasa da, çok katlı yapılarda bu sistemlerin tek başına kullanımı çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Taranath (1975) tek bir konumda dıştan destek sisteminin (DDS) yüksek binalarda kullanılması durumunda, bina yüksekliği H olarak kabul edildiğinde en uygun konumun $0.545H$ yüksekliğinde olacağını göstermiştir.

McNabb ve Muvdi (1975) tek bir konumda dıştan DDS kullanılması durumu için Taranath (1975)'i doğrulamışlardır. İki farklı konumda dıştan DDS kullanılması durumunda ise en uygun konum olarak $0.687H$ ve $0.315H$ yüksekliğinde olacağını göstermişlerdir. Stafford ve Salim (1981) problemin çözümünü basitleştirmek adına DDS'yi eğilme rijitlikli olarak kabul etmişlerdir. Diğer taraftan DDS'nin kendi elastikiyetinin bina yatay yer değiştirmesine ve merkezdeki çekirdekte oluşan moment tesirlerine etkisi olacaktır.

Hoenderkamp ve Snijder (2000) yaptıkları çalışma ile yatay yükler etkisindeki yüksek binaların ön tasarımı için, DDS'nin binaların cephesine konumlandırıldığı durum (Façade outrigger braced frame) için basitleştirilmiş bir analiz yöntemi sunmuşlardır. Bu çalışmayı müteakiben Hoenderkamp ve Bakker (2002) yaptıkları bir diğer çalışma ile bir adet DDS kullanılması durumunda en uygun konum için basitleştirilmiş grafiksel bir yöntem geliştirmişlerdir. Hangi eğrinin kullanılacağını belirlemek için merkez çelik çapraz sisteminin ve DDS'nin (outrigger) rijitlik ve racking kayma rijitlik bilgileri belirlenmelidir. Çalışmada örnek olarak incelenen 29 katlı 87m yüksekliğindeki bir bina için en uygun DDS konumunun $0.673H$ yüksekliğinde olacağı sonucuna varılmıştır.

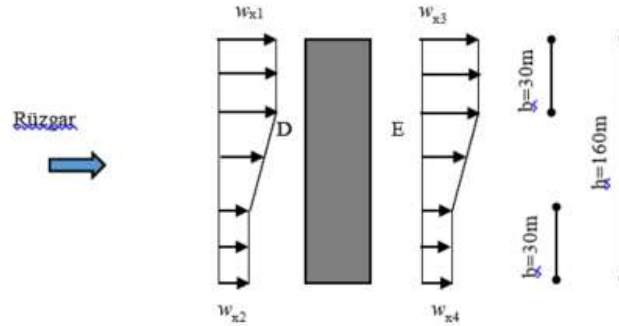
Hoenderkamp (2008) iki farklı konumda DDS olduğu durumlar için en uygun konumu araştırmıştır. Üst kotta bulunan DDS konumu sabit tutulmuş ve alt kotta konumlanan DDS için en uygun konum araştırılmıştır. Gerasimidis ve diğ. (2009) yanal yük olarak sadece rüzgar yükünü dikkate almış ve

en uygun ikinci DDS konumunu araştırmışlardır ve rüzgar yükünü düzgün yayılı yük olarak binaya etkitmişlerdir. İdealize ettikleri bilgisayar analiz modelini iki boyutlu olarak kurmuş, merkezde betonarme perde çekirdek, dış kolonlar ve aynı kesit ve geometrik özelliklere sahip DDS'yi dikkate almışlardır.

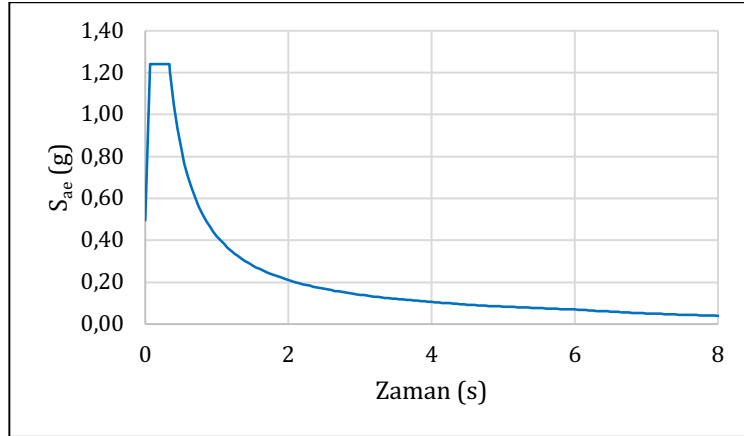
Sonuç olarak, DDS'nin yüksek yapılarda entegrasyonu günümüzde kaçınılmaz bir gereklilik haline gelmiştir. Bu çalışma, DDS'nin yüksek yapılarda karşılaşılan mühendislik problemlerine nasıl çözüm sunduğunu ortaya koymakta ve bu sistemlerin etkin kullanımına dair kapsamlı bir değerlendirme sunmaktadır.

MODEL VE ANALİZLER

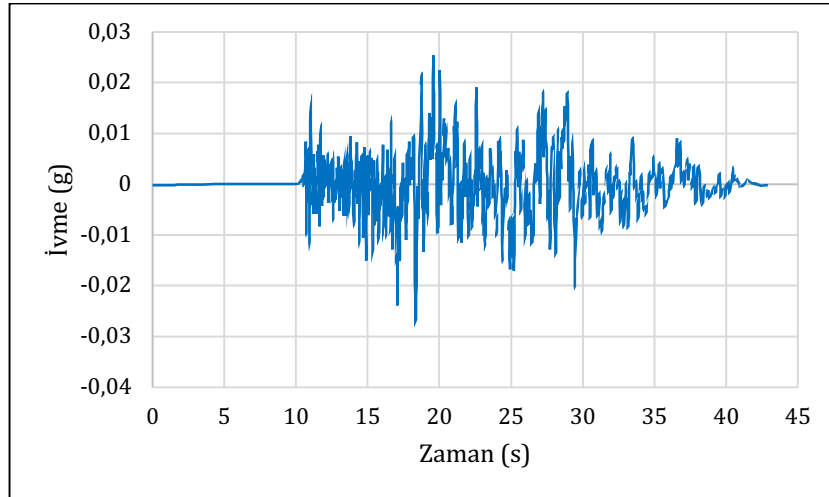
Bu çalışmada yüksek yapılarda çoklu dıştan destek sistemlerinin (DDS) etkinliğini değerlendirmek amacıyla hem analitik hem de sayısal yöntemlere dayalı kapsamlı bir modelleme süreci gerçekleştirilmiştir. Öncelikle, geleneksel çerçeve sistemleri ile DDS entegre edilmiş sistemler karşılaştırmalı olarak incelenmiş, bu sayede farklı taşıyıcı sistemlerin yatay yükler altındaki davranışları ortaya konmuştur. Modelleme sürecinde, rüzgâr ve deprem yükleri altında yapının maruz kaldığı yatay deplasmanlar, kat öteleme oranları ve iç kuvvet dağılımları detaylı biçimde analiz edilmiştir. Rüzgar yükü uygulamasının şematik bir gösterimi Şekil 2'de verilmiştir. Ayrıca, deprem yüklerinin oluşturulmasında kullanılan elastik tasarım spektrumu Şekil 3'te ve kullanılan 11 adet ivme kaydından bir tanesi (Düzce 1999) Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 2. X doğrultusu için tüm bina yüzeylerine etkiyen rüzgar yükleri

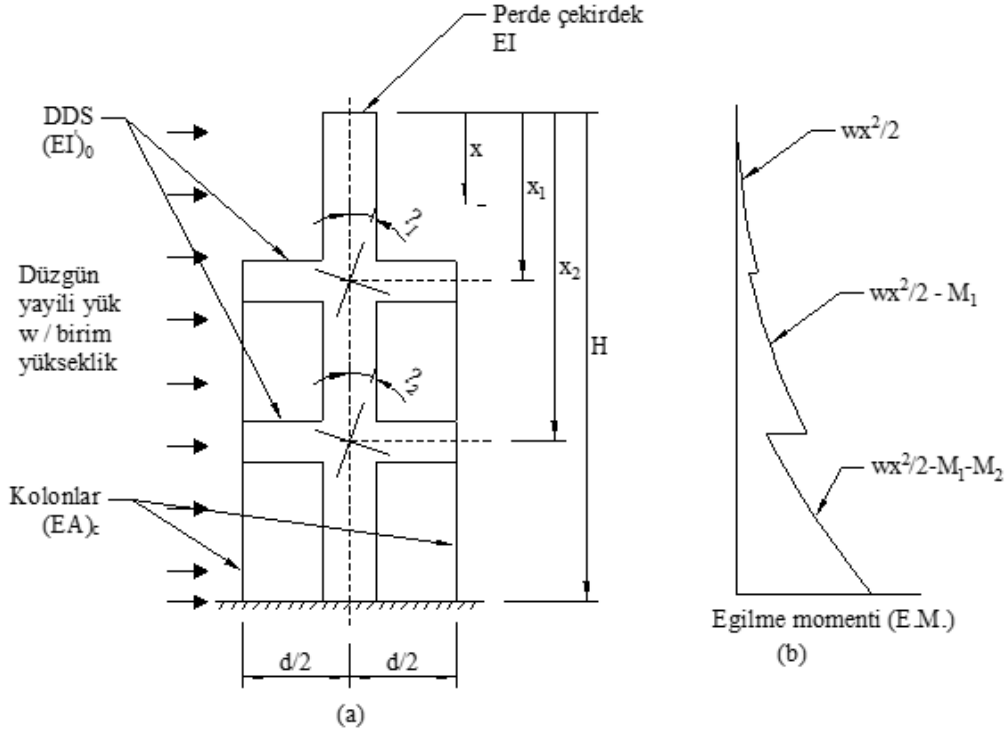


Şekil 3. Elastik Tasarım Spektrumu



Şekil 4. Örnek ivme kaydı (Düzce 1999)

Analizlerde sonlu elemanlar yöntemi kullanılmış ve yüksek yapıların üç boyutlu bilgisayar modelleri oluşturulmuştur. Bu modellerde dıştan çaprazlama ve destek elemanlarının rijitlik katkısı, yük aktarım mekanizmaları ve malzeme verimliliği değerlendirilmiştir. Ayrıca, farklı DDS konfigürasyonlarının (örneğin diyagonal, X-brace ve bundled tube sistemleri) performansları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar, DDS'nin özellikle deprem yükleri altında yapının dayanıklılığını artırdığını ve rüzgâr yükleri altında yatay deplasmanları belirgin şekilde azalttığını göstermiştir. Çekirdekte oluşan eğilme moment diyagramları DDS seviyelerinde moment değerlerinin düşmesi neticesinde Şekil 5'de görüldüğü gibi bir değişim göstermiştir.



Şekil 5. (a) İki DDS'li yapı, (b) Dıştaki moment diagramı,

Çalışmada yer alan analizler referans sonuçları desteklemektedir. Örneğin, Asya'da inşa edilen yüksek binalarda DDS uygulamaları sayesinde kat öteleme oranlarının yönetmelik sınırları içinde kaldığı gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, Amerika'daki gökdelenlerde yapılan analizler, DDS'nin mimari esnekliği korurken yapısal güvenliği artırdığını ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, model ve analizler DDS'nin yüksek yapılarda yalnızca yapısal sağlamlığı artırmakla kalmadığını, aynı zamanda sürdürülebilir tasarım ilkeleriyle uyumlu çözümler sunduğunu göstermektedir. Bu bulgular, DDS'nin yüksek yapıların tasarımında vazgeçilmez bir unsur olduğunu ve gelecekteki projelerde daha geniş ölçekte uygulanması gerektiğini ortaya koymaktadır.

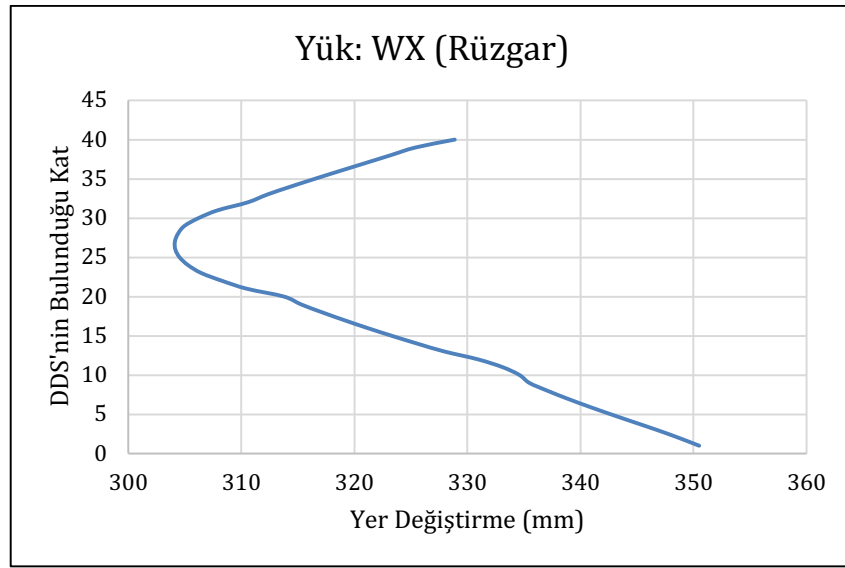
Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen karşılaştırmalı analizler, çoklu dıştan destek sistemlerinin (DDS) yüksek yapılarda geleneksel sistemlere kıyasla belirgin avantajlar sunduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle rüzgâr ve deprem yükleri altında yapılan simülasyonlarda, DDS entegrasyonu sayesinde yatay deplasmanların önemli ölçüde azaldığı gözlemlenmiştir. Bu bulgu, DDS'lerin yüksek yapıların stabilitesini artırmakta ve kat öteleme oranlarını yönetmelik sınırları içerisinde tutmakta etkili olduğunu göstermektedir.

TARTIŞMA

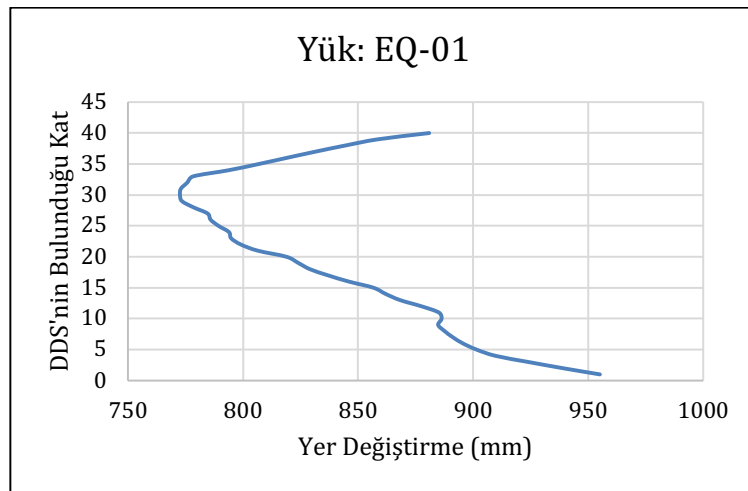
Şekil 6'da görüldüğü üzere, yatay rüzgâr yükleri altında geleneksel sistemlerde bina yüksekliği arttıkça yatay deplasman değerleri hızla yükselirken, DDS kullanılan yapılarda bu artış sınırlı kalmaktadır. Bu durum, DDS'nin rijitlik kazandırma ve yük aktarımını optimize etme kapasitesini

açıkça göstermektedir. Aynı sonuç malzeme verimliliği ve dayanıklılık açısından da DDS'nin sağladığı katkıyı ortaya koymaktadır. DDS entegrasyonu, hem kullanılan malzeme miktarını azaltmakta hem de yapının dayanıklılığını artırmaktadır. Şekil 7 aynı durumun deprem yükleri altında da oluştuğunu göstermektedir.

Bu sonuçlar, DDS'nin yalnızca yapısal sağlamlığı artırmakla kalmayıp, aynı zamanda sürdürülebilir tasarım ilkeleriyle uyumlu olduğunu göstermektedir. Ayrıca, mimari esneklik ve estetik çeşitlilik açısından da DDS'nin yüksek yapılarda yenilikçi çözümler sunduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla, DDS'nin entegrasyonu gelecekteki yüksek yapı projelerinde hem mühendislik hem de mimarlık açısından vazgeçilmez bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 6. Rüzgar yükleri altında bir katta DDS olması durumu için tepe yerdeğiştirmesi



Şekil 7. EQ – 01 deprem yükü altında bir katta DDS olması durumu için tepe yerdeğiştirmesi

SONUÇLAR

- Dıştan destek sistemlerinin (DDS) yüksek yapılarda entegrasyonu, yatay yükler altında yapısal performansı belirgin şekilde artırmaktadır. Analizler, DDS kullanılan sistemlerde yatay deplasmanların ve kat öteleme oranlarının geleneksel sistemlere kıyasla daha düşük olduğunu göstermiştir. Bu durum, yapı güvenliğini ve kullanıcı konforunu doğrudan etkilemektedir.
- DDS uygulamaları, sadece dayanıklılığı artırmakla kalmayıp aynı zamanda malzeme verimliliği ve sürdürülebilirlik açısından da avantaj sağlamaktadır. Tezde incelenen örneklerde, dıştan destek sistemleri sayesinde daha az malzeme kullanımıyla daha yüksek rijitlik elde edilmiş; bu da çevresel etkiyi azaltan bir tasarım yaklaşımını mümkün kılmıştır.
- Vaka analizleri, DDS'nin mimari esneklik ve estetik çeşitlilik açısından da katkı sunduğunu ortaya koymuştur. Dıştan destek elemanlarının yapı cephesine entegre edilmesi, hem görsel zenginlik hem de fonksiyonel fayda sağlamaktadır. Bu yönüyle DDS, mühendislik ve mimarlık disiplinlerini bir araya getiren bütüncül bir çözüm sunmaktadır.

KAYNAKÇA

B. S. Taranath, «Optimum Belt Truss Location for High-Rise Structures. Structural Engineer, 53(8),» pp. 18-21, 1975.

J. W. McNabb ve B. B. Muvdi, «Drift Reduction Factors for Belt High-Rise Structures,» *Engineering Journal, AISC, 3rd Quarter*, 1975.

J. C. D. Hoenderkamp ve H. H. Snijder, «Simplified Analysis Of Façde Rigger Braced High-Rise Structures,» *The Structural Design of Tall Buildings*, 9, pp. 309-3019, 2000.

J. C. D. Hoendarkamp ve M. C. M. Bakker, «Analysis Of High-Rise Braced Frames With Outriggers,» *The Structural Design of Tall and Special Buildings*, 12, pp. 335-350, 2002.

J. C. D. Hoenderkamp, «Second outrigger at optimum location on high-rise shear wall,» *The structural design of tall and special buildings*, 17(3), pp. 619-634, 2008.

S. B. Stafford ve I. Salim, «Parameter Study of Outrigger-Braced Tall Building Structures,» *Journal of the Structural Division, ASCE 107(ST10)*, pp. 2001-2013, 1981.

S. Gerasimidis, E. Efthymiou ve C. C. Baniotopoulos, «Optimum Outrigger Locations of High-Rise Steel Buildings for Wind Loading,» Florence, Italy, 2009.

SWARA VE ARAS YÖNTEMLERİ İLE AKILLI ÜRETİM TEKNOLOJİLERİNİN SEÇİMİ

SELECTION OF SMART MANUFACTURING TECHNOLOGIES USING THE SWARA AND ARAS METHODS

Dr. Öğr. Üyesi Kısmet CİNGÖZ

Tarsus Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü,
Mersin, TÜRKİYE
ORCID: 0000-0002-6006-6760

ÖZET

Endüstri 4.0 süreciyle birlikte imalat sektörü; dijital bağlantı, otomasyon ve veriye dayalı karar verme mekanizmalarıyla şekillenen bir dönüşüm içerisinde. Bu yeni paradigmanın merkezinde yer alan akıllı üretim teknolojileri, işletmelere verimlilik, esneklik ve sürdürülebilirlik açısından büyük avantajlar sunmaktadır. Ancak, teknolojik alternatiflerin çeşitliliği ve yatırım maliyetlerinin yüksekliği, işletmelerin -özellikle KOBİ'lerin- kendi sistemleri için en uygun teknolojiyi seçme sürecini karmaşıklştırmaktadır. Bu çalışmanın amacı, üretim sistemlerinde uygulanabilecek farklı akıllı üretim teknolojilerini literatürde öne çıkan kriterler doğrultusunda değerlendirmek ve en uygun teknolojiyi belirlemektir. Değerlendirme sürecinde maliyet, kalite, esneklik, performans ve sürdürülebilirlik gibi kritik kriterler temel alınmıştır. Karar verme sürecinin doğruluğunu ve güvenilirliğini artırmak amacıyla, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden olan SWARA (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis) ve ARAS (Additive Ratio Assessment) yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan yöntemler ile, farklı IoT, büyük veri ve yapay zekâ, eklemeli imalat, dijital ikiz, siber fiziksel sistemler gibi teknolojilerin işletme hedefleriyle uyumunu analiz ederek bilimsel bir sıralama sunulmaktadır. Elde edilen bulgular, yöneticilerin teknolojik dönüşüm süreçlerinde riskleri minimize etmelerine ve kaynaklarını en verimli alternatife yönlendirmelerine yardımcı olacak bir karar destek mekanizması niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler: SWARA Yöntemi, ARAS Yöntemi, Akıllı Üretim Teknolojileri

ABSTRACT

With the advent of the Industry 4.0 era, the manufacturing sector is undergoing a profound transformation characterized by digital connectivity, automation, and data-driven decision-making mechanisms. Smart manufacturing technologies, at the heart of this new paradigm, offer enterprises significant advantages in terms of efficiency, flexibility, and sustainability. However, the variety of technological alternatives and high investment costs complicate the process of selecting the most suitable technology for their systems, particularly for SMEs. The purpose of this study is to evaluate different smart manufacturing technologies applicable to production systems based on criteria highlighted in the literature and to determine the optimal technology. Critical criteria such as cost, quality, flexibility, performance, and sustainability were used as the basis for the evaluation. To enhance the accuracy and reliability of the decision-making process, SWARA and ARAS methods, which are Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) techniques, were utilized concurrently. The model developed within the scope of the study provides a scientific ranking by analyzing the alignment of various technologies such as IoT, big data and artificial intelligence, additive manufacturing, digital twin, and cyber-physical systems with business objectives. The findings obtained serve as a decision support mechanism that helps managers minimize risks in technological transformation processes and direct their resources to the most efficient alternative.

Keywords: SWARA Method, ARAS Method, Smart Manufacturing Technologies

GİRİŞ

Sanayi ve üretim sistemleri, tarihsel süreç boyunca teknolojik gelişmeler doğrultusunda önemli dönüşümler yaşamıştır. Birinci sanayi devrimi ile mekanik üretim sistemlerinin ortaya çıkması, ikinci sanayi devriminde elektrik enerjisi ile seri üretimin yaygınlaşması ve üçüncü sanayi devriminde otomasyon ile bilgi teknolojilerinin üretim süreçlerine entegre edilmesi, üretim sistemlerinin verimlilik ve kapasite açısından önemli ölçüde gelişmesini sağlamıştır (Çelik, 2025).

Endüstri 4.0 veya dördüncü sanayi devrimi, günümüzün üretim senaryosunu kökten değiştirerek sanayide dijital bir dönüşüm çağı başlatmıştır (Demirel, Alp, Taşdemir ve Torlak, 2018). Endüstri 4.0, üretim sistemlerinin dijitalleşmesini sağlayarak daha akıllı, esnek ve veri odaklı üretim yapılarına dönüşmesine olanak tanımaktadır (Bhatia ve Diaz-Elsayed, 2023). Akıllı üretim (Smart Manufacturing), bir fabrikanın ihtiyaçlarına gerçek zamanlı olarak yanıt verebilen, tam entegre ve işbirlikçi bir üretim ekosistemi olarak tanımlanmaktadır (Kang vd., 2016). Bu sistemler, fiziksel süreçleri siber-fiziksel sistemler (CPS) ile birleştirerek operasyonel verimliliği, kaynak yönetimini ve sürdürülebilirliği artırmayı hedeflemektedir (Supekar vd., 2019).

Bu teknolojik dönüşümün merkezinde; bulut bilişim, büyük veri analitiği, yapay zekâ, eklemeli imalat (3B yazıcılar), artırılmış gerçeklik ve dijital ikizler gibi bir dizi yenilikçi teknoloji yer almaktadır (Zeniseka, Wild ve Wolfartsberger, 2021). Söz konusu teknolojilerin entegrasyonu, işletmelere üretim maliyetlerini düşürme, duruş sürelerini azaltma, ürün kalitesini iyileştirme ve küresel ölçekte rekabet avantajı elde etme gibi kritik faydalar sağlamaktadır (Çelik, 2025a). Ancak, akıllı üretim teknolojilerine olan yoğun ilgiye rağmen, uygulama hızı beklentilerin gerisinde kalmaktadır (Bhatia ve Diaz-Elsayed, 2023).

Üreticilerin karşılaştığı en büyük zorluklardan biri, mevcut teknolojilerin genişliği ve karmaşıklığı içinde kendi sistemlerine en uygun teknolojiyi seçmektir (Brewster, 2015). Özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ'ler), finansal kaynakların sınırlılığı, teknik uzmanlık eksikliği ve net bir teknolojik yol haritasına sahip olmamaları nedeniyle stratejik karar verme süreçlerinde engellerle karşılaşmaktadır (Matt ve Rauch, 2020). Mevcut literatürde uygunluk ve hazırlık modelleri bulunsa da işletmelerin spesifik gereksinimlerine göre uyarlanmış, kriter bazlı teknoloji seçim modelleri hala yetersiz düzeydedir (Bhatia ve Diaz-Elsayed, 2023).

Doğru teknoloji seçimi; maliyet, kalite, esneklik, performans, güvenilirlik ve sürdürülebilirlik gibi çok boyutlu kriterlerin aynı anda değerlendirilmesini gerektiren karmaşık bir süreçtir (Abdullah, Al-Ahmari ve Anwar, 2023). Bu noktada, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) teknikleri, sınırlı veya büyük miktardaki veriler arasından en iyi alternatifi seçmek için güçlü bir çözüm sunmaktadır. Akıllı üretim teknolojilerinin seçimine yönelik karar problemlerinde kullanılan yöntemlerin farklı veri yapılarını ve kriter ağırlıklarını etkin şekilde değerlendirebilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda çok kriterli karar verme yöntemleri arasında yer alan SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis) yöntemi kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan etkili yöntemlerden biridir. SWARA yöntemi, karar vericilerin kriterlerin önem derecelerini adım adım değerlendirmesine olanak tanıyarak kriter ağırlıklarının daha gerçekçi bir şekilde belirlenmesini sağlamaktadır. Bu yöntem özellikle uzman görüşlerinin karar verme sürecine dâhil edilmesi gereken problemlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Alternatiflerin değerlendirilmesi ve sıralanması aşamasında ise ARAS (Additive Ratio Assessment) yöntemi önemli bir karar verme tekniği olarak öne çıkmaktadır. ARAS yöntemi alternatiflerin ideal çözümle karşılaştırılması esasına dayanmaktadır ve alternatiflerin fayda derecelerini hesaplayarak en uygun alternatifin belirlenmesini sağlamaktadır. Bu yöntem, çok sayıda kriterin bulunduğu karar problemlerinde alternatiflerin performanslarının karşılaştırılmasında etkili sonuçlar sunmaktadır.

Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı, üretim sistemlerinde uygulanabilecek farklı akıllı üretim teknolojilerini belirlenen kriterler doğrultusunda değerlendirerek en uygun teknolojiyi belirlemektir. Bu kapsamda öncelikle akıllı üretim teknolojilerinin değerlendirilmesinde kullanılan kriterlerin ağırlıkları SWARA yöntemi kullanılarak belirlenmekte, ardından alternatif akıllı üretim teknolojileri ARAS yöntemi kullanılarak değerlendirilmekte ve en uygun teknoloji belirlenmektedir. Çalışmanın üretim işletmelerinin akıllı üretim teknolojilerini seçme sürecinde karar vericilere sistematik bir değerlendirme sunması beklenmektedir.

LİTERATÜR ÖZETİ

Çalışmanın bu bölümünde, akıllı üretim sistemleri, bu sistemleri destekleyen temel teknolojiler ve teknoloji seçiminde kullanılan ÇKKV yöntemleri üzerine mevcut literatür incelenmiştir.

Akıllı Üretim ve Endüstri 4.0 Yaklaşımı

Akıllı üretim (Smart Manufacturing), bir fabrikanın, tedarik ağının ve müşteri ihtiyaçlarının değişen taleplerine gerçek zamanlı olarak yanıt verebilen, tam entegre ve işbirlikçi üretim sistemleri olarak tanımlanmaktadır (Zeniseka, Wild ve Wolfartsberger, 2021). Bu sistemlerin temel amacı; verimlilik, kalite ve esneklik gibi temel üretim faktörlerini teknoloji odaklı bir yaklaşımla iyileştirerek sürdürülebilir bir büyüme sağlamaktır (Kang vd., 2016). Literatürde akıllı üretim; dijital bağlantı, otomasyon ve veriye dayalı karar verme süreçlerinin birleşimi olarak ele alınmaktadır (Mittal, Khan ve Wuest, 2016). Bu kapsamda Endüstri 4.0, fiziksel dünyayı dijital/sanal dünya ile birleştiren siber-fiziksel sistemlerin (CPS) fabrikalara entegrasyonu ile karakterize edilir (Phuyala ve Bista, 2020).

Temel Akıllı Üretim Teknolojileri

Akıllı üretimin hayata geçirilmesinde bir dizi anahtar teknoloji kritik rol oynamaktadır. Bunların başında; nesnelerin, makinelerin ve insanların birbirleriyle iletişim kurmasını sağlayan Nesnelerin İnterneti (IoT) gelmektedir (Kang vd., 2016). Nesnelerin interneti, üretim sistemlerinde yer alan makinelerin, sensörlerin ve diğer fiziksel cihazların internet aracılığıyla birbirleriyle iletişim kurmasını sağlayan bir teknolojidir. IoT teknolojisi sayesinde üretim ekipmanlarından gerçek zamanlı veri toplanabilmekte ve bu veriler üretim süreçlerinin izlenmesi, analiz edilmesi ve optimize edilmesi amacıyla kullanılabilir. Siber-Fiziksel Sistemler (CPS), fiziksel süreçleri bilgisayar algoritmalarıyla izleyip kontrol ederek üretim süreçlerini daha dinamik hale getirmektedir (Tonelli, Demartini, Pacella ve Lala, 2021). Siber-fiziksel sistemler, akıllı fabrikaların temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmekte olup üretim süreçlerinin otomatik olarak yönetilmesine ve optimize edilmesine katkı sağlamaktadır. Dijital ikiz teknolojisi, fiziksel üretim sistemlerinin dijital ortamda oluşturulan sanal modelleri aracılığıyla izlenmesini ve analiz edilmesini sağlayan bir teknolojidir. Üretim süreçlerinin sanal kopyalarını oluşturan dijital ikiz teknolojisi; simülasyon, test ve optimizasyon süreçlerinde büyük avantajlar sunmaktadır (Liu, Fang, Dong ve Xu, 2020). Büyük veri analitiği ve yapay zekâ, toplanan devasa boyutlardaki veriyi işleyerek kestirimci bakım, kalite kontrol ve süreç iyileştirme gibi alanlarda stratejik kararlar alınmasını desteklemektedir (Cheng, Chen, Tao ve Lin, 2018). Veri analitiği yöntemleri sayesinde üretim süreçlerinde oluşan büyük veri kümeleri analiz edilerek üretim performansı artırılabilir, arıza tahmini yapılabilir ve üretim süreçleri optimize edilebilir. Eklemeli imalat (3B/4B Yazıcılar) ise karmaşık tasarımların hızlı ve düşük maliyetle üretilmesine imkân tanıyarak kişiselleştirilmiş üretime olanak sağlamaktadır (Zeniseka, Wild ve Wolfartsberger, 2021). Eklemeli imalat teknolojisi, özelleştirme, hızlı prototipleme, yedek parçaların hızlı üretimi ve yerinde üretim için esneklik sunarak üretim süresinden ve makine aletleri, yedek parçalar ve hammaddelerden büyük ölçüde tasarruf sağlar (Mehrpooya vd., 2019).

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Yöntemleri ve Teknoloji Seçimi

Bhatia ve Diaz-Elsayed (2023), KOBİ'lerin akıllı üretim teknolojilerini benimseme süreçlerini kolaylaştırmak ve bir yol haritası sunmak amacıyla yaptıkları çalışmada Bulanık TOPSIS (Fuzzy TOPSIS) yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada performans, sürdürülebilirlik, kalite, maliyet ve bakım kategorileri altında toplanan; takım aşınması tahmini, ekipman verimliliği, personel güvenliği ve enerji tasarrufu gibi 11 farklı kriter değerlendirmeye alınmıştır. Değerlendirilen teknolojiler ise varlık sağlığı izleme için kestirimci analizler, üretim operasyonlarında görünürlük sağlayan dijital bağlantılı fabrika, artırılmış otomasyon için robotlar ve dronlar, takım durumu izleme ve otomatik parça kalitesi algılama sistemleridir.

Abdullah, Al-Ahmari ve Anwar (2023), Endüstri 4.0 teknolojilerinin üretim stratejisi çıktıları üzerindeki etkisini analiz ederek küresel pazarda rekabetçiliği artıracak en uygun teknolojiyi belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada kriterler arası etkileşimleri belirlemek ve ağırlıkları hesaplamak için Bulanık DEMATEL, teknolojileri sıralamak için ise Bulanık TOPSIS yöntemlerinden oluşan hibrit bir model kullanılmıştır. Değerlendirme kriteri olarak maliyet, kalite, teslimat, performans, esneklik ve yenilikçilik dikkate alınmıştır. Analiz edilen teknolojiler arasında Nesnelerin İnterneti (IoT), bulut imalat, büyük veri ve analitik, otonom robotlar, eklemeli imalat, artırılmış gerçeklik, modelleme ve simülasyon, siber-fiziksel sistemler (CPS), siber güvenlik ve blok zinciri yer almaktadır.

Banadkouki ve Lotfi (2021), bilgisayar bütünlük imalat teknolojilerinin seçimini ve bu seçim sürecini etkileyen faktörleri incelemişlerdir. Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin birleşik olarak kullanıldığı çalışmada, uygulama başarısını etkileyen kurumsal ve teknik faktörler kriter olarak belirlenmiş ve çeşitli CIM teknolojileri bu kriterlere göre sıralanmıştır.

Wang, Zhang ve Guo (2021), mikro ve küçük işletmelerde ileri imalat teknolojilerinin (AMT) uygulama seviyelerini analiz etmeyi ve en uygun teknolojiyi seçmeyi hedeflemişlerdir. Bu çalışmada Bulanık TOPSIS ve sıralı lojistik regresyon yöntemleri entegre edilerek kullanılmıştır. Karar sürecinde işletmelerin mevcut teknolojik durumları ve performans gereksinimleri kriter olarak baz alınmış, çeşitli ileri imalat teknolojisi alternatifleri değerlendirilmiştir.

Bertolini, Esposito ve Romagnoli (2020), ürün spesifikasyonları ile imalat teknolojileri arasındaki en iyi eşleşmeyi bulmayı amaçladıkları çalışmalarında TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada özellikle gıda ve içecek endüstrisindeki ürünlerin teknik özellikleri kriter olarak kullanılmış ve bu özelliklere en uygun teknoloji olarak eklemeli imalat (3B yazıcılar) değerlendirilmiştir.

Iç (2012), bilgisayar bütünlük imalat (CIM) teknolojileri arasından seçim yapmak için deneysel bir tasarım yaklaşımı sunmuştur. TOPSIS yönteminin kullanıldığı bu çalışmada; fayda, maliyet ve teknik yeterlilik kriterleri doğrultusunda endüstriyel robotlar, hızlı prototipleme süreçleri, CNC takım tezgâhları ve fabrika yerleşim tasarımı gibi teknolojik alternatifler değerlendirilmiştir.

YÖNTEM

SWARA Yöntemi

SWARA (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis) yöntemi Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemlerinde kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için kullanılan, uzman görüşüne dayalı modern bir yaklaşımdır (Mardania, vd., 2017). Bu yöntem, karar vericilerin veya uzmanların kendi bilgi, deneyim ve örtük bilgilerini kriter ağırlıklandırma sürecine doğrudan yansıtmalarına olanak tanımaktadır (Kersuline, Zavadskas ve Turskis, 2010).

SWARA yöntemi, 2010 yılında Keršulienė, Zavadskas ve Turskis tarafından geliştirilmiştir (Yurdoğlu ve Kundakçı, 2017). Yöntemin uygulama algoritması basit ve anlaşılırdır (Hashemkhani Zolfani, Yazdani ve Zavadskas, 2018). Kriterler önem sırasına göre sıralandığı için yargıların tutarlılığını ayrıca kontrol etmeye gerek yoktur (Mardania vd., 2017). Ayrıca yöntem herhangi bir katı karşılaştırma ölçeğine ihtiyaç kuymamaktadır; uzmanlar kendi yüzdesel değerlendirmelerini basitçe yapabilmektedirler ((Mardania vd., 2017). Yöntemin uygulama aşamaları aşağıdaki gibidir (Keršulienė vd., 2010; Stanujkic, Karabasevic ve Zavadskas, 2015).

Adım 1. Belirlenen kriterlerin sıralanması: seçilen kriterler, beklenen önem düzeylerine göre en önemliden en az önemliye doğru azalan bir sırada sıralanır.

Adım 2. İkinci kriterden başlayarak, değerlendiricilerden j kriterin, $j+1$ kriterden ne kadar önemli olduğunu ifade etmesini ister ve bu değer (s_j) ortalamalı değer karşılaştırmalı önemi olarak adlandırılır (Keršulienė vd., 2010).

Adım 3. Kriterlerin göreceli önem derecelerini gösteren k_j katsayısı Denklem (1) yardımı ile hesaplanır.

$$k_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ s_j + 1 & j > 1 \end{cases} \quad (1)$$

Adım 4. Denklem (2) kullanılarak her bir kriterin ağırlığı q_j hesaplanır.

$$q_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j} & j > 1 \end{cases} \quad (2)$$

Adım 5. Denklem (3) kullanılarak değerlendirme kriterlerinin göreceli ağırlıkları hesaplanır.

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^n q_k} \quad (3)$$

ARAS Yöntemi

ARAS (Additive Ratio Assessment - Eklemeli Oran Değerlendirmesi) yöntemi, ÇKKV problemlerinde alternatiflerin performansını belirlemek ve sıralamak için kullanılan etkili bir yöntemdir (Karabasevic, Stanujkic ve Urosevic, 2015). ARAS yöntemi, ilk olarak 2010 yılında Zavadskas ve Turskis tarafından literatüre kazandırılmıştır. Yöntem, karmaşık dünyadaki olguların basit göreceli karşılaştırmalar yoluyla anlaşılabilirliği teorisine dayanmaktadır (Dahooie vd., 2018). Yöntemin temel prensibi, her bir alternatifin ağırlıklı normalize edilmiş puanlarını toplamını, "ideal" veya "optimal" olarak belirlenen çözümün ağırlıklı normalize puanları toplamına oranlayarak bir optimallik derecesi hesaplamaktır (Tupenaite vd., 2010). Yöntemin uygulama aşamaları aşağıdaki gibidir (Zavadskas ve Turskis, 2010).

Adım 1. Karar matrisinin oluşturulması: m adet alternatif ve n adet kriterden oluşan bir karar matrisi oluşturulur.

$$X = \begin{matrix} A_1 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} x_{01} & \cdots & x_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n) \quad (4)$$

Adım 2. Her bir kriter için en iyi performans değeri seçilir. Fayda yapılı (maksimum olması istenen) kriterler için en büyük değer, maliyet yapılı (minimum olması istenen) kriterler için ise en küçük değer optimal referans olarak kabul edilir.

Adım 3. Karar matrisindeki değerlerin karşılaştırılabilir hale getirilmesi için normalizasyon işlemi yapılır. Fayda kriterleri için her değer kriter toplamına oranlanırken (Denklem (5)); maliyet kriterleri için değerlerin tersi alınarak normalizasyon gerçekleştirilir (Denklem (6)).

$$\text{Kriter Fayda Yönü ise } \bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}}; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$\text{Kriter Maliyet Yönü ise } \bar{x}_{ij} = \frac{1}{\sum_{i=0}^m x_{ij}}; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

Adım 4. Normalize edilmiş değerler ile kriter ağırlıkları çarpılarak ağırlıklı normalize edilmiş matris edilir.

Adım 5. Optimallik fonksiyonunun hesaplanması: i. alternatifin optimizasyon fonksiyonu değerini (S_i) hesaplamak için Denklem (7) kullanılır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n \hat{x}_{ij}, \quad i = 0, 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

Adım 6: Alternatiflerin fayda derecesinin hesaplanmasında Denklem (8) kullanılır.

$$K_i = \frac{S_i}{S_0} \quad (8)$$

K_i değerleri $[0, 1]$ aralığındadır ve büyükten küçüğe doğru sıralanır. Böylece alternatiflerin tercih sıralaması belirlenmiş olur (Ayçin, 2019).

BULGULAR

Bu çalışmanın amacı, üretim sistemlerinde uygulanabilecek farklı akıllı üretim teknolojilerini belirlenen kriterler doğrultusunda değerlendirerek en uygun teknolojiyi belirlemektir. Bu kapsamda 3 farklı makine parçaları üreten işletmelerin üretim müdürleri ile görüşülmüştür. Literatürden elde edilen kriterler yöneticiler tarafından değerlendirilmiştir. Bu kriterler maliyet, ekipman verimliliği, kalite kontrol, operasyonel süreklilik ve sürdürülebilirlik. Maliyet, yatırımın başlangıç maliyeti, ekipmanın ömrü boyunca toplam maliyeti, işletme ve bakım giderleri ile yatırımın geri dönüş süresi (ROI) temel finansal kriterleri oluşturur (Bhatia ve Diaz-Elsayed, 2023). Ekipman verimliliği

kriteri, üretim kapasitesinin artırılması ve takım aşınmasının (Tool Wear) önceden tahmin edilmesidir ve en kritik performans göstergeleri arasındadır (Bhatia ve Diaz-Elsayed, 2023). Kalite kontrol, üretilen parçaların yüzey kalitesi ve hassasiyetindeki hata oranlarının (scrap ratio) azaltılmasıdır (Supekar vd., 2019). Operasyonel süreklilik, beklenmedik makine duruş sürelerinin (Machine Downtime) tahmin edilmesi ve önlenmesi ve sistemin güvenilirliğini artırmak için kullanılan önemli kriterlerdendir (Supekar vd., 2019). Sürdürülebilirlik, enerji tasarrufu, atıkların azaltılması ve kaynak verimliliği gibi kriterler, çevresel etkilerin minimize edilmesi ve döngüsel ekonomi hedefleri doğrultusunda dikkate alınmaktadır. (Bhatia ve Diaz-Elsayed, 2023). Esneklik, teknolojinin farklı ürünleri üretebilme esnekliği (flexibility), yeni ürünleri pazara sunma hızı (innovativeness) ve teslimat sürelerinin kısaltılması gibi üretim stratejisi çıktıları (MSO) rekabet avantajı sağlamak için analiz edilmektedir (Abdullah vd., 2023).

SWARA yönteminin uygulama aşamalarına göre, değerlendirilen kriterler ve karar vericilerin değerlendirmeleri Tablo 1’de sunulduğu gibidir.

Tablo 1. Karar Vericiler Tarafından Kriterlerin Sıralanması

Karar Verici 1			Karar Verici 2			Karar Verici 3		
Kriterler	Önem Sırası	Sıralama	Kriterler	Önem Sırası	Sıralama	Kriterler	Önem Sırası	Sıralama
Maliyet	2	Operasyone l Süreklilik	Maliyet	5	Esneklik	Maliyet	1	Maliyet
Ekipman Verimliliği	3	Maliyet	Ekipman Verimliliği	4	Operasyone l Süreklilik	Ekipman Verimliliği	5	Esneklik
Kalite Kontrol	5	Ekipman Verimliliği	Kalite Kontrol	3	Kalite Kontrol	Kalite Kontrol	4	Operasyone l Süreklilik
Operasyone l Süreklilik	1	Esneklik	Operasyone l Süreklilik	2	Ekipman Verimliliği	Operasyone l Süreklilik	3	Kalite Kontrol
Sürdürülebilirlik	6	Kalite Kontrol	Sürdürülebilirlik	6	Maliyet	Sürdürülebilirlik	6	Ekipman Verimliliği
Esneklik	4	Sürdürülebilirlik	Esneklik	1	Sürdürülebilirlik	Esneklik	2	Sürdürülebilirlik

İşlem adımları doğrultusunda her bir karar vericinin görüşleri doğrultusunda hesaplanan s_j , k_j , q_j ve kriter ağırlıklarını gösteren w_j değerleri Tablo 2, Tablo 3 ve Tablo 4’te sunulduğu gibidir.

Tablo 2. Karar Verici 1 için Kriter Ağırlığının Hesaplanması

Karar Verici 1						
Kriterler	Önem Sırası	Sıralama	S_j	k_j	q_j	w_j
Maliyet	2	Operasyonel Süreklilik	1	1	1	0,205
Ekipman Verimliliği	3	Maliyet	2	0,1	1,1	0,909
Kalite Kontrol	5	Ekipman Verimliliği	3	0,05	1,05	0,866
Operasyonel Süreklilik	1	Esneklik	4	0,1	1,1	0,787
Sürdürülebilirlik	6	Kalite Kontrol	5	0,1	1,1	0,716
Esneklik	4	Sürdürülebilirlik	6	0,2	1,2	0,596

Tablo 3. Karar Verici 2 için Kriter Ağırlığının Hesaplanması

Karar Verici 2							
Kriterler	Önem Sırası	Sıralama	S_j	k_j	q_j	w_j	
Maliyet	5	Esneklik	1		1	1	0,214
Ekipman Verimliliği	4	Operasyonel Süreklilik	2	0,15	1,15	0,870	0,186
Kalite Kontrol	3	Kalite Kontrol	3	0,1	1,1	0,791	0,170
Operasyonel Süreklilik	2	Ekipman Verimliliği	4	0,05	1,05	0,753	0,161
Sürdürülebilirlik	6	Maliyet	5	0,15	1,15	0,655	0,140
Esneklik	1	Sürdürülebilirlik	6	0,1	1,1	0,595	0,128

Tablo 4. Karar Verici 3 için Kriter Ağırlığının Hesaplanması

Karar Verici 3							
Kriterler	Önem Sırası	Sıralama	S_j	k_j	q_j	w_j	
Maliyet	1	Maliyet	1		1	1	0,227
Ekipman Verimliliği	5	Esneklik	2	0,2	1,2	0,833	0,189
Kalite Kontrol	4	Operasyonel Süreklilik	3	0,15	1,15	0,725	0,164
Operasyonel Süreklilik	3	Kalite Kontrol	4	0,1	1,1	0,659	0,149
Sürdürülebilirlik	6	Ekipman Verimliliği	5	0,05	1,05	0,627	0,142
Esneklik	2	Sürdürülebilirlik	6	0,1	1,1	0,570	0,129

Her bir karar verici için ayrı ayrı hesaplanan göreceli kriter ağırlıklarının geometrik ortalaması alınarak her bir kriterin nihai ağırlığı ve sıralaması hesaplanmış olur ve Tablo 5'te gösterildiği gibidir.

Tablo 5. Nihai Kriter Ağırlığının Hesaplanması

Kriterler	Karar Verici			Geometrik Ortalama	Sıralama
	1	2	3		
Maliyet	0,187	0,141	0,227	0,182	3
Ekipman Verimliliği	0,178	0,161	0,142	0,160	4
Kalite Kontrol	0,147	0,170	0,149	0,155	5
Operasyonel Süreklilik	0,205	0,186	0,164	0,185	2
Sürdürülebilirlik	0,122	0,128	0,129	0,127	6
Esneklik	0,161	0,214	0,189	0,187	1

Elde edilen sonuçlara göre en önemli kriter esnekliktir ve ağırlığı %18,7. Bu kriteri sırasıyla operasyonel süreklilik (%18,4), maliyet (%18,1), ekipman verimliliği (%16), kalite kontrol (%15,5) ve sürdürülebilirlik (%12,6) kriterleri takip etmektedir.

Çalışma kapsamında makine parçaları üreten 3 işletmenin üretim müdürleri tarafından kullanılan dijital teknolojiler kriterlere göre değerlendirilmiştir. Karar vericiden değerlendirmelerini yaparken 1 (çok kötü) ile 5 (çok iyi) arasında bir ölçek kullanması istenmiştir. Bu kapsamda üretim müdürlerinin değerlendirmelerinin geometrik ortalaması alınarak oluşturulan karar matrisi Tablo 6'daki gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 6. Karar Matrisi

Kriterler	Maliyet	Ekipman Verimliliği	Kalite Kontrol	Operasyonel Süreklilik	Sürdürülebilirlik	Esneklik
	Min	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks
Ağırlıklar	0,182	0,160	0,155	0,185	0,127	0,187
Nesnelerin interneti	3,302	4,217	2,000	4,309	1,260	3,000
Siber Fiziksel Sistemler	3,684	3,634	3,302	3,000	3,557	2,520
Büyük Veri Analitiği ve Yapay Zekâ	3,420	3,302	2,520	3,107	4,000	4,642
Eklemeli İmalat	4,217	4,642	3,634	1,587	3,420	3,557
Dijital İkiz	4,642	2,714	3,684	4,000	2,289	2,621

ARAS yöntemi uygulama aşamalarına göre normalize edilen karar matrisi Tablo 7’de sunulduğu gibidir.

Tablo 7. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

Kriterler	Maliyet	Ekipman Verimliliği	Kalite Kontrol	Operasyonel Süreklilik	Sürdürülebilirlik	Esneklik
	Min	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks
Ağırlıklar	0,182	0,160	0,155	0,185	0,127	0,187
Nesnelerin interneti	0,303	0,228	0,132	0,269	0,087	0,184
Siber Fiziksel Sistemler	0,271	0,196	0,218	0,187	0,245	0,154
Büyük Veri Analitiği ve Yapay Zekâ	0,292	0,178	0,166	0,194	0,275	0,284
Eklemeli İmalat	0,237	0,251	0,240	0,099	0,235	0,218
Dijital İkiz	0,215	0,147	0,243	0,250	0,158	0,160
Optimal Değer	0,303	0,251	0,243	0,269	0,275	0,284

SWARA yöntemi sonucu elde edilen kriterler ile normalize edilmiş karar matrisi çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi elde edilir ve Tablo 8’de sunulduğu gibidir.

Tablo 8. Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

Kriterler	Maliyet	Ekipman Verimliliği	Kalite Kontrol	Operasyonel Süreklilik	Sürdürülebilirlik	Esneklik
	Min	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks
Ağırlıklar	0,182	0,160	0,155	0,185	0,127	0,187
Nesnelerin interneti	0,055	0,036	0,020	0,050	0,011	0,034
Siber Fiziksel Sistemler	0,049	0,031	0,034	0,035	0,031	0,029

Büyük Veri Analitiği ve Yapay Zekâ	0,053	0,028	0,026	0,036	0,035	0,053
Eklemeli İmalat	0,043	0,040	0,037	0,018	0,030	0,041
Dijital İkiz	0,039	0,023	0,038	0,046	0,020	0,030
Optimal Değer	0,055	0,040	0,038	0,050	0,035	0,053

ARAS yöntemi uygulama aşamalarına göre Denklem (7) ve Denklem (8) kullanılarak optimallik fonksiyonu ve fayda dereceleri elde edilmiştir. Optimallik fonksiyonu (S_i) ve fayda dereceleri (K_i) Tablo 9'da sunulduğu gibidir.

Tablo 9. S_i ve K_i Değerleri

	S_i	K_i
Nesnelerin interneti	0,2071	0,7650
Siber Fiziksel Sistemler	0,2091	0,7725
Büyük Veri Analitiği ve Yapay Zekâ	0,2314	0,8549
Eklemeli İmalat	0,2093	0,7732
Dijital İkiz	0,1965	0,7261
Optimal Değer	0,2707	1,0000

Tablo 9'dan elde edilen sonuçlara göre belirlenen kriterler doğrultusunda, makine parçaları üreten işletme için en uygun teknoloji büyük veri analitiği ve yapay zekadır çünkü fayda derecesi (K_i) en yüksek olan dijital teknoloji büyük veri analitiği ve yapay zekadır. Bu sonucu sırasıyla eklemeli imalat, siber fiziksel sistemler, nesnelerin interneti ve dijital ikiz takip etmektedir.

TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında SWARA yöntemi kullanılarak elde edilen kriter ağırlıkları, literatürdeki benzer çalışmalarla hem paralellik hem de farklılıklar göstermektedir. Abdullah ve diğerleri (2023), maliyetin (cost) pazar rekabetçiliğini belirleyen en kritik kriter olduğunu vurgularken, Bhatia ve Diaz-Elsayed (2023) yaptıkları çalışmada karar vericilerin performans, ekipman verimliliği ve kalite tahmini kriterlerine daha fazla öncelik verdiğini, maliyetin ise nispeten daha düşük bir öneme sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, işletmelerin teknoloji yatırımında sadece ilk kurulum maliyetine değil, aynı zamanda sistemin esnekliği ve operasyonel verimliliği gibi uzun vadeli stratejik çıktılara odaklandığını göstermektedir.

ARAS yöntemi sonuçlarına göre değerlendirilen teknolojilerde elde edilen sonuçlar literatür ile benzerlik göstermektedir. Çalışmada büyük veri analitiği ve yapay zekâ teknolojisinin ilk sırada yer alması, literatürdeki Bhatia ve Diaz-Elsayed (2023) tarafından yapılan çalışmanın bulgularıyla önemli ölçüde örtüşmektedir. Bhatia ve Diaz-Elsayed, KOBİ'ler için yaptıkları analizde kestirimci analitikleri (Predictive Analytics) en uygun teknoloji olarak belirlemişlerdir. Bu durum, üretim sistemlerinde gerçek zamanlı veri toplama ve bu verilerden anlamlı içgörüler çıkarma yeteneğinin, operasyonel verimlilik ve stratejik karar verme süreçlerinde en kritik faktör olarak görüldüğünü kanıtlamaktadır. Ayrıca Yurdakul (2004), stratejik iyileştirme hedeflerinde hata oranlarını düşürme ve entegrasyonu artırmanın önemine değinerek, veri odaklı sistemlerin rekabet avantajı sağladığı rolünü desteklemiştir.

Sıralamada ikinci sırada yer alan eklemeli imalat (0,7732), literatürde özellikle esneklik ve kişiselleştirilmiş üretim talepleri açısından merkezi bir rol oynamaktadır. Ancak Abdullah ve

diğerleri (2023) tarafından yapılan çalışmada Eklemeli İmalat birinci sırada yer alırken, bu çalışmada büyük veri ve yapay zekânın gerisinde kalmıştır. Bu farklılık, değerlendirmeye alınan işletmenin önceliklerinin kişiselleştirilmiş ürün tasarımından ziyade mevcut süreçlerin optimizasyonu ve kestirimci analize odaklanmış olmasıyla açıklanabilir. Yine de eklemeli imalatın yüksek puanı, Zenisek vd. (2021) tarafından vurgulanan, karmaşık parçaların hızlı üretimi ve yedek parça tasarrufu gibi avantajların karar vericiler tarafından halen çok değerli bulunduğunu göstermektedir.

Literatürde Eklemeli İmalat, karmaşık parçaların üretim kapasitesi ve kişiselleştirilmiş ürün taleplerini karşılama yeteneği nedeniyle çoğu zaman ilk sırada yer almaktadır (Dilberoğlu vd., 2017). Diğer yandan, Bhatia ve Diaz-Elsayed (2023)'nın KOBİ'ler üzerine yaptığı çalışmada Kestirimci Analitikler (Predictive Analytics), varlık sağlığı izleme yeteneği sayesinde en tercih edilen teknoloji olmuştur. Bu çalışmada nesnelerin internetinin ikinci sırada yer alması bu teknolojilerin dijital bağlantı ve gerçek zamanlı veri paylaşımı sağlayarak tüm ekosistemi entegre etme rolüyle açıklanmaktadır.

Siber fiziksel sistemler (CPS) (0,7725) ve nesnelerin interneti (IoT) (0,7650) teknolojilerinin birbirine çok yakın ve orta sıralarda yer alması, bu teknolojilerin akıllı üretimin olmazsa olmaz altyapı unsurları olarak görülmesiyle ilişkilidir. Mittal vd. (2019), bu iki teknolojiyi akıllı üretimin bağlantı ve iletişim katmanlarını oluşturan temel bloklar olarak tanımlamaktadır.

Analizde dijital ikiz (0,7261) teknolojisinin son sırada yer alması dikkat çekicidir. Literatürde Çelik (2025) dijital ikizlerin performans izleme ve senaryo analizi için çok önemli olduğunu belirtse de bu teknolojinin uygulama maliyetlerinin yüksekliği, teknik uzmanlık gereksinimi ve sistem entegrasyonu zorlukları, sıralamada geride kalmasına neden olmuş olabilir.

SONUÇ

Bu çalışmada üretim sistemlerinde kullanılacak akıllı üretim teknolojilerinin seçimi problemi çok kriterli karar verme yaklaşımı kapsamında ele alınmıştır. Çalışmada kriter ağırlıklarının belirlenmesinde SWARA yöntemi, alternatif teknolojilerin değerlendirilmesinde ise ARAS yöntemi kullanılmıştır. Literatür incelemesi sonucunda belirlenen ekipman verimliliği, maliyet, kalite kontrol, operasyonel süreklilik, sürdürülebilirlik ve esneklik kriterleri doğrultusunda akıllı üretim teknolojileri değerlendirilmiştir.

Çalışmada kullanılan SWARA ve ARAS yöntemleri, akıllı üretim teknolojilerinin değerlendirilmesi sürecinde sistematik ve analitik bir karar verme çerçevesi sunmaktadır. Bu yöntemlerin birlikte kullanılması, hem kriterlerin görece önem derecelerinin belirlenmesine hem de alternatif teknolojilerin ideal çözüme göre karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Bu yönüyle çalışma, işletmelerin dijital dönüşüm süreçlerinde teknoloji seçim kararlarını daha rasyonel ve veri temelli bir şekilde gerçekleştirmelerine katkı sağlayabilecek bir yaklaşım sunmaktadır.

Bununla birlikte çalışmanın bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Öncelikle değerlendirme süreci belirli kriterler ve alternatif teknolojiler ile sınırlandırılmıştır. Farklı sektörler veya üretim sistemleri için farklı kriterlerin ve teknolojilerin değerlendirilmesi farklı sonuçlar ortaya çıkarabilir. Ayrıca çalışmada karar verici görüşlerine dayalı değerlendirmeler yapılmıştır. Gelecek çalışmalarda farklı karar verici gruplarının dahil edilmesinin veya bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanılmasının daha kapsamlı sonuçlar elde edilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Abdullah, F. M., Al-Ahmari, A. M., & Anwar, S. (2023). An integrated fuzzy DEMATEL and fuzzy TOPSIS method for analyzing smart manufacturing technologies. *Processes*, 11(3), 906.
- Ayçin, E. (2019). *Çok kriterli karar verme: Bilgisayar uygulamalı çözümler*. Nobel Yayınevi: Ankara.

- Banadkouki, M. Z., & Lotfi, M. M. (2021). Selection of computer-integrated manufacturing technologies using a combined fuzzy analytic hierarchy process and fuzzy TOPSIS. *International Journal of Industrial Engineering & Production Research*, 32(1), 105-120.
- Bertolini, M., Esposito, G., & Romagnoli, G. (2020). A TOPSIS-based approach for the best match between manufacturing technologies and product specifications. *Expert Systems with Applications*, 159, 113610.
- Bhatia, P., & Diaz-Elsayed, N. (2023). Facilitating decision-making for the adoption of smart manufacturing technologies by SMEs via fuzzy TOPSIS. *International Journal of Production Economics*, 257, 108762.
- Brewster, M. (2015). A perspective on advanced manufacturing and AMP2. *MRS Bulletin*, 40(5), 388-389.
- Cheng, J., Chen, W., Tao, F., & Lin, C. L. (2018). Industrial IoT in 5G environment towards smart manufacturing. *Journal of Industrial Information Integration*, 10, 10-19.
- Çelik, E. (2025). İmalatta Endüstri 4.0 ve Akıllı Üretim Sistemleri. *Tasarım, Malzeme ve İmalat Odaklı Güncel Mühendislik Uygulamaları*, 1.
- Çelik, E. (2025a). Evolution of Smart Manufacturing Systems: The Role and Future of Industry 4.0 Technologies. In *2025 9th International Symposium on Innovative Approaches in Smart Technologies (ISAS)* (1-12 ss.).
- Dilberoglu, U. M., Gharehpapagh, B., Yaman, U., & Dolen, M. (2017). The role of additive manufacturing in the era of industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 11, 545-554.
- Heidary Dahooie, J., Beheshti Jazan Abadi, E., Vanaki, A. S., & Firoozfar, H. R. (2018). Competency-based IT personnel selection using a hybrid SWARA and ARAS-G methodology. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 28(1), 5-16.
- Demirel, E., Alp, M., Taşdemir, M., & Torlak, S. (2018). Dijital Taylorizmin insan, üretim ve ekonomi üzerindeki etkisinin incelenmesi. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 5(18), 430-438.
- Hashemkhani Zolfani, S., Yazdani, M., & Zavadskas, E. K. (2018). An extended stepwise weight assessment ratio analysis (SWARA) method for improving criteria prioritization process. *Soft Computing*, 22(22), 7399-7405.
- Ghaleb, A. M., Kaid, H., Alsamhan, A., Mian, S. H., & Hidri, L. (2020). Assessment and comparison of various MCDM approaches in the selection of manufacturing process. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2020(1), 4039253.
- Ghobakhloo, M., & Ching, N. T. (2019). Adoption of digital technologies of smart manufacturing in SMEs. *Journal of Industrial Information Integration*, 16, 100107.
- İç, Y. T. (2012). An experimental design approach using TOPSIS method for the selection of computer-integrated manufacturing technologies. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 28(2), 245-256.
- Kang, H. S., Lee, J. Y., Choi, S., Kim, H., Park, J. H., Son, J. Y., ... & Noh, S. D. (2016). Smart manufacturing: Past research, present findings, and future directions. *International Journal Of Precision Engineering And Manufacturing-Green Technology*, 3(1), 111-128.
- Karabašević, D., Stanujkić, D., & Urošević, S. (2015). The MCDM Model for Personnel Selection Based on SWARA and ARAS Methods. *Management (1820-0222)*, 20(77).
- Keršulienė, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal Of Business Economics And Management*, 11(2), 243-258.
- Liu, M., Fang, S., Dong, H., & Xu, C. (2021). Review of digital twin about concepts, technologies, and industrial applications. *Journal Of Manufacturing Systems*, 58, 346-361.
- Mardania, A., Nilashi, M., Zakuan, N., Loganathan, N., Soheilrad, S., Saman, M. Z. M., & Ibrahim, O. (2017). A systematic review and meta-Analysis of SWARA and WASPAS methods: Theory and applications with recent fuzzy developments. *Applied Soft Computing*, 57, 265-292.

- Matt, D. T., & Rauch, E. (2020). SME 4.0: The role of small-and medium-sized enterprises in the digital transformation. *Industry 4.0 for SMEs: Challenges, opportunities and requirements içinde* (3-36 ss.). Cham: Springer International Publishing.
- Mehrpouya, M., Dehghanhadikolaei, A., Fotovvati, B., Vosooghnia, A., Emamian, S. S., & Gisario, A. (2019). The potential of additive manufacturing in the smart factory industrial 4.0: A review. *Applied Sciences*, 9(18), 3865.
- Mittal, S., Khan, M. A., & Wuest, T. (2016, July). Smart manufacturing: characteristics and technologies. *IFIP International Conference on Product Lifecycle Management içinde* (539-548 ss). Cham: Springer International Publishing.
- Phuyal, S., Bista, D., & Bista, R. (2020). Challenges, opportunities and future directions of smart manufacturing: a state of art review. *Sustainable Futures*, 2, 100023.
- Supekar, S. D., Graziano, D. J., Riddle, M. E., Nimbalkar, S. U., Das, S., Shehabi, A., & Cresko, J. (2019). A framework for quantifying energy and productivity benefits of smart manufacturing technologies. *Procedia Cirp*, 80, 699-704.
- Stanujkic, D., Karabasevic, D., & Zavadskas, E. K. (2015). A framework for the selection of a packaging design based on the SWARA method. *Engineering Economics*, 26(2), 181-187.
- Tonelli, F., Demartini, M., Pacella, M., & Lala, R. (2021). Cyber-physical systems (CPS) in supply chain management: from foundations to practical implementation. *Procedia Cirp*, 99, 598-603.
- Tupenaite, L., Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A., Turskis, Z., & Seniut, M. (2010). Multiple criteria assessment of alternatives for built and human environment renovation. *Journal Of Civil Engineering And Management*, 16(2), 257-266.
- Wang, G., Zhang, L., & Guo, J. (2021). Analysis on application level based on ordinal logistic regression and best of advanced manufacturing technologies (AMT) selection based on fuzzy-TOPSIS integration approach. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(4), 8427-8437.
- Yurdoğlu, H., & Kundakcı, N. (2017). SWARA ve WASPAS yöntemleri ile sunucu seçimi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(38), 253-270.
- Zenisek, J., Wild, N., & Wolfartsberger, J. (2021). Investigating the potential of smart manufacturing technologies. *Procedia Computer Science*, 180, 507-516.
- Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological And Economic Development Of Economy*, 16(2), 159-172.

FROM WALKING CITY TO THE LINE: A SPECULATIVE AND THEORETICAL ASSESSMENT OF ARCHITECTURAL UTOPIANISM

Dr. Fazıl AKDAĞ

Erciyes University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, Kayseri, Türkiye

ORCID: 0000-0002-3316-8104

ABSTRACT

This study critically examines the Walking City project of the 1960s avant-garde architecture collective Archigram and THE LINE mega-project announced under the NEOM initiative in Saudi Arabia through a comparative lens situated within the speculative and utopian architecture tradition. The two cases are discussed along the axes of techno-utopianism, mobility, modularity, control and surveillance, environmental determinism, megastructure and megaform, and authoritarian developmentalism and mega-project risks. While Walking City generated a pop-cultural technological optimism through the image of a mobile megastructure challenging the static urban form of modernism, THE LINE ties the data-driven urban imaginary of the twenty-first century to a concrete construction program with claims such as a cognitive city, hyper-connected communities, and AI-based governance. The findings indicate that both projects rely on a solution regime that derives urban problem-solving from design plus technology; however, unlike Archigram's playful critical speculation, THE LINE generates a more pronounced control-freedom tension through state-driven investment and branding strategies and a disciplinary spatiality. The study highlights utopian architecture's capacity to open horizons as a laboratory of thought, while also underscoring the risk of its transformation into an ideological apparatus of future governance.

Keywords: Speculative Architecture, Megastructure, Smart City, Artificial Intelligence, Archigram

INTRODUCTION

In the history of architecture, utopian projects have frequently been regarded as critical apparatuses of thought operating beyond the boundaries of constructability: they generate alternatives regarding how the city might be inhabited, render visible the design assumptions of the existing order, and open to debate the possibility of a different kind of spatiality. This intellectual function of utopia gained powerful public circulation through architectural drawings and collage aesthetics, particularly in the second half of the twentieth century, under the influence of mass communication, consumer culture, and fantasies of advanced technology. Within this context, Archigram's Walking City is a paradigmatic example that embodies the quality of a project as image, bringing together the space-age optimism of the 1960s with a critique of the modernist urban machine. The graphic language of Walking City does not merely propose a new form; it simultaneously carries the ideas of mobility and indeterminacy into the city's ontology, challenging the rigidities of modernist planning (Menchetelli, 2021).

In the twenty-first century, utopian architecture is increasingly being tied to construction programs not merely at the level of paper or digital imagery but through mega-projects supported by capital and state capacity. THE LINE, announced under the NEOM umbrella, is one of the most visible examples of this transformation: in its official discourse, claims of 170 km in length, 200 m in width, 500 m in height; car-free living, access to all daily needs within five minutes, end-to-end transit in twenty minutes via high-speed rail; and a cognitive city that learns through artificial intelligence demonstrate that the project is legitimized through both sustainability and futurism. Yet it is precisely the scale of such promises that strengthens the risk of reducing the city to a design problem and managing the social through an environmental and technological determinist schema (NEOM, 2021).

The aim of this article is to subject Walking City and THE LINE to a comparative theoretical assessment along the axis of speculative and utopian architecture. The study discusses: (i) the ideological functions of both projects (future design, city branding, political legitimacy), (ii) the role they assign to technology (techno-utopianism and data-driven governance), (iii) their spatial configurations (mobility, modularity, megaform), (iv) their governmental and surveillance regimes (control societies, smart city disciplines), (v) their environmental promises and contradictions, and (vi) the risks highlighted by the mega-project literature. To this end, the main theoretical backbone comprises Manfredo Tafuri's critique of architectural ideology, Fredric Jameson's relationship between utopia and politics, Reyner Banham's emphasis on technology and popular culture, and Anthony Vidler's readings of the uncanny in modernity (Tafuri, 1976).

Within this framework, the article develops two central claims. First, the historical distance between Walking City and THE LINE points to a transformation in the form of utopian architecture; yet both projects share the desire to reconstitute the city through high technology and holistic design. Second, THE LINE's tendency to produce a more pronounced spatial discipline through authoritarian developmentalism and data-driven governmentality, in contrast to Archigram's critical speculation, positions the project in a more tensioned location within the utopia-dystopia dialectic (Musset, 2023).

THEORETICAL FRAMEWORK

Utopia, from Thomas More onward, can be read in architectural and urban thought as a technique of thinking that investigates what could be through a critique of what is; speculative architecture frequently encompasses project types that aim to generate debate and render normative assumptions visible rather than to be constructed. From Jameson's perspective, utopia creates a moment of cognitive mapping that exposes the limits of the existing order rather than functioning as a directly applicable plan: the function of utopia is often to demonstrate why the alternative is difficult to imagine and to expand the horizon of thought. In this framework, the fact that Walking City was never built is not a deficiency but part of its speculative function. THE LINE, by contrast, transforms the mode of operation of utopia by tying the speculative image to a mega-scale investment and construction process: utopia is no longer merely a critique but simultaneously a geoeconomic future investment (Jameson, 2005).

At this juncture, the concept of techno-utopianism is decisive. Techno-utopianism denotes the belief that technological progress will resolve social and spatial problems; in architectural history, this belief extends across a broad vein running from modernist planning to megastructure debates. Banham, in the climate of the 1960s second machine age, views high technology as an energy source for architectural

innovation; and discusses the megastructure idea both as the urban infrastructure of the future and as a cultural image repertoire. However, Tafuri's critique enters precisely at this point: architectural utopia is not an autonomous tool of emancipation independent of the capitalist development regime; it is often a form of representation that aestheticizes the ideological tensions of that regime. Thus, techno-utopian discourse, while producing new spatial possibilities on the one hand, can depoliticize the language of solution on the other (Banham, 1976).

The second conceptual axis of the study is mobility. In the Archigram context, mobility is not merely the improvement of transportation; it is the severance of the city's fixed bond with place. *Walking City*, by imagining the city as a roaming organism, inverts the fixing power of the modernist plan over its tabula rasa, because the city no longer remains on the ground where the plan would settle but passes over that ground. In *THE LINE*, by contrast, mobility is defined not by the movement of the city itself but by the optimization of intra-city accessibility: five-minute walking access and a twenty-minute end-to-end rail system reduce mobility from the flexibility of space to infrastructure and data arrangements. Batty's linear city modeling emphasizes that while such a form may be attractive as ideal geometry, it requires an intense control architecture to suppress actual urban behaviors such as location choice, interaction, and polycentricity (Batty, 2022).

The third axis involves modularity and megastructure discussions. Megastructure, in the 1960s, denotes the approach that concentrates the urban scale in the idea of a singular structure, integrating infrastructure and living units. Banham's historical analysis shows that megastructures were presented both as open systems with promises of growth and plug-in articulation, yet could frequently slide into a closed control logic as products of a centralized technical rationality. *Walking City*'s modularity dreams of a collage city offering users choices, while *THE LINE*'s modularity proposes a more hierarchical structure tied to economies of scale and construction logistics through a repeatable segment logic. This difference, when considered alongside Tafuri's critique of the architecture-capital relationship, implies that modularity can sometimes transform into a standardizing apparatus rather than a liberating one (Banham, 1976).

The fourth axis is control, surveillance, and governmentality. Michel Foucault's reading of disciplinary societies reveals that space can shape the body and behavior through visibility and regulation; Gilles Deleuze further argues that in societies of control, this spatial discipline operates through more fluid data flows and continuous modulation. The smart city literature discusses this transformation in the context of urban technologies: Kitchin argues that data collection and real-time management recodes governance; Vanolo, with his concept of smartmentality, contends that the smart city discourse produces a normative distinction between good city and bad city; and Hollands questions what the smart city label ideologically renders visible and what it conceals. Akbari's agenda of the authoritarian smart city particularly emphasizes that smart city agendas cannot be independent of the political regime. *THE LINE*'s claim of a cognitive city and communities that learn through AI brings to the fore, within this theoretical framework, the risk of reducing urban life to data and merging management with automation (Akbari, 2022).

The fifth axis is environmental determinism and the sustainability discourse. The modernist planning tradition leaned on the idea that a well-designed environment would produce a good society; this

approach was criticized by urban theorists such as Jane Jacobs for ignoring the organic diversity and complexity of everyday life. THE LINE reproduces an environmental determinist rhetoric with claims of zero carbon, preserving ninety-five percent of nature, and an ideal climate: the design will simultaneously optimize nature and society. Yet the sustainability literature, particularly in the examples of new cities and eco-cities, has shown that green promises can contradict social exclusion, labor regimes, and high-carbon construction processes. For this reason, the environmental determinism debate must be grounded not solely in design but also in relations of production and decision-making processes, that is, in the question of sustainability for whom (Jacobs, 1961).

Finally, understanding THE LINE requires the literature on authoritarian developmentalism and mega-project risk. James C. Scott argues that high-modernist state projects can produce failure and social costs when they suppress local knowledge through the schematic desire for legibility. In the mega-project management literature, Flyvbjerg's iron law formulation, namely the tendency of large projects to frequently exceed their budgets, experience delays, and fail to deliver promised benefits, can be read as a fundamental warning in the critical assessment of giga-projects such as THE LINE. This framework necessitates that utopian mega-projects be examined not only in terms of their aesthetic and formal dimensions but also in their financial, managerial, and labor-eco-political dimensions (Scott, 1998).

METHODOLOGY

This research is based on a comparative qualitative case study design. The case study approach allows complex socio-spatial phenomena to be examined within their own contexts using multiple sources of evidence. Methodologically, Yin's case study principles (design logic, chain of evidence, analytic generalization) have been followed; a document analysis framework has been adopted for data collection and analysis. Document analysis enables the systematic coding of secondary materials such as policy texts, project presentations, academic articles, and audio-visual narratives, and the generation of thematic inferences (Yin, 2018; Bowen, 2009).

The data corpus consists of four layers: (1) the draft text provided by the author (serving as the main text for the analytical framework and argument flow); (2) Archigram and Walking City literature, including project drawings and studies that read them historically and theoretically (particularly Archigram historiography and the drawing-utopia relationship); (3) academic literature concentrated in the 2019 to 2026 period on THE LINE and NEOM, encompassing the linear city form, planned urban economies, smart city and AI governance, Gulf mega-projects, city branding, and sustainability critiques; (4) official THE LINE discourse and contextual texts, including NEOM press releases and promotional materials, used as primary contextual data insofar as they are discussed in academic analyses (official claims were coded as promises, while evaluations were conducted through the academic literature) (NEOM, 2021).

The analytical procedure consists of three stages. In the first stage, thematic codes corresponding to the theoretical axes were established: (i) techno-utopianism and technological determinism, (ii) mobility and accessibility regimes, (iii) modularity and standardization, (iv) control, surveillance, and data governance, (v) environmental determinism and sustainability, (vi) mega-project risks and political economy. In the second stage, texts and analyses pertaining to both cases were subjected to content analysis using these codes. In the third stage, a comparative synthesis was conducted; similarities and

differences were interpreted through the utopia-dystopia dialectic and the control-freedom tension. Throughout this process, a systematic claim-counterclaim mapping was established between official project discourses and critical academic assessments (Bowen, 2009).

The limitation of the research is that, because THE LINE is an ongoing mega-project, the findings necessarily rely on early-stage (pre-implementation or early implementation) discourse and design readings. Nevertheless, given that the ideological function of the early-stage discursive construction (promise, visualization, investment attraction) is critical in such projects, it has been accepted that document and discourse analysis offers strong explanatory power.

FINDINGS

The findings below present the two projects comparatively, both within their own historical contexts and across shared thematic axes.

Walking City: The Mobile Megastructure as the Speculative Critique of the 1960s

The historical significance of Walking City lies in its bringing together the idea of displacing the urban form at both the literal level (walking mechanical units) and the conceptual level (the rejection of modernism's established plan logic). Menchetelli's drawing analysis demonstrates that the Walking City image developed by Ron Herron and Warren Chalk in 1964 exists in multiple versions and that the collage technique transformed the project idea from an engineering schema into a utopian visual rhetoric. In this respect, Walking City belongs to the avant-garde tradition in which drawing in architecture is not merely representation but a tool for theory production (drawing-as-theory) (Figure 1). The project's circulation of the ideas of a world capital and a mobile environment can be read as a provocation against the modernist-institutional imaginaries that bind the city to topography and the logic of national borders (Menchetelli, 2021).



Figure 1. Archigram's The walking city illustration. (<https://www.arkitera.com/haber/walking-city/>)

The techno-utopian character of Walking City is evident in its combination of the idea of a high-technology living environment with a pop-cultural optimism. Banham's megastructure discussion emphasizes that in the 1960s, technology produced an enthusiasm and a language of the future in architecture, and that megastructures tended to reimagine urbanization within singular infrastructure

systems. Archigram's contribution was to differentiate this language from the solemn modernist utopias by hybridizing it with comic book, advertising, and science fiction aesthetics. This hybridity, while criticizing the rigid functionalism of modernism on the one hand, also carried the consumer culture's logic of choices into the project universe on the other. From Tafuri's critical perspective, this type of technology fetishism of the neo-avant-garde can produce radical form without transcending the ideological boundaries of capitalist development; that is, formal radicality does not automatically guarantee the promise of social transformation (Banham, 1976; Tafuri, 1976).

Walking City's understanding of mobility is fundamentally different from THE LINE: here, it is the city that moves, not the human. This situation points to a critical rupture in urban theory: redefining the city not as the fixity of infrastructure and building stock, but as a network of living capsules that can be repositioned as needed. With Jameson's utopian approach, the value of such speculative moves lies not in their applicability but in breaking the habit of assuming the city as a fixed object. Walking City, by suspending the spatial identity (*genius loci*) of the city, provocatively interrogates the modern political-spatial order that defines citizenship, property, and planning through place (Jameson, 2005).

However, Walking City simultaneously carries a contradiction open to debates of control, surveillance, and environmental determinism. On the one hand, it promises the user flexibility; on the other, when the city is conceived as a giant closed-system machine, the infrastructural dependency of life increases. Foucault's analysis of disciplinary spaces shows that closed and holistic systems can increase the capacity for regulation. In Walking City, even though this capacity serves the image of emancipation in Archigram's intention, the scale of the design and its closed-system nature produce a dialectical tension between freedom and dependency. This tension also explains why the project can be read between utopia and dystopia: the same image can engender both an entertaining promise of the future and an uncanny fear of mechanization (Foucault, 1977; Vidler, 1992).

THE LINE: The Linear Megaform and Cognitive City as the Twenty-First-Century Techno-Sustainability Discourse

The official announcements and promotional texts frame THE LINE as car-free and road-free, nature-oriented, powered by 100% clean energy, and composed of cognitive communities that learn through AI. A 170 km urban band with five-minute walking access and end-to-end transit in 20 minutes, together with the claim that 90% of data will be used to enhance infrastructure efficiency, demonstrates that the project constructs urban life as an optimization problem (Figure 2). This discourse ties sustainability not only to carbon metrics but also to the management of time savings, health, and well-being; thus, the environmental discourse merges with a behavioral governance discourse (NEOM, 2021).



Figure 2. The City of the Future in Saudi Arabia: The Line. (<https://www.arkitera.com/gorus/the-line-ve-elestiri/>)

The political-economic context of THE LINE indicates that the project is not merely architectural. NEOM is positioned within the Vision 2030 framework as a showcase for economic diversification and attracting global investment. Hassan emphasizes that by placing artificial intelligence and robotic integration at the center of NEOM, the transformation extends beyond the economy to regime continuity and the restructuring of the state. Aly's city branding analysis shows that NEOM constructs a dream and future narrative intertwined with leadership and power legitimacy rather than merely a city brand; through instruments such as websites and launches, a rhetoric of diversity, technology, and talent attraction (similar to Florida's 3T framework) addresses the image of a mobile global creative class. This suggests that the utopian urban discourse operates not merely as a future design but simultaneously as a legitimacy and investment production apparatus (Hassan, 2020; Aly, 2019).

The linear form, which constitutes the spatial core of THE LINE, is not new in the history of urban planning; however, proposing it at this scale as a singular megaform extraordinarily increases the level of high control that the linear form demands. Batty's linear city modeling emphasizes that although linear cities promise ideal accessibility, people's location choice tendencies and polycentric interaction patterns tend to erode the geometric ideal, and that preserving the ideal form requires strict development controls. This assessment strengthens the critique that THE LINE establishes a spatial regime that preschematizes life rather than enabling the organic evolution of urban life. In short, THE LINE is defined not by Archigram's indeterminacy but by the rigorous recoding of place and movement through a system rationality (Batty, 2022).

In THE LINE, the smart city and Urban AI discourse is positioned at the center of governance. The critical issue here is not the use of technology in the city but the scale at which technology will take over the city's decision-making processes and behavioral regulations. Akbari's authoritarian smart city agenda argues that the smart city discourse cannot be viewed as apolitical; rather, it must be read in conjunction

with the socio-technical imaginaries of the political regime. Cugurullo's Urban AI discussion emphasizes that the smart city is increasingly shifting toward the horizon of an autonomous city, where algorithms are not only delivering services but also transforming management and planning. THE LINE's claim of a cognitive city carries, within this framework, the risk of turning the city into a platform (platform-city): the city becomes a system continuously optimized through usage data (Akbari, 2022; Cugurullo, 2020).

This risk becomes more apparent through the debates on surveillance capitalism and control societies. Zuboff's conceptualization of surveillance capitalism discusses the transformation of behavioral data into an economic and managerial resource; smart city critiques show that this transformation can gain operationality through space. Vanolo's smartmentality reading shows that smart city policies can produce a new moral order (good vs. bad city, appropriate vs. inappropriate citizen) through technical parameters; Hollands draws attention to the potential of the smart city label to mask inequalities and depoliticize. In a closed and dense megaform such as THE LINE, the data-driven monitoring and optimization of entry-exit, circulation, energy use, and everyday practices is consonant with the control logic that Deleuze described as continuous modulation (Zuboff, 2019; Deleuze, 1992).

THE LINE's sustainability claim has been critically evaluated on two planes. The first plane concerns how environmental goals are established at the planning and design level: the NEOM discourse constructs an environmental determinist design narrative through frameworks such as preserving ninety-five percent of nature, microclimate design, and renewable energy. The second plane concerns how this narrative can contradict the production, logistics, and carbon costs at the mega-project scale. Alwafi (2025) addresses THE LINE in the context of climate-adaptive design and discusses components such as green infrastructure, energy efficiency, and smart planning, yet also emphasizes the need to consider such goals in conjunction with social justice and public health dimensions. Kashef (2025), by comparing Masdar and THE LINE, argues that central planning, global branding, and the desire for rapid implementation in Gulf mega-project urbanization can render social and political costs invisible and raises long-term viability questions for mega-project cities (Alwafi, 2025; Kashef, 2025).

Feasibility discussions constitute one of the most intense clusters of academic critique regarding THE LINE. Batty (2022) argues that the linear form will be eroded by spatial equilibrium and that preserving the ideal form will require strict controls, while the mega-project management literature shows that the probability of cost overruns and benefit deviations increases as scale grows. Flyvbjerg's data-driven assessment argues that eight or nine out of ten major projects experience cost overruns, and that the tendency for delays and benefit shortfalls in large projects is structural. Given that THE LINE's promises (such as end-to-end transit in twenty minutes and uninterrupted comfort at very high density) can only be realized through extraordinary infrastructural coordination, the utopian promise versus implementation tension overlaps with the typical risks predicted by the mega-project literature (Flyvbjerg, 2014).

Nevertheless, simulation-based (mostly early-stage) analyses of THE LINE are also present in the literature. Bahi and Ourici (2025) discuss how mobility would operate in a linear and extremely dense urban morphology through an agent-based and AI-supported simulation framework, drawing attention to the difficulty of verifying the official discourse's connectivity claims without modeling. Such studies

suggest that THE LINE, on the one hand, creates an academic laboratory (urban form experimentation) effect, while on the other, it may reinforce the tendency to reduce the human complexity of urban life (behavior, density, waiting, congestion) to a technical problem (Bahi & Ourici, 2025).

DISCUSSION

A joint reading of the two projects shows that architectural utopianism operates in two different forms across two periods. Walking City, as an unbuilt speculation, provocatively critiques the modernist understanding of the city; THE LINE, as a mega-project tied to a construction program, produces more material ideological and economic consequences for speculation. Through Aly's readings of the elite dream and nation-city branding relationship, it becomes apparent that THE LINE's discursive claim of constructing the future is interwoven with investment and legitimacy production; Musset (2023) argues that while THE LINE is polished like a science fiction utopia, it can conceal social contradictions. This is consonant with Jameson's discussions of the ideological function of utopias: utopia sometimes generates alternative thinking, while at other times it can defer the crises of the existing order with a design showcase (Musset, 2023; Jameson, 2005).

The control-freedom dialectic turns into the most critical line separating the two projects. Walking City signals freedom in the mobility and optionality of the city, yet it is uncanny due to mechanization and closed-system dependency. THE LINE constructs freedom through time savings and optimized access, yet the merging of this optimization with data collection and managerial modulation can function as a spatial prototype of societies of control. In this context, the critique of behavioral data by Zuboff and the technology-power relationship revealed by smart city studies (Kitchin, Vanolo, Hollands) require reading THE LINE not merely as a design object but also as a governmentality project (Zuboff, 2019).

Table 1. Comparative Overview of the Two Cases

Dimension	Walking City	THE LINE
Historical context	1960s avant-garde architecture; pop culture and space-age technological optimism	2020s climate crisis, digitalization; Vision 2030 and state-driven mega-investment
Scale and form	Mobile megastructure image; mechanical units and capsules	170 km linear megaform; claimed 500 m height, 200 m width
Mobility model	The city itself moves (mobile city)	Human movement is optimized (high-speed rail + walking access)
Modularity	Collage / articulable units; speculative flexibility	Repeatable segment logic; construction and logistics rationality
Technology narrative	Technology = emancipation / play / critical image	Technology = solution / optimization / AI-based governance
Governance assumption	Indeterminate / playful; the question of control is suspended	Data-driven cognitive city; comprehensive institutional and digital management claim
Principal critiques	Human scale, closed-system uncanniness; technology fetishism	Authoritarian smart city; surveillance and social justice; mega-project risks; environmental contradictions
Utopia/dystopia tension	Utopia and uncanniness coexist	Sustainable utopia discourse versus sharp control/dystopia critique

CONCLUSION

This article has argued that the comparison of Walking City and THE LINE renders visible the transformation that architectural utopianism has undergone over half a century along two principal axes. The first axis is the medium of utopia: while Walking City produces a speculative critique operating through drawing and collage, THE LINE establishes a regime of institutional utopia tied to investment, branding, and construction programs through digital visualization and official discourse. The second axis is the control-freedom dialectic: while Archigram attempts to break modernist stasis through mobility and modularity, it cannot entirely overcome the uncanniness of the closed system; THE LINE, while promising to optimize access and sustainability, produces a terrain more open to critiques of data-driven governmentality and the authoritarian smart city.

Theoretically, the lineage of Tafuri, Jameson, Banham, and Vidler has proved productive in demonstrating that what these projects say about the future simultaneously condenses the ideological contradictions of their own era. Walking City carries the pop-technology enthusiasm of the 1960s and the image of flexibility drawn from consumer culture, while THE LINE carries the risk of the city's transformation into a platform in the age of sustainability and digitalization. The smart city and Urban AI literature reveals that technology in the city is not an apolitical tool but a socio-technical imaginary that operates in conjunction with the regime; accordingly, projects such as THE LINE must be evaluated not only for their design quality but also for their decision-making models, data regimes, and labor-justice dimensions (Cugurullo, 2020; Cugurullo, 2026).

In conclusion, utopian mega-projects do more than propose a new urban form: they produce a social program concerning how the city will be governed, for whom it will be built, and in the name of which values it will be optimized. For this reason, the Walking City-THE LINE comparison offers two warnings for architectural theory: (1) technology can be a spatial infrastructure of control just as much as it can be an emancipatory tool; (2) when the sustainability discourse is not considered in conjunction with social justice and political participation, it can increase the possibility of dystopia by transforming into a green determinist utopia.

REFERENCES

- Akbari, A. (2022). Authoritarian smart city: A research agenda. *Surveillance & Society*, 20(4). <https://doi.org/10.24908/ss.v20i4.15964>
- Al-Saidi, M., et al. (2024). Smart cities and communities in the GCC region. *Frontiers in Built Environment*.
- Almatar, K. M. (2025). Sustainable urban futures: Transportation and development in Riyadh, Jeddah, and NEOM. *Sustainability*, 17(22), 10133.
- Aly, H. (2019). Royal dream: City branding and Saudi Arabia's NEOM. *Middle East - Topics & Arguments*, 12(1), 99-109. <https://doi.org/10.17192/META.2019.12.7937>
- Alwafi, A. A. M. (2025). Climate change as an influential factor in designing future cities (case study the NEOM Project "The Line City" in Saudi Arabia). *Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture*, 16, 237-251. <https://doi.org/10.1007/s43995-025-00103-6>

- Bahi, A., & Ourici, A. (2025). An intelligent agent-based simulation of human mobility in extreme urban morphologies (arXiv:2507.15143). arXiv.
- Banham, R. (1976). *Megastructure: Urban futures of the recent past*. Thames & Hudson.
- Batty, M. (2022). The linear city: Illustrating the logic of spatial equilibrium. *Computational Urban Science*, 2, Article 8. <https://doi.org/10.1007/s43762-022-00036-z>
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27-40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Cugurullo, F. (2020). Urban artificial intelligence: From automation to autonomy in the smart city. *Frontiers in Sustainable Cities*, 2, Article 38. <https://doi.org/10.3389/frsc.2020.00038>
- Cugurullo, F. (2026). New AI cities: Power, new cities and urban artificial intelligence in Neom and The Line. *Urban Geography*. <https://doi.org/10.1080/02723638.2025.2548134>
- Deleuze, G. (1992). Postscript on the societies of control. *October*, 59, 3-7.
- Elsheshtawy, Y. (2010). *Dubai: Behind an urban spectacle*. Routledge.
- Flyvbjerg, B. (2014). What you should know about megaprojects, and why: An overview. *Project Management Journal*.
- Foucault, M. (1977). *Discipline and punish: The birth of the prison*. Vintage.
- Greenfield, A. (2013). *Against the smart city: A pamphlet*. Do projects.
- Hassan, O. (2020). Artificial intelligence, Neom, and Saudi Arabia's economic diversification from oil and gas. *The Political Quarterly*, 91(1), 222-227. <https://doi.org/10.1111/1467-923X.12794>
- Hegazy, I. (2025). Adapting global urban resilience frameworks to the Saudi context: Toward climate-responsive policy solutions under Vision 2030. *International Journal of Low-Carbon Technologies*. <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctaf139>
- Hollands, R. G. (2008). Will the real smart city please stand up? *City*, 12(3), 303-320. <https://doi.org/10.1080/13604810802479126>
- Jacobs, J. (1961). *The death and life of great American cities*. Random House.
- Jameson, F. (2005). *Archaeologies of the future: The desire called utopia and other science fictions*. Verso.
- Jasanoff, S., & Kim, S.-H. (Eds.). (2015). *Dreamscapes of modernity: Sociotechnical imaginaries and the fabrication of power*. University of Chicago Press.
- Kanna, A. (2011). *Dubai, the city as corporation*. University of Minnesota Press.
- Kashef, M. (2025). Rethinking Masdar and The Line megaprojects: The interplay of economic, social, political, and spatial dimensions. *Land*, 14(7), 1358. <https://doi.org/10.3390/land14071358>
- Kitchin, R. (2014). Making sense of smart cities: Addressing present shortcomings. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 8(1), 131-136.
- Koch, N. (2025). NEOM: The new Saudi Arabia? *World Affairs*, 188(4), 659-683.
- Kopitz, E. (2024). Care as connectivity: THE LINE mega-project and the attempt to construct the city in the future. *Media and Communication*, 12. <https://doi.org/10.17645/mac.8181>
- Menchetelli, V. (2021). A walking city by Archigram group: On the utopian dimension of drawing. *disegno*, 9. <https://doi.org/10.26375/disegno.9.2021.418>

- Musset, A. (2023). Neom et The Line (Arabie saoudite): Utopie futuriste ou cauchemar urbain? *L'Information Géographique*, 87(1), 139-153. <https://doi.org/10.3917/lig.871.0139>
- NEOM. (2021, January 10). HRH Prince Mohammed bin Salman announces THE LINE at NEOM. <https://www.neom.com/en-us/newsroom/hrh-prince-announces-the-line>
- NEOM. (n.d.). The LINE: A revolution in urban living. <https://www.neom.com/en-us/regions/theline>
- Paszowska-Kaczmarek, N. E. (2021). THE LINE - the Saudi-Arabian linear city concept as the prototype of future cities. *Architecturae et Artibus*, 13(2), 34-47.
- Sadler, S. (2005). *Archigram: Architecture without architecture*. MIT Press.
- Scott, J. C. (1998). *Seeing like a state: How certain schemes to improve the human condition have failed*. Yale University Press.
- Tafuri, M. (1976). *Architecture and utopia: Design and capitalist development* (B. L. La Penta, Trans.). MIT Press.
- Townsend, A. M. (2013). *Smart cities: Big data, civic hackers, and the quest for a new utopia*. W. W. Norton.
- Vanolo, A. (2014). Smartmentality: The smart city as disciplinary strategy. *Urban Studies*, 51(5), 883-898. <https://doi.org/10.1177/0042098013494427>
- Vidler, A. (1992). *The architectural uncanny: Essays in the modern unhomely*. MIT Press.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE.
- Yusuf, N., & Abdulmohsen, D. (2023). Saudi Arabia's NEOM Project as a testing ground for economically feasible planned cities: Case study. *Sustainability*, 15(1), 608. <https://doi.org/10.3390/su15010608>
- Zuboff, S. (2019). *The age of surveillance capitalism: The fight for a human future at the new frontier of power*. PublicAffairs.

**AFETLERDE ÜREME SAĞLIK HİZMETLERİ VE HEMŞİRENİN ROLÜ: GÜNCEL
LİTERATÜR DERLEMESİ**
REPRODUCTIVE HEALTH SERVICES IN DISASTERS AND THE ROLE OF NURSES: A
CURRENT LITERATURE REVIEW

Beyza ERÇEN

Arş. Gör., Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Yusuf Şerefoğlu Sağlık Bilimleri Fakültesi, Doğum ve Kadın
Hastalıkları Hemşireliği ABD, Kilis, TÜRKİYE
ORCID: 0009-0005-1092-9627

Ebru GÖZÜYEŞİL

Prof., Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik, Adana, TÜRKİYE
ORCID: 0000-0002-9193-2182

ÖZET

Afetler fiziksel yıkımın ötesinde sağlık sistemlerini büyük bir biçimde etkileyerek özellikle üreme çağındaki kadınlar, gebeler, lohusalar ve yenidoğanlar için yaşamı tehdit eden çok boyutlu krizler yaratmaktadır. Bu derlemenin amacı, afet bölgelerinde üreme sağlığı hizmetlerinde yaşanan sorunları, uygulanan uluslararası ve ulusal müdahale modellerini ve bu süreçte kilit bir konuma sahip olan hemşirelerin rol ve sorumluluklarını güncel literatür ışığında değerlendirmektir. Literatür incelendiğinde, afet dönemlerinde gebelik izlemlerinin aksadığı, güvenli doğum koşullarının bozulmasına bağlı olarak obstetrik acillerin ve maternal-neonatal ölümlerin arttığı görülmektedir. Ayrıca aile planlaması hizmetlerinde kesinti, menstrual hijyen ürünlerine erişimde yetersizlik ve cinsel şiddet vakalarında artış sahadaki en belirgin sorunlar olarak öne çıkmaktadır. Bu kriz tablosuna karşı uluslararası standart olan Minimum Başlangıç Hizmet Paketi (MISP) başta olmak üzere; sahra hastaneleri, mobil sağlık üniteleri ve tele-sağlık gibi hizmet modellerinin uygulanması anne ve bebek ölümlerini azaltmada hayat kurtarıcı bir işlev görmektedir. Ancak tedarik zinciri problemleri, sevk ağının çökmesi ve koordinasyon eksiklikleri bu modellerin etkinliğini kısıtlamaktadır. Afet ortamının karışık ve sınırlı kaynaklara sahip yapısında, üreme sağlığı hizmetlerinin başarısı doğrudan hemşirelerin bilgi, beceri ve liderlik kapasitesine dayanmaktadır. Hemşireler; bakım verici, danışman, eğitici, koordinatör ve savunucu rolleriyle sadece klinik müdahalelerde bulunmamakta, aynı zamanda kriz yönetimini üstlenerek dezavantajlı grupların haklarını korumaktadır. Sonuç olarak, afetlerde üreme sağlığı hizmetlerinin güçlendirilmesi için uluslararası standartların ulusal politikalara entegrasyonu sağlanmalı, hemşirelere yönelik afet odaklı kriz yönetimi eğitimleri yaygınlaştırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Afet, Üreme Sağlığı, Afet Hemşireliği, Kadın Sağlığı, Hemşirelik Roller

ABSTRACT

Disasters create multidimensional crises that threaten life, particularly for women of reproductive age, pregnant women, postpartum women, and newborns, by significantly impacting health systems beyond physical destruction. This review aims to evaluate the problems encountered in reproductive health services in disaster areas, the international and national intervention models applied, and the roles and responsibilities of nurses, who play a key role in this process, in light of the current literature. A review of the literature reveals that during disaster periods, pregnancy monitoring is disrupted, leading to an increase in obstetric emergencies and maternal-neonatal deaths due to the deterioration of safe delivery conditions. Furthermore, interruptions in family planning services, inadequate access to menstrual hygiene products, and an increase in cases of sexual violence stand out as the most prominent problems

in the field. In response to this crisis, the implementation of service models such as field hospitals, mobile health units, and telehealth, particularly the Minimum Initial Service Package (MISP), which is the international standard, plays a life-saving role in reducing maternal and infant mortality. However, supply chain problems, breakdowns in the delivery network, and lack of coordination limit the effectiveness of these models. In the complex and resource-constrained setting of a disaster, the success of reproductive health services depends directly on the knowledge, skills, and leadership capacity of nurses. Nurses not only provide clinical interventions in their roles as caregivers, counselors, educators, coordinators, and advocates, but also protect the rights of disadvantaged groups by taking on crisis management. Consequently, international standards for strengthening reproductive health services in disasters should be integrated into national policies, and disaster-focused crisis management training for nurses should be widely implemented.

Keywords: Disaster, Reproductive Health, Disaster Nursing, Women's Health, Nursing Roles

GİRİŞ

Afet, doğal ya da insan kaynaklı olayların toplumun işleyişini ani ve ciddi biçimde aksatması sonucu ortaya çıkmaktadır (Çakmak ve ark., 2018; Ceren, 2021). Afetler; fiziksel yıkım, can kayıpları, sosyo ekonomik kayıpların yanı sıra bireylerin sosyal, ruhsal ve sağlık yönünden çok boyutlu kısa ve uzun dönem etkilere sahiptir (Avdar, &Avdar, 2022; Ahmadi-Marzaleh, 2023; Rijal ve ark.,2020). Afetler; sıklığı ve şiddeti artan depremler, seller, iklim kriziyle ilişkili olaylar ve çatışmalar nedeniyle dünyada halk sağlığı sorunlarından birisi hâline gelmiştir (Çakir, &İnce, 2025). Bu süreçte en fazla etkilenen gruplar arasında yenidoğanlar ve ergenler, üreme çağındaki kadınlar, gebe ve lohusalar, yaşlılar yer almaktadır. Afetler; bu grupta yer alan bireyler için üreme sağlığı gereksinimlerini daha da kırılgan hale getirmektedir (Stephens, & Lassa, 2020). Son yıllarda yapılan araştırmalar, afetlerin sadece akut dönemde değil, uzun vadede de toplumun sağlık göstergelerini bozduğunu, özellikle kalabalık geçici barınma alanlarında temiz su eksikliği ve yetersiz hijyen nedeniyle solunum yolu enfeksiyonları ve ishal salgınlarında artış görüldüğünü göstermektedir (Çakmak ve ark., 2018; Topluoğlu ve ark., 2023). Bununla birlikte, afet sonrası sağlık sisteminde ortaya çıkan işlev kaybının; gebelik takibi, güvenli doğum, aile planlaması, tarama, aşılama, cinsel yolla bulaşan enfeksiyonlardan ve cinsel şiddetten korunma gibi temel üreme sağlığı hizmetlerine erişimini aksattığı vurgulanmaktadır (Adkoli ve ark., 2022; Ahmadi Marzaleh, 2023; Rajabi ve ark., 2025).

Son yıllarda özellikle doğal afetler sonrasında cinsel ve üreme sağlığı gereksinimlerinin çoğu zaman acil yaşam kurtarıcı müdahalelerin gölgesinde kaldığı, aile planlaması hizmetlerinde kesintiler, gebelik komplikasyonlarında artış ve güvenli olmayan düşükler gibi sonuçların ortaya çıktığı vurgulanmaktadır (Adkoli ve ark., 2022; İlkin Aydın ve ark., 2024). Afet dönemlerinde gebe kadınların düzenli izlem ve tarama hizmetlerine erişiminin azalması, gestasyonel diyabet, preeklampsi ve erken doğum gibi anne ve fetüs sağlığını tehdit eden komplikasyonların artmasına neden olmaktadır (Ahmadi Marzaleh ve ark., 2023; Sezgin ve Kartal, 2021). Ayrıca afet sonrası doğumların önemli bir bölümünün sağlık kuruluşlarından uzakta ve steril olmayan koşullarda gerçekleşmesi, postpartum kanama ve eklampsi gibi obstetrik acil durumları daha ölümcül hâle getirmekte ve maternal mortaliteyi artırmaktadır (Gültekin, & Uçtu, 2024; Rajabi ve ark., 2025). Benzer şekilde, güvenli tuvalet alanlarının bulunmaması ile menstrual hijyen ürünlerine erişimin kısıtlanması, kadınlarda vajinal enfeksiyon ve cinsel yolla bulaşan enfeksiyon riskini tetiklemektedir (İlkin Aydın ve ark., 2024; Rajabi ve ark., 2025; Demirbaş ve ark., 2023; Yılmaz, & Altıparmak,2025; WHO, 2023). Afet sonrası oluşan güvenlik sorunları, mahremiyetin

bozulması ve aydınlatma eksiklikleri ise cinsel şiddet, taciz ve zorla evlendirme olasılığını belirgin şekilde yükseltmektedir (Altıok ve ark., 2025; Stephens, & Lassa, 2020; UN Women, 2022). Yenidoğanlar açısından değerlendirildiğinde ise hipotermi, sepsis ve düşük doğum ağırlığı gibi risklerin arttığı, anne-bebek temasının kesintiye uğramasının yenidoğan ölümlerine yol açtığı bildirilmektedir (Gültekin ve Uçtu, 2024; UNICEF, 2024).

Ortaya çıkan bu büyük riskler, uluslararası ve ulusal düzeyde afetlere özgü üreme sağlığı hizmet modellerinin ve müdahale paketlerinin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır (UNFPA, 2022). Uluslararası yaklaşımın temelinde, afetin ilk saatlerinden itibaren yaşam kurtarıcı acil üreme sağlığı hizmetlerini tanımlayan Minimum Başlangıç Hizmet Paketi (MISP) yer almaktadır; bu paketin doğru uygulanmasının anne ölüm oranlarını ve cinsel şiddet vakalarını belirgin şekilde azalttığı vurgulanmaktadır (Beek ve ark., 2019; Ray-Bennett ve ark., 2024). Ulusal boyutta ise, Türkiye'de AFAD koordinasyonunda çalışan UMKE ve mobil sağlık ekipleri, afet sonrası ilk 48-72 saatte gebe tespiti, acil obstetrik durum yönetimi ve psikososyal destek sağlayarak kritik bir rol üstlenmektedir (İlkin Aydın, 2024; Çobanoğlu, & İnce, 2025). Bunun yanı sıra, büyük yıkımların ardından kurulan sahra hastanelerinin güvenli doğum, acil sezaryen ve neonatal resüsitasyon hizmetleri sunduğu, mobil ünitelerin ve tele-sağlık uygulamalarının ise hizmete erişimi kısıtlı bölgelerde kesintisiz bakım sağladığı literatürde öne çıkan modeller arasındadır (İlkin Aydın ve ark., 2024; Şimşek, & Gündüz, 2021).

Afet koşullarında hizmet sunumuna ilişkin literatür, sağlık çalışanlarının-özellikle hemşire ve ebelerin-üreme sağlığı hizmetlerinin sürekliliğini sağlama, danışmanlık, eğitim, psikososyal destek ve sevk yönetiminde kritik role sahip olduğunu, ancak bu alanlarda bilgi ve beceri eksikliklerinin devam ettiğini ortaya koymaktadır (Stephens, & Lassa, 2020; Adkoli, 2022; Abay, & Abay Çelik, 2023; Rajabi, 2025). Bu bağlamda, afet bölgelerinde üreme sağlığı hizmetlerinin niteliğinin artırılması ve hizmetlerin kesintisiz yürütülmesi için hemşirelerin rol ve sorumluluklarının netleştirilmesi, güçlendirilmesi ve güncel kanıta dayalı rehberler doğrultusunda ele alınması önem taşımaktadır. Bu çalışma, afet bölgelerinde üreme sağlığı hizmetlerini ve hemşirenin bu süreçteki rollerini güncel literatür ışığında tartışmayı amaçlamaktadır.

AFET BÖLGELERİNDE ÜREME SAĞLIĞI SORUNLARI

Afetler, toplumsal altyapıyı ve sağlık sistemlerini olumsuz etkileyerek, özellikle kadınlar, gebeler, lohusalar, yenidoğanlar ve üreme çağındaki bireyler açısından yaşamı tehdit eden çok boyutlu kriz durumları oluşturmaktadır. Afet bölgesinde temel sağlık hizmetlerinin aksaması ve önceliklerin değişmesi; gebelik izlemi, güvenli doğum, aile planlaması, menstrual hijyen ve cinsel sağlık gibi alanlarda sorunlar oluşturmaktadır. Literatürde yer alan güncel çalışmalar, afet koşullarının yarattığı üreme sağlığı sorunlarının sadece afetin gerçekleştiği akut dönemle sınırlı kalmadığını, sağlık altyapısının toparlanamaması nedeniyle uzun vadede de devam ettiğini de vurgulamaktadır (Ahmadi Marzaleh ve ark., 2023; Stephens ve Lassa, 2020). Ayrıca afet sonrası sağlık sisteminin çökmesi, iletişim ve ulaşım hatlarının kesilmesi, sağlık personeli sayısındaki yetersizlikler ve sevk zincirinin bozulması, üreme sağlığı hizmetlerine erişimi daha da zorlaştırmakta; özellikle düzenli takip gerektiren kronik hastalığı olan gebelerde ve riskli gebeliklerde bakımın aksaması ciddi maternal morbidite ve mortalite risklerine yol açmaktadır (Beek ve ark., 2019; Çakmak ve ark., 2018).

Gebelik ve doğum öncesi bakım süreçleri incelendiğinde, afet dönemlerinde gebe kadınların düzenli izlem, tetkik ve tarama hizmetlerine erişiminin aksadığı görülmektedir. Bu durum, gestasyonel diyabet, preeklampsi, erken doğum ve düşük gibi hayati tehlike arz eden komplikasyonların artmasına yol açmaktadır (Sezgin ve Kartal, 2021; Ahmadi Marzaleh ve ark., 2023). Afet bölgelerinde sağlık

merkezlerinin hasar görmesi, ulaşım sorunları ve nitelikli sağlık personeli yetersizliği, annenin temel gebelik bakımına ulaşmasını güçleştirmesiyle birlikte rutin takiplerin yapılamaması da fetüsün büyüme geriliği ve fetal distres gibi olumsuz sonuçlara neden olabilmektedir (Adkoli ve ark., 2022). Çalışmalar, antenatal bakımın yalnızca fiziksel erişim sorunları nedeniyle değil; aynı zamanda gebelerin yaşadığı akut stres, kaygı, yetersiz beslenme ve güvenli barınma sorunları nedeniyle de aksadığını göstermektedir. Bu çok faktörlü durum hem maternal hem de fetal komplikasyonların olağan koşullara göre çok daha erken ve şiddetli ortaya çıkmasına yol açmaktadır (Ray-Bennett ve ark., 2024). Gebelerin afet sonrası sağlık kuruluşlarına başvuru oranlarının ciddi oranda düşmesi, erken müdahale edilmesi gereken birçok yüksek riskli gebeliğin fark edilememesine neden olurken; tetanos ve influenza gibi gebelikte rutin olarak yapılması önerilen aşı programlarının aksaması da enfeksiyonlara bağlı ek riskler yaratmaktadır (Rajabi ve ark., 2025; İlkin Aydın ve ark., 2024; UNFPA, 2022).

Doğum eyleminde ise, afet sonrası doğumların önemli bir bölümü sağlık kuruluşlarından uzakta, steril olmayan geçici barınaklarda veya yeterli obstetrik eğitim almamış kişiler tarafından gerçekleştirilmek zorunda kalınmaktadır (TAPV, 2025). Bu durum hem anne hem de yenidoğan mortalitesini hızla artırmakta, özellikle postpartum kanama, eklampsi, obstrüktif (uzamış) doğum gibi obstetrik acil durumları daha ölümcül hâle getirmektedir (Rajabi ve ark., 2025; Gültekin ve Uçtu, 2024). Hasta yoğunluğu ve tıbbi malzeme yetersizliği nedeniyle sezaryen gerektiren durumlarda bile müdahaleler saatlerce gecikebilmektedir. Yolların kapanması ve ambulans hizmetlerinin aksaması acil obstetrik durumların donanımlı merkezlere sevkini imkânsız hâle getirerek anne ölümlerini artırmaktadır (UNFPA, 2022). Doğumların hijyenik olmayan alanlarda gerçekleşmesi, yenidoğanlarda enfeksiyon, düşük APGAR skoru ve hipoksi oranlarında belirgin bir artışla doğrudan ilişkilendirilmiştir (Marzaleh, 2023). Afet koşullarında doğum eyleminin sağlıklı izlenmesi için temel olan ekipmanların (partograf, oksijen tüpleri, steril cerrahi setler, uterotonik ilaçlar vb.) bulunmaması, kritik durumların gözden kaçmasına yol açar. Dünya Sağlık Örgütü, yüksek riskli gebelerde anne ölüm oranlarının afetlerde belirgin şekilde artış gösterdiğini raporlamaktadır (WHO, 2023). Özellikle geçici sahra hastanelerinde sterilizasyonun tam sağlanamaması ve kan ürünlerinin yetersizliği anne ve bebek sağlığını doğrudan riske atmaktadır (İlkin Aydın ve ark., 2024; Beek ve ark., 2019).

Doğum eyleminin yanı sıra afetler, kritik bir süreç olan lohusalık (postpartum) bakımını ve yenidoğan sağlığını da olumsuz etkilemektedir. Annelerde postpartum kanama, enfeksiyon, şiddetli anemi ve emzirme sorunlarında belirgin bir artış görülür (Adkoli ve ark., 2022). Yenidoğanlarda ise hipotermi, yenidoğan sepsisi, düşük doğum ağırlığı ve ilk saatlerde emzirmenin başlatılamaması gibi ölümcül riskler hızla yükselmektedir. Afet nedeniyle anne-bebek temasının kesintiye uğraması ve yenidoğan resüsitasyonu yapacak eğitimli personel eksikliği yenidoğan ölümlerine neden olurken; iştme testi ve topuk kanı gibi hayati temel taramaların aksaması, çocukta uzun vadeli morbidite riskini artırmaktadır (Gültekin ve Uçtu, 2024; UNFPA, 2022; İlkin Aydın ve ark., 2024).

Afetlerin üreme sağlığı üzerindeki bir diğer etkisi aile planlaması, hijyen ve cinsel sağlık alanlarında kendisini göstermektedir. Modern kontraseptif yöntemlere ve aile planlaması araçlarına erişimin durması; istenmeyen gebeliklerde artışa, düzensiz doğum aralıklarına ve riskli gebeliklere neden olmaktadır (Adkoli ve ark., 2022; IPPF, 2023). Kontraseptif hap, kondom ve rahim içi araç gibi stokların tükenmesi, afet sonrası istenmeyen gebelik oranlarının olağan dönemlere kıyasla büyük oranda yükselmesine yol açmaktadır (Ahmadi Marzaleh ve ark., 2023). Bu durum, kalabalık geçici yaşam alanları, temiz suya ulaşımındaki kısıtlılıklar ve özellikle menstrual ürünlere erişimin sekteye uğraması ile birleştiğinde; kadınlarda genital enfeksiyon ve cinsel yolla bulaşan enfeksiyon (CYBE) riskini artırmaktadır (Topluoğlu ve ark., 2023; Çakmak ve ark., 2018; Ray-Bennett ve ark., 2024). Menstrual

hijyen ürünlerinin eksikliği, kadınların sağlıksız alternatiflere yönelmesine sebep olarak vajinal enfeksiyonları ve pelvik inflamatuvar hastalıklarında ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır (Demirbaş ve ark., 2023; Yılmaz ve Altıparmak, 2025; WHO, 2023).

Güvenlik bağlamında değerlendirildiğinde, afet sonrası ortaya çıkan karışıklık, otorite boşluğu ve toplu barınma alanlarındaki yetersizlikler, kadın ve çocuklarda cinsel şiddet, istismar ve sömürü riskini açığa çıkartmaktadır. Cinsel saldırı, taciz ve zorla erken yaşta evlendirme gibi vakaların belirgin şekilde arttığı afet ortamlarında; cinsel şiddet mağdurlarının sağlık kuruluşlarına zamanında erişememesi, acil kontrasepsiyon, PEP (HIV profilaksisi) ve travma bakımı gibi kritik müdahalelerin yapılamamasına neden olmaktadır (Altıok ve ark., 2025; Stephens ve Lassa, 2020; İlkin Aydın ve ark., 2024). Ayrıca toplumsal damgalanma ve güvenlik tehditleri nedeniyle birçok mağdurun başvuru yapamaması, gerçek vaka sayısının rapor edilenin çok üzerinde olduğunu düşündürmektedir (UN Women, 2022; Beek ve ark., 2019).

Bunların sonucunda, afetlerin fiziksel yıkımla sınırlı kalmadığı, psikolojik travmalar da üreme sağlığını yakından ilgilendiren sonuçlar doğurmaktadır. Afet sonrası kadınlarda artan stres, ani kayıplar ve belirsizlik; gebelikte hipertansiyona, erken doğuma, düşüklere, postpartum depresyona ve anne sütünün azalmasına yol açan ciddi psikofizyolojik etkiler oluşturmaktadır (Yorulmaz ve Karadeniz, 2021). Perinatal depresyon oranlarının normalin çok üzerine çıkması, emzirme süresini kısaltmakta ve sağlıklı anne-bebek bağının kurulmasını engellemektedir (Ray-Bennett ve ark., 2024). Ayrıca akut psikolojik stresin anne vücudundaki kortizol gibi stres hormonlarının yanıtını bozarak uterus kasılmalarını tetiklediği, bunun da erken doğum riskini doğrudan artırdığı görülmektedir (Abay ve Abay Çelik, 2023; Çobanoğlu ve İnce, 2025).

AFETLERDE ÜREME SAĞLIĞI HİZMET MODELLERİ VE UYGULAMALAR

Afetler sırasında kadınlar, gebeler, lohusalar, yenidoğanlar ve üreme çağındaki bireyler açısından ortaya çıkan risklerin devasa boyutu, uluslararası ve ulusal düzeyde üreme sağlığı hizmetlerinin standartlaştırılmasını zorunlu kılmıştır. Afet bölgelerinde üreme sağlığı hizmetlerinin planlanması; sağlık sisteminin mevcut kapasitesi, kaynakların erişilebilirliği, afetin şiddeti ve etkilenen nüfusun özelliklerine göre çok katmanlı modeller üzerinden organize edilmektedir (UNFPA, 2022). Literatürde son yıllarda geliştirilen ve insani yardım operasyonlarına entegre edilen bu modeller; hizmetlerin kesintiye uğramasını önlemeyi, anne-bebek ölümlerini azaltmayı ve cinsel şiddet vakalarına hızlı ve etkin biçimde müdahale etmeyi amaçlamaktadır (Ray-Bennett ve ark., 2024). Bu kapsamda, Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu (UNFPA), Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Birleşmiş Milletler Çocuklara Yardım Fonu (UNICEF) gibi kuruluşlar tarafından afet koşullarında üreme sağlığı hizmetlerinin yürütülmesi için küresel rehberler hazırlanmış ve bu rehberler ülkelerin afet yönetimi planlarında temel referans hâline gelmiştir (İlkin Aydın ve ark., 2024).

Uluslararası yaklaşımın ve afetlerde uygulanan hizmet modellerinin temelinde Minimum Başlangıç Hizmet Paketi (Minimum Initial Service Package- MISP) yer almaktadır. MISP, afetlerin ilk 24-72 saatinden itibaren istisnasız uygulanması gereken acil üreme sağlığı hizmetlerini tanımlayan, kanıta dayalı ve uluslararası standart kabul edilen yaşam kurtarıcı bir uygulama paketidir. MISP'in temel amaçları; anne ve yenidoğan ölümlerini azaltmak için temel obstetrik bakımı sağlamak, cinsel şiddeti önleyerek mağdurlara tıbbi destek (HIV profilaksisi, acil kontrasepsiyon, travma bakımı) sunmak, HIV ve diğer CYBE geçişini durdurmak ve afet sahasındaki ekipler arası koordinasyonu kurmaktır (WHO, 2023). MISP kapsamında ilk aşamada yürütülen faaliyetler arasında ayrıca; temiz doğum kitlerinin dağıtılması, uterotonik ilaçlara ve aile planlaması hizmetlerine erişimin sürdürülmesi yer almaktadır.

Literatürde, MISP'in hızlı ve doğru uygulandığı afet bölgelerinde maternal mortalitenin belirgin biçimde azaldığı, güvenli doğum oranlarının yükseldiği ve istenmeyen gebeliklerin önlendiği belirtilmektedir (Beek ve ark., 2019; Adkoli ve ark., 2022). WHO ve UNICEF ayrıca afet ortamlarında yenidoğan sağlığı, hipoterminin önlenmesi ve emzirme desteği gibi alanlarda uluslararası müdahaleleri standartlaştırmış, bu protokolleri özellikle çadır ve konteyner kentlerdeki yenidoğan kayıplarını engellemek amacıyla afet yönetimi planlarının ayrılmaz bir parçası hâline getirmiştir (UNICEF, 2024). Riskli afet bölgelerinden birisi de Türkiye'dir. Türkiyede yer alan ulusal standartların uluslararası standartlara uyumu, sağlık sisteminin dayanıklılık kapasitesinde belirleyici bir etmendir. Türkiye'de afet yönetimi Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) koordinasyonu tarafından yürütülmekte olup; üreme sağlığına yönelik operasyonel saha süreçleri Sağlık Bakanlığı, Ulusal Medikal Kurtarma Ekibi (UMKE) ve yerel mobil sağlık birimleri tarafından gerçekleştirilmektedir (Çobanoğlu ve İnce, 2025). Bu ulusal koordinasyonun temel amacı; afet sonrası ilk andan itibaren doğum öncesi ve sonrası bakımın aksamaması, yüksek riskli gebeliklerin tespit edilerek sevk zincirinin sürdürülebilmesidir. Özellikle afetin ilk 48-72 saatlik kritik döneminde sahaya ulaşan UMKE ekipleri; gebe ve lohusaların tespiti, acil obstetrik durumların belirlenmesi, yenidoğan değerlendirmesi, aile planlaması malzemelerinin dağıtımı ve psikososyal destek ihtiyaçlarının karşılanmasında kritik bir rol üstlenmektedir (Şimşek ve Gündüz, 2021). Türkiye'de yaşanan son büyük depremlerin ardından UMKE ve Toplum Sağlığı Merkezleri bünyesinde kurulan mobil ekiplerin binlerce gebe ve lohusaya ulaşarak kayıt, izlem ve danışmanlık hizmeti sunduğu literatürde vurgulanmaktadır (İlkin Aydın ve ark., 2024). Afet sahasında fiziksel altyapının tamamen çöktüğü durumlarda, mobil sağlık üniteleri ve sahra hastaneleri en hayati hizmet modelleri olarak öne çıkmaktadır. Ulaşımın kısıtlı olduğu kırsal yerleşimlerde ve geniş çadır kentlerde mobil üniteler; gebe izlemi, aile planlaması danışmanlığı, menstrual hijyen kiti dağıtımı ve cinsel sağlık hizmetlerini doğrudan afetzedenin bulunduğu lokasyona taşımaktadır (Demirbaş ve ark., 2023; Yılmaz ve Altıparmak, 2025). Büyük yıkımların ardından kurulan sahra hastaneleri ve geçici obstetrik klinikler ise; güvenli doğum, acil sezaryen, neonatal resüsitasyon, kan transfüzyonu ve postpartum bakım gibi kapsamlı tıbbi müdahaleleri sağlayarak entegre acil obstetrik bakım modelinin sahadaki karşılığını oluşturmaktadır. Kesintisiz obstetrik bakımın, neonatal yoğun bakım alanının ve güvenli sevk mekanizmasının bir arada sunulduğu bu geçici merkezlerin, afet sonrası ilk haftalarda anne-yenidoğan ölümlerini önemli ölçüde azalttığı rapor edilmiştir (Gültekin ve Uçtu, 2024). Ayrıca bu merkezler, cinsel şiddet mağdurlarına yönelik gizlilik esaslı başvuru birimleri barındırarak tıbbi ve psikososyal desteğin güvenli bir ortamda verilmesini sağlamaktadır (UN Women, 2022).

Fiziksel müdahale modellerinin yanı sıra, son yıllarda afet bölgelerinde toplum temelli üreme sağlığı modelleri ile tele-sağlık ve dijital destek uygulamaları da ön plana çıkmaya başlamıştır. Toplum temelli modelde hizmetler yalnızca dışarıdan gelen sağlık profesyonelleri tarafından değil; aynı zamanda eğitilmiş kadın liderler, yerel gönüllüler ve sivil toplum kuruluşları aracılığıyla yürütülmekte, bu durum özellikle uzun süreli geçici barınma alanlarında hijyen eğitimi ve riskli gebelik tespiti açısından büyük fayda sağlamaktadır (Abay ve Abay Çelik, 2023). Öte yandan, yolların kapandığı ve fiziksel erişimin imkânsız hâle geldiği kriz anlarında tele-sağlık uygulamaları; uzaktan gebe izlemi, online psikososyal destek, emzirme eğitimi ve aile planlaması danışmanlığı gibi konularda dijital bir köprü görevi görmektedir (Adkoli ve ark., 2022). Türkiye'de uygulanan tüm bu çok katmanlı hizmet modellerinde; insan gücü yönetimi, tedarik zincirinin korunması ve bireylerin ihtiyaçlarına yönelik bütüncül yaklaşım, üreme sağlığı hizmetlerinin başarısını belirleyen en temel unsurlardır (Altıok ve ark., 2025).

SAHADA KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR

Afet bölgelerinde üreme sağlığı hizmetlerinin uluslararası standartlara ve ulusal planlamalara uygun şekilde yürütülmesi hedeflense de sahada karşılaşılan sistemsel ve operasyonel zorluklar hizmetlerin etkinliğini büyük ölçüde kısıtlamaktadır. Literatürde öne çıkan en temel zorluk, afetin yarattığı yıkımın sağlık altyapısını ve iletişim ağlarını tamamen çökertmesidir. Hastanelerin yıkılması, yolların hasar görmesi ve ambulans hizmetlerinin aksaması, özellikle acil obstetrik durumlarda hayati öneme sahip olan "sevk zincirinin" bozulmasına neden olmaktadır (Gültekin ve Uçtu, 2024; UNFPA, 2022). Sevk zincirinin kırılması, yüksek riskli gebelerin ve acil cerrahi müdahale gerektiren vakaların donanımlı merkezlere ulaştırılamaması anlamına gelmektedir. Bu durum, mobil ünitelerin ve geçici sahra hastanelerinin kapasitesini aşarak anne ve yenidoğan kayıplarını artırmaktadır. Bununla birlikte, afet sonrası kurulan kayıt ve takip sistemlerinin çökmesi veya düzenli veri akışının sağlanamaması, sahadaki gebe ve lohusaların izlemine zorlaştırmaktadır (Adkoli ve ark., 2022; Çakmak ve ark., 2018).

Hizmet sunumunun önündeki bir diğer büyük engel ise tedarik zincirinde yaşanan aksamalardır. Afetlerin ilk günlerinde insani yardım lojistiği genellikle gıda, su ve barınma üzerine yoğunlaşmakta; üreme sağlığı ve kadın sağlığı malzemeleri genellikle ikincil plana atılmaktadır. Temiz doğum kitleri, modern kontraseptifler, uterotonik ilaçlar ve menstrual hijyen ürünlerinin sahaya ulaştırılmasındaki gecikmeler, sağlık personelinin müdahale kapasitesini doğrudan düşürmektedir (IPPF, 2023; Yılmaz ve Altıparmak, 2025). Tedarik sorunlarına ek olarak, afet tıbbi ve acil üreme sağlığı müdahaleleri konusunda (örneğin MISP uygulamaları) özel eğitim almış nitelikli sağlık personeli ve ebe/hemşire sayısının yetersizliği, sahadaki kısıtlı kaynakların verimsiz kullanılmasına neden olmaktadır (Beek ve ark., 2019; Şimşek ve Gündüz, 2021).

Hizmet erişim eksikliklerinin yanı sıra sosyokültürel engeller ve koordinasyon problemleri de hizmetlerin ulaşılabilirliğini zorlaştırmaktadır. Toplu barınma alanlarındaki mahremiyet eksikliği ve toplumsal damgalanma (stigma) korkusu, kadınların özellikle cinsel yolla bulaşan enfeksiyonlar, aile planlaması veya cinsel şiddet gibi konularda mobil sağlık ünitelerine başvurmasını engellemektedir (UN Women, 2022; Demirbaş ve ark., 2023). Ayrıca sahada görev yapan ulusal sağlık ekipleri, uluslararası yardım kuruluşları ve sivil toplum örgütleri arasındaki koordinasyon eksiklikleri; hizmetlerin bazı bölgelerde daha iyi koşullarda sunulmasına, bazı dezavantajlı kırsal bölgelerin ise yetersiz hizmet almasına neden olmaktadır (Rijal ve ark., 2020; İlkin Aydın ve ark., 2024). Bu zorluklar, afet planlamalarında üreme sağlığının daha güçlü bir şekilde entegre edilmesini ve koordine edilmiş stratejilere ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

HEMŞİRELERİN ROL VE SORUMLULUKLARI

Afet durumlarında hemşireler, üreme sağlığı hizmetlerinin sürekliliğini sağlama, riskli bireyleri tespit etme, acil bakım sunma ve sevk süreçlerini yönetme gibi hayati görevler üstlenmektedir (Çebi, & Çöl, 2023). Afet ortamlarının belirsiz, hızlı değişen ve kaynakların kısıtlı olduğu ortam; hemşirelerin yalnızca klinik bakım sunan profesyoneller olmasını değil, aynı zamanda kapsamlı teorik bilgi, güçlü klinik beceri ve hızlı karar verebilme yeteneği ile donatılmasını gerektirmektedir (Şimşek ve Gündüz, 2021). Hemşirelerin afet bölgelerindeki en temel ve öncelikli işlevi bakım verici rolüdür. Bu kapsamda hemşireler; gebe, lohusa ve yenidoğanların hızlı klinik değerlendirmesini yapmakta, eklampsi veya postpartum kanama gibi acil obstetrik durumları tanıyıp yaşam kurtarıcı ilk müdahaleleri uygulamaktadır (Gültekin ve Uçtu, 2024; Gümüş ve ark., 2024). Afetlerde güvenli doğum koşullarının bozulması nedeniyle, uterotonik ilaçların doğru uygulanması, neonatal resüsitasyon adımlarının başlatılması ve temel yaşam desteğinin sağlanması hemşirelerin doğrudan sorumluluğundadır (Rajabi

ve ark., 2025). Ayrıca kalabalık barınma alanlarında ortaya çıkan cinsel yolla bulaşan enfeksiyonlar, idrar yolu enfeksiyonları, vajinal enfeksiyonlar ve gestasyonel komplikasyonların erken tanısı ile tedavisi de bu bakım verici rolün ayrılmaz bir parçasıdır (Demirbaş ve ark., 2023).

Klinik müdahalelerin yanı sıra hemşireler, afet döneminde kadınlara, ergenlere ve çiftlere yönelik koruyucu sağlık hizmetlerini sürdürebilmek için danışman ve eğitici rollerini aktif olarak kullanmaktadır. Aile planlaması yöntemlerine erişimin kısıtlandığı bu kriz dönemlerinde; modern kontraseptif kullanımı, güvenli annelik uygulamaları, gebelikte tehlike belirtileri, lohusalık izlemi ve menstrual hijyen yönetimi konularında verilen danışmanlık hizmetleri, istenmeyen gebelikleri ve anne-bebek morbiditesini doğrudan azaltmaktadır (İlkin Aydın ve ark., 2024). Hemşireler, geçici barınma merkezlerinde hijyen eksikliğine bağlı salgınları önlemek amacıyla el hijyeni, güvenli tuvalet kullanımı, su sanitasyonu ve emzirme teknikleri gibi konularda grup eğitimleri düzenlemekte; özellikle ergen kız çocukları ve ilk gebeliğini yaşayan kadınlar için temel bir rehber konumuna gelmektedir (Adkoli ve ark., 2022; WHO, 2023). Afet ortamında hizmetlerin sistematik ve kesintisiz sunulabilmesi, hemşirelerin yönetim, koordinasyon ve liderlik becerilerine yakından bağlıdır (Gümüş ve ark., 2024). Hemşireler sahada sağlık ekiplerinin koordinasyonu, vaka triyajı, yüksek riskli gebelerin sevk planlaması ve hizmet akışının düzenlenmesinde kilit bir görev üstlenmektedir. Tıbbi malzeme stokunun (steril doğum kitleri, oksijen, ilaç vb.) yönetilmesi ve kısıtlı kaynakların en verimli şekilde paylaşılması hemşirelerin liderliği ile sağlanmaktadır (Beek ve ark., 2019; UNFPA, 2022). Literatür, afet sahasında koordinasyon eksikliğinin anne ve yenidoğan ölümlerindeki artışla doğrudan ilişkili olduğunu göstermekte; bu nedenle hemşirelerin kriz anında inisiyatif alarak ekipleri yönlendirmesinin hasta güvenliği açısından kritik olduğunu vurgulamaktadır (Şimşek ve Gündüz, 2021; Yıldırım, & Uran, 2023). Eş zamanlı olarak hemşireler, kanıta dayalı uygulayıcı ve araştırmacı rolleriyle sahada karşılaşılan üreme sağlığı sorunlarına yönelik veri toplamakta, postpartum kanama veya neonatal hipotermi önleme gibi uluslararası acil müdahale protokollerini (MISP vb.) yerel koşullara uyarlayarak hizmet planlamasına bir zemin kazandırmaktadır (Sezgin ve Kartal, 2021; Rijal ve ark., 2020).

Son olarak, afet dönemlerinde savunmasız kalan kadınların, bebeklerin ve ergenlerin haklarını gözetmek, hemşirenin en önemli etik sorumluluklarından biri olan savunuculuk rolünü ön plana çıkarmaktadır (Gümüş, 2024; Şimşek, & Gündüz, 2021). Hemşireler, afet sonrası artan cinsel şiddet vakalarına karşı mağdurların gizliliğinin korunması, muayenelerde mahremiyetin sağlanması, güvenli alanların oluşturulması ve dezavantajlı grupların sağlık hizmetlerine eşit şekilde erişebilmesi için aktif olarak savunuculuk yapmaktadır (UN Women, 2022; Altıok ve ark., 2025). Ayrıca insani yardım süreçlerinde menstrual hijyen kitlerinin öncelikli insani ihtiyaç olarak dağıtılması, gebelerin ve lohusaların güvenli barınma imkânlarına kavuşturulması gibi konularda karar vericileri yönlendirmektedir (Yılmaz ve Altıparmak, 2025). Tüm bu rollerin ötesinde, travma yaşamış kadınlara sundukları psikososyal destek ve kurdukları empatik iletişim, afetzedelerin iyileşme sürecini hızlandırmakta ve üreme sağlığı hizmetlerinin bütüncül (holistik) bir yaklaşımla tamamlanmasını sağlamaktadır (Özyer, & Dinçer, 2020; Abay ve Abay Çelik, 2023; Çobanoğlu ve İnce, 2025).

SONUÇ

Afetlerin üreme çağındaki kadınlar ve yenidoğanlar için sadece akut bir travma değil, aynı zamanda uzun vadeli ve çok boyutlu bir sağlık krizi olduğu görülmektedir. Afet dönemlerinde gebelik izlemlerinin aksamasının ve güvenli doğum koşullarının bozulmasının preeklampsi gibi ciddi komplikasyonlara yol açtığı vurgulanmaktadır. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında da maternal ve fetal mortalite ve morbiditeyi arttırdığı vurgulanmaktadır. Bu durum, afet dönemlerinde üreme

sağlığının ikincil bir ihtiyaç değil, doğrudan bir yaşam hakkı ve öncelikli müdahale alanı olduğunu (Stephens ve Lassa, 2020) bilimsel olarak kanıtlamaktadır.

Bu bağlamda uluslararası ve ulusal düzeyde geliştirilen çok katmanlı hizmet modelleri (MISP, sahra hastaneleri, mobil üniteler) anne-yenidoğan ölümlerini azaltmada hayati öneme sahip olsa da literatür bu modellerin işleyişinde sorunlar olduğunu da ortaya koymaktadır (Şimşek ve Gündüz, 2021; İlkın Aydın ve ark., 2024). Adkoli ve ark. (2022) ile Çakmak ve ark. (2018), lojistik yetersizlikler, tedarik zinciri problemleri ve sevk sisteminin çökmesinin bu modellerin uygulanabilirliğini engellediğini vurgulamaktadır. Bununla birlikte bu modellerin sahadaki başarısını etkileyen temel zincirlerden birisi sağlık profesyoneli olan hemşirelerdir. Hizmetin merkezinde yer alan hemşirelerin bilgi, beceri ve liderlik kapasitesiyle doğrudan ilişkilidir. Özellikle cinsel şiddet vakalarına müdahale ve menstrual hijyen yönetimi konularındaki yetersizlikler insani yardım süreçlerinde üreme sağlığı hizmetlerinin sadece medikal değil, sosyokültürel engellerle de (mahremiyet eksikliği, stigma) karşılaştığını göstermektedir (Demirbaş ve ark., 2023; UN Women, 2022). Bu bağlamda literatür, kâğıt üzerindeki modellerin sahadaki başarısının, esnek, iyi koordine edilmiş ve sağlık profesyonellerine bağlı olduğu noktasında birleşmektedir.

Bu noktada hemşirelerin rolü, literatürde klasik "bakım verici" sınırlarının çok ötesine taşınarak; kaotik afet ortamlarında bakım verici, danışman, eğitici, koordinatör ve savunucu rolleriyle sistemin kilit konumundadır. Örneğin, menstrual hijyenin sağlanması ve cinsel şiddet mağdurlarının mahremiyetinin korunması gibi konularda hemşirelerin üstlendiği "savunuculuk" rolü; enfeksiyondan korunma yolları ve aile planlaması hakkında düzenlenen eğitimler "eğitici" rolü ön plana çıkmaktadır. Ayrıca, psikososyal desteğin ve empatik iletişimin "iyileştirici" bir etkiye sahip olduğu gerçeği ön plana çıkmaktadır (Özyer, & Dinçer, 2020; Abay, & Çelik Abay, 2023). Bunlarla birlikte, afet sahasındaki kaosun ve koordinasyon eksikliklerinin ancak hemşirelerin etkin yönetim ve triyaj becerileriyle aşılabileceğini ele almaktadır (Şimşek, & Gündüz, 2021; Gümüş ve ark., 2024). Sonuç olarak, afet hemşireliğinin sadece klinik bir müdahale değil, aynı zamanda bir kriz yönetimi disiplini olduğunu açıkça göstermektedir. Afet dönemlerinde üreme sağlığı hizmetlerinin güçlendirilmesi için; uluslararası standartların ulusal afet politikalarına tam entegrasyonu, hemşirelere yönelik afet odaklı üreme sağlığı kriz yönetimi eğitimlerinin yaygınlaştırılması ve cinsel şiddet ile menstrual hijyen gibi sıklıkla ihmal edilen alanlara yönelik özel stratejiler geliştirilmesi hem kriz anında yaşam kurtarmak hem de afet sonrası toplumsal iyileşmeyi sağlamak adına gereklidir.

KAYNAKÇA

Abay, A. R. ve Abay Çelik, Z. E. (2023). Deprem sonrası ortaya çıkan sorunlar ve sosyal destek ağlarının rolü. *Sosyolojik Bağlam Dergisi*, 4(1), 91-100. <https://doi.org/10.52108/2757-5942.4.1.7>

Adkoli, A., Kumar, S., Futterman, I. D. ve Clare, C. A. (2022). Access to family planning services following natural disasters and pandemics: A review of the English literature. *Cureus*, 14(7), e26926. <https://doi.org/10.7759/cureus.26926>

- Ahmadi Marzaleh, M., Peyravi, M., Moradi, H. A., & Raeyat Mohtashami, A. (2023). Women's reproductive health in disasters: A systematic review. *Health Management & Information Science*, 10(2), 54-61.
- Altıok, B., Arıcı, A., & Özüçelik, D. N. (2025). 6 Şubat 2023 kahramanmaraş depremlerinin kadınlar ve çocuklar üzerindeki etkileri ve sosyal hizmet müdahaleleri: 6 february 2023 kahramanmaraş earthquakes'effects on women and children and social work interventions. *Socrates Journal of Interdisciplinary Social Researches*, 11(52), 1-28.
- Avdar, R., & Avdar, R. (2022). Türkiye'de yaşanan doğa kaynaklı afetlerin sosyo-ekonomik etkileri. *Afet ve Risk Dergisi*, 5(1), 1-12.
- Beek, K., McFadden, A. ve Dawson, A. (2019). The role and scope of practice of midwives in humanitarian settings: A systematic review and content analysis. *Human Resources for Health*, 17(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s12960-018-0341-5>
- Ceren, A. (2021). Afetler ve insani yardım faaliyetleri üzerine bir değerlendirme. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(2), 289-312.
- Çakır, R., & İnce, C. (2025). Küresel bir afet biçimi olarak iklim değişikliği ve halk sağlığına olası etkileri: bir literatür taraması. *SDÜ Sağlık Yönetimi Dergisi*, 7(2), 126-147.
- Çakmak, H., Ocaktan, M. E., & Akdur, R. (2018). Doğal afetler, eşitsizlikler ve sağlık sonuçları. *Eşitsizlikler ve Sağlık Sonuçları (Akın A, Editör)*, Türkiye Klinikleri, Ankara, 88, 94.
- Çebi, E., & Çöl, M. (2023). Acil durumlar ve afetlerde halk sağlığı hizmetleri. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları*, 476.
- Çobanoğlu, A. ve İnce, C. (2025). Zorunlu göç bağlamında afetlerde kadınların yaşam deneyimlerinin keşfi: 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremi örneği. *Sinop Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(1), 319-355. <https://doi.org/10.30561/sinopusd.1631657>
- Demirbaş, E., Erol, M., & Yıldırım, A. (2023). Kadının yoksullaşması: sağlık hakkı bağlamında hijyen ürünlerine erişim feminisation of poverty: access to hygiene products in the context of the right to health. *Küreselleşen Dünyada Kadın-IV: Güçlenme ve Zorluklar*, 41.
- Gültekin, S., & Uçtu, A. K. (2024). Afetlerde doğum. *KTO Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(1), 54-66.
- Gümüş, D., Yılmaz, Z., Tuncer, M., & Aydın, E. (2024). Afet Yönetiminde Hemşirelerin Rolü. *Afet ve Risk Dergisi*, 7(2), 354-367.
- İlkin Aydın, E., Dikmen, R., Şahin, S., & Kaplan, S. (2024). Afet Koşullarında Cinsel Sağlık ve Üreme Sağlığı: Kontrasepsiyonun Önemi ve Hemşirelik Yaklaşımları. *Mediterranean Journal of Health Sciences Current Research*, 2(1), 28-42.
- Marzaleh, M. (2023). Climate-related disasters and increasing frequency of extreme weather: Implications for public health. *Environ Health Insights*, 17, 1–10.
- Özyer, Y., & Dinçer, S. (2020). Afetlerde hemşirelerin psikolojik ilk yardım rolleri. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (7), 198-206.

- Rajabi, E., Farrokhi, M., Tehrani, F. R., Noroozi, M. ve Khankeh, H. (2025). Investigating the post-disaster reproductive health challenges of Iranian women: A systematic review. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 19, e17. <https://doi.org/10.1017/dmp.2024.92>
- Ray-Bennett, N. S., Ekezie, W., Biswas, I., Choudhary, N. I., Cowie, D., Dissanayake, L., Macleod, L., Nnaji, A. ve Sahoo, M. (2024). Sexual and reproductive service interventions for menstrual regulation, safe abortion, and post-abortion care and their effectiveness during disaster response: A global systematic review. *International Journal of Disaster Risk Science*, 15(2), 253-268. <https://doi.org/10.1007/s13753-024-00565-7>
- Rijal, S., Adhikari, S., & Shrestha, A. (2020). Guiding documents for disaster risk reduction and management in health care system of Nepal. *Journal of the Nepal Medical Association*, 58(230), 831–833. <https://doi.org/10.31729/jnma.5041>
- Sezgin, D., & Kartal, Y. A. (2021). Gebelik döneminde kanıta dayalı yaklaşımların güncel rehberler doğrultusunda incelenmesi. *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi*, 10(1), 92-107.
- Stephens, J. H., & Lassa, J. A. (2020). Sexual and reproductive health during disasters: A scoping review of the evidence. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 50, 101733. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101733>
- Şimşek, P. ve Gündüz, A. (2021). Türkiye'de afet hemşireliği. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 47(3), 469-476. <https://doi.org/10.32708/utfd.981301>
- The International Planned Parenthood Federation (IPPF). (2023). *Unmet need for contraceptives quadruples in parts of earthquake-affected Türkiye*. <https://www.ippf.org/media-center/unmet-need-contraceptives-quadruples-parts-earthquake-affected-turkiye>
- Topluoğlu, S., Taylan-Ozkan, A. ve Alp, E. (2023). Impact of wars and natural disasters on emerging and re-emerging infectious diseases. *Frontiers in Public Health*, 11, Makale 1215929. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1215929>
- Türkiye Aile Sağlığı ve Planlaması Vakfı. (2025). Afet ve kriz koşullarında cinsel sağlık ve üreme sağlığı: İyi uygulama örnekleri ve saha deneyimleri raporu. <https://www.tapv.org.tr/wp-content/uploads/2025/08/afet-ve-kriz-kosullarinda-uygulama-ornekleri-raporu-web.pdf>
- UN Women. (2022). Violence against women in humanitarian crises. UN Women Publications. <https://www.unwomen.org/en/digital-library/publications>
- UNFPA. (2022). Emergency obstetric and newborn care in crises. UNFPA Global Report. <https://www.unfpa.org/2022-2023-report>
- UNICEF. (2024). Women, children and adolescents in emergencies report. UNICEF Publications. <https://www.unicef.org/reports/global-annual-results-report-2024-humanitarian-action>
- WHO. (2023). Sexual and reproductive health in emergencies: Technical guidance. World Health Organization. [https://www.who.int/teams/sexual-and-reproductive-health-and-research-\(srh\)/areas-of-work/sexual-reproductive-health-and-rights-in-health-emergencies](https://www.who.int/teams/sexual-and-reproductive-health-and-research-(srh)/areas-of-work/sexual-reproductive-health-and-rights-in-health-emergencies)
- Yıldırım, B., & Uran, B. N. Ö. (2023). Büyük Felaket: Afet Hemşireliği ve Afet Farkındalığı. İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 8(2), 749-754.
- Yılmaz, A. N., & Altıparmak, S. (2025). Kadınlarda menstrüel sağlık yönetimi ve ebelerin eğitici rolü. SAĞLIK & BİLİM 2025: Ebelik-III, 47.
- Yorulmaz, D. S. ve Karadeniz, H. (2021). Afetlerin mental sağlığa etkileri. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 7(2), 392-398. <https://doi.org/10.21324/dacd.786048>.

AKUT VE NÖRODEJENERATİF POPÜLASYONLARDA YUTMA BOZUKLUĞU TARAMA ARAÇLARININ KLİNİK KULLANILABİLİRLİĞİ: GÜNCEL BİR DERLEME

CLINICAL UTILITY OF DYSPHAGIA SCREENING TOOLS IN ACUTE AND
NEURODEGENERATIVE POPULATIONS: A CONTEMPORARY REVIEW

Dr.Öğr.Üyesi Samet TOSUN

Biruni Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Dil ve Konuşma Terapisi Bölümü, İstanbul,
TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-9604-7430

ÖZET

Yutma bozukluğu (disfaji), özellikle akut nörolojik olaylar ve nörodejeneratif hastalıklar sonrasında sık görülen ve erken dönemde tanılanmadığında aspirasyon pnömonisi, malnütrisyon, uzamış hastane yatışı ve mortalite artışı ile ilişkili önemli bir klinik sorundur. Bu çalışmanın amacı, akut ve nörodejeneratif popülasyonlarda kullanılan yutma bozukluğu tarama araçlarının klinik kullanılabilirliğini, kanıta dayalı geçerlilik düzeylerini ve sınırlılıklarını güncel literatür doğrultusunda değerlendirmektir. Çalışma, 2000–2025 yılları arasında yayımlanmış hakemli araştırmalar temel alınarak hazırlanmış bir anlatı derlemidir. Su temelli testler, hacim-viskozite kontrollü protokoller, basamaklı tarama araçları ve çok boyutlu değerlendirme ölçekleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bulgular, Yale Yutma Protokolü ve 3 oz Su Testi gibi araçların yüksek duyarlılık sunduğunu, ancak viskozite duyarlılığı açısından sınırlı kaldığını göstermektedir. V-VST ve GUSS gibi protokoller farklı kıvamlarda yutma güvenliğini değerlendirme avantajı sunarken uygulama süresi ve klinik koşullara bağlı değişkenlikler dikkate alınmalıdır. Mevcut tarama araçlarının hiçbirinin sessiz aspirasyonu tam güvenilirlikle saptayamadığı görülmektedir. Son yıllarda dijital analiz sistemleri ve sensör temelli teknolojiler tarama süreçlerinde tamamlayıcı yaklaşımlar olarak öne çıkmaktadır. Sonuç olarak, test seçimi hasta profiline ve klinik ortama göre belirlenmeli; standardizasyonun güçlendirilmesi ve teknolojik entegrasyonun artırılması gelecekteki uygulamalar için kritik görünmektedir.

Anahtar Kelimeler: Disfaji, yutma taraması, aspirasyon, nörodejeneratif hastalıklar, klinik değerlendirme

ABSTRACT

Dysphagia is a common clinical condition in acute neurological events and neurodegenerative diseases and is associated with aspiration pneumonia, malnutrition, prolonged hospitalization, and increased mortality when not identified early. The aim of this study is to evaluate the clinical utility, evidence-based validity, and limitations of dysphagia screening tools used in acute and neurodegenerative populations in light of current literature. This study is a narrative review based on peer-reviewed research published between 2000 and 2025. Water-based tests, volume-viscosity controlled protocols, stepwise screening tools, and multidimensional assessment scales were comparatively analyzed. Findings indicate that tools such as the Yale Swallow Protocol and the 3-ounce Water Swallow Test demonstrate high sensitivity, although their ability to assess viscosity-related safety is limited. Protocols such as V-VST and GUSS provide advantages in evaluating swallowing safety across different consistencies; however, application time and clinical variability should be considered. None of the currently available screening tools can reliably detect silent aspiration. In recent years, digital analysis systems and sensor-based technologies have emerged as complementary approaches in screening processes. In conclusion, the selection of screening tools should be tailored to patient profile and clinical setting, while improved standardization and technological integration appear critical for future practice.

Keywords: Dysphagia, swallowing screening, aspiration, neurodegenerative diseases, clinical assessment

COMPUTATIONAL and EXPERIMENTAL IDENTIFICATION of β -CATENIN/TCF4 PPI INHIBITORS via DRUG REPURPOSING STRATEGIES

Doç. Dr. Kader ŞAHİN

Department of Medical Biochemistry, School of Medicine, Bandırma Onyedi Eylül University,
Balıkesir, Türkiye

ORCID: 0000-0002-9056-9000

ABSTRACT

Aberrant activation of the Wnt/ β -catenin signaling pathway is a hallmark of colorectal cancer and is largely driven by the interaction between β -catenin and T-cell factor 4 (Tcf4). This protein–protein interaction possesses a large and shallow binding interface ($\sim 4800 \text{ \AA}^2$), which has historically made it difficult to target using small molecules. However, recent studies have revealed the presence of druggable hot spot residues within this interface that contribute significantly to binding affinity. In this study, a structure-based drug repurposing strategy was employed to identify potential inhibitors of the β -catenin/Tcf4 interaction using a library of FDA-approved drugs. Virtual screening, molecular docking, molecular dynamics simulations, and MM/GBSA binding free energy calculations were performed to evaluate the binding stability of candidate compounds. Computational analyses identified Leucovorin (Folinic acid), Carbenicillin, and Ceforanide as promising molecules capable of interacting with key β -catenin hot spot residues including Asn430, Lys435, His470, Arg474, and Lys508. Experimental validation using HT-29 colorectal cancer cells demonstrated that Carbenicillin and Ceforanide significantly reduced cell viability and inhibited colony formation. These findings suggest that repurposing FDA-approved drugs may represent a promising strategy for disrupting β -catenin/Tcf4 interactions and developing new therapeutic approaches for colorectal cancer.

Keywords: β -catenin, Tcf4, Wnt signaling pathway, molecular docking, drug repurposing, colorectal cancer

INTRODUCTION

The Wnt/ β -catenin (β -cat) signaling pathway plays a central role in embryonic development and adult tissue homeostasis through self-renewal mechanisms.¹ In the absence of Wnt ligands, β -catenin is targeted for proteasomal degradation by a multiprotein destruction complex consisting of APC, GSK3 β , CK1 α , and Axin.² Loss-of-function mutations in APC are an early oncogenic event in colorectal cancers (CRCs) and lead to adenoma formation.³ Upon Wnt activation, β -catenin accumulates in the cytoplasm, translocates to the nucleus, and activates Tcf/Lef transcription factors, driving gene expression programs that promote proliferation and tumorigenesis. Structurally, β -catenin comprises 781 residues with a central domain of 12 armadillo repeats responsible for mediating protein–protein interactions. The N- and C-terminal regions are intrinsically disordered and facilitate additional PPI⁴⁻⁶. Dysregulation of this pathway is implicated in multiple cancer types^{2,7} and pharmacological inhibition, particularly targeting β -catenin/Tcf4 interactions, is considered a promising anticancer strategy⁸⁻¹³.

Class I small molecule inhibitors disrupt the β -catenin/Tcf interaction, thereby preventing transcription of Wnt target genes. Notable examples include PRI-724, which selectively inhibits the β -catenin/CBP interaction, as well as CGP049090 and PKF115-584, which target β -catenin/Tcf4, all of which have shown preclinical efficacy^{14, 15}.

In this study, we employed a physics-based virtual screening approach to identify FDA-approved drugs capable of interfering with the β -catenin/Tcf4 PPI. By focusing on structurally characterized hot spots within the Tcf4-binding pocket of β -catenin, we aimed to repurpose clinically available compounds with known pharmacological profiles. Molecular docking and molecular dynamics simulations allowed assessment of both initial binding affinity and the conformational stability of the complexes under dynamic conditions. MM/GBSA calculations further prioritized promising candidates based on estimated binding free energies. To validate these computational predictions, we performed in vitro assays including MTT viability, trypan blue exclusion, and colony formation in HT-29 colorectal cancer cells. This integrated computational and experimental pipeline demonstrates the potential of drug repurposing for modulating challenging protein–protein interactions and provides a framework for developing new therapeutic strategies against Wnt-driven cancers.

THEORETICAL FRAMEWORK

The Wnt/ β -catenin signaling pathway plays a crucial role in embryonic development, tissue regeneration, and cellular homeostasis¹⁶. In the absence of Wnt signaling, β -catenin is continuously degraded by the destruction complex. However, mutations in APC or other regulatory proteins lead to stabilization and accumulation of β -catenin, which subsequently translocates into the nucleus¹⁷.

Inside the nucleus, β -catenin forms a transcriptional complex with TCF/LEF transcription factors and activates transcription of oncogenic genes such as MYC and Cyclin D1¹⁶. Structural studies have shown that the interaction interface between β -catenin and Tcf4 covers approximately 4800 Å², which makes it challenging to target using conventional small molecules¹⁸.

Nevertheless, several studies have demonstrated that only a limited number of residues within protein–protein interfaces contribute most of the binding energy. These residues are referred to as hot spot residues and represent promising targets for inhibitor design¹⁹. In the β -catenin/Tcf4 complex, residues such as Asn430, Lys435, His470, Arg474, and Lys508 have been identified as key residues stabilizing the interaction¹⁹.

METHODOLOGY

Protein Preparation

High-resolution structure of β -catenin was retrieved from PDB (PDB ID:1JPW). Other chains except chain A were eliminated in the protein preparation steps. Protein preparation wizard²⁰ was used to prepare the protein for the docking studies. The assignment of hydrogen bonds, bond ordering, hydrogen addition, optimization, protein minimization, and deletion of waters beyond 5 Å from the hetero groups were all part of the protein preparation.

Ligand Optimization

Ligprep module (Schrödinger, USA) was used to prepare the 6733 ligands obtained from FDA approved drugs from NIH's NPC database. This module includes hydrogen addition, 2D to 3D conversion, realistic bond lengths and bond angles, low energy structure with proper chiralities, ionization states, tautomers,

stereochemistries, and ring conformations. The OPLS3e force field module was used to minimize all ligands²¹.

Molecular Docking

Molecular docking has proven to be an effective approach for discovering new drugs that target proteins. When the structure of a protein is known, protein-ligand docking refers to the search for correct ligand conformations within that protein²². Maestro was used to perform molecular docking (Schrodinger LLC 2015, USA). To further understand docking interactions between FDA-approved drugs and target structure, Glide (SP, standard precision) were conducted. The OPLS3e force field was used for all molecular modeling.

MD Simulations

In recent years, the use of all-atom MD simulations in molecular biology and drug development have grown substantially. MD simulations have matured into a useful tool for analyzing macromolecular structure-function interactions. For larger molecules like proteins, MD is often the approach of choice for exploring conformational space. For a given molecule, the set of potential atom positions yields a conformational ensemble profile. MD can also offer data on the molecules' thermodynamic and kinetic characteristics. MD simulations were carried out to confirm and calculate the docked proteins' stability, fold, and interactions. For each complex, 100 ns MD simulations were set up. Detailed information regarding all docking and simulation processes has been provided in our previous studies^{23,24}.

MM/GBSA Binding Free Energy Calculations

The relative binding-free energy (ΔG_{bind}) of each ligand molecule was calculated using the Prime MMGBSA method (Prime Version 4.8)²⁵.

Formula expanded is given below:

$$\Delta G_{\text{bind}} = G_{\text{complex}} - (G_{\text{receptor}} + G_{\text{ligand}})$$

Substituting into the binding free energy equation:

$$\Delta G_{\text{bind}} = \Delta E_{\text{MM}} + \Delta G_{\text{solv}} + \Delta G_{\text{SA}}$$

Where, ΔE_{MM} is the molecular mechanics energy, including van der Waals (E_{vdw}) and electrostatic (E_{elec}) interactions, typically expressed as:

$$\Delta E_{\text{MM}} = E_{\text{vdw}}^{\text{complex}} - (E_{\text{vdw}}^{\text{receptor}} + E_{\text{vdw}}^{\text{ligand}}) + E_{\text{elec}}^{\text{complex}} - (E_{\text{elec}}^{\text{receptor}} + E_{\text{elec}}^{\text{ligand}})$$

ΔG_{solv} is the polar solvation energy, computed using the Generalized Born (GB) model:

$$\Delta G_{\text{solv}} = G_{\text{GB}}^{\text{complex}} - (G_{\text{GB}}^{\text{receptor}} + G_{\text{GB}}^{\text{ligand}})$$

ΔG_{SA} is the nonpolar solvation contributions, estimated as:

$$\Delta G_{\text{SA}} = \gamma \cdot \Delta S_{\text{ASA}} + \beta$$

Where ΔS_{ASA} is the change in solvent accessible surface area upon complex formation, γ is the surface tension coefficient (~ 0.00542 kcal/mol/Å²), and β is a small empirical offset (~ 0.92 kcal/mol).

Experimental Validation

The biological activity of selected compounds was evaluated using HT-29 colorectal cancer cells. Cell viability assays and colony formation assays were performed to determine the anti-proliferative effects of the candidate compounds.

FINDINGS

According to the *in silico* results, the compounds that remained stable in the binding pocket and showed the strongest interactions with the target protein were selected. Among the screened molecules,

Ceforanide, Leucovorin, and Carbenicillin were identified as the most promising compounds based on their stability and interaction profiles.

Carbenicillin and Ceforanide significantly reduced the viability of HT-29 cells. Among the tested compounds, Carbenicillin showed the strongest anti-proliferative effect. In addition, colony formation of HT-29 cells was strongly inhibited after treatment.

The β -catenin/Tcf4 interaction represents a promising therapeutic target for colorectal cancer. FDA-approved drug repurposing can significantly accelerate the drug discovery process. Carbenicillin and Ceforanide emerged as promising candidate compounds based on both computational and experimental results.

DISCUSSION

The interaction between Tcf4 and β -catenin plays a pivotal role in the transcriptional output of the canonical Wnt signaling pathway. Structural studies have demonstrated that Tcf4 engages β -catenin via its N-terminal region, which binds along a broad, positively charged groove formed by the armadillo repeat domain of β -catenin. Recent investigations have focused on identifying key "hot spot" residues within this interface that are essential for high-affinity binding and are therefore promising targets for therapeutic intervention. A comprehensive alanine-scanning mutagenesis study revealed that several Tcf4 residues are critically involved in β -catenin binding²⁶. In particular, Asp11, Asp16, and the hydrophobic cluster composed of Leu41, Val44, and Leu48 were identified as functionally essential hot spots²⁶. These residues contribute to either electrostatic or hydrophobic stabilization of the Tcf4- β -catenin complex. Notably, the N-terminal segment of Tcf4 adopts a flexible, unstructured conformation, which poses a significant challenge for direct targeting by small molecules. Due to the lack of defined binding cavities on the Tcf4 surface, efforts to disrupt the interaction must focus instead on targeting complementary regions on the β -catenin surface that mediate binding to Tcf4.

To this end, Trosset et al.²⁷ employed computational modeling and surface-mapping algorithms to analyze the β -catenin/Tcf4 interface. Their analysis identified a small ligandable pocket on β -catenin encompassing Lys435 and Arg469, corresponding precisely to the contact region for Tcf4 residue Asp16, one of the central hot spots. This site was subsequently validated as a promising docking site for small molecule inhibitors capable of disrupting the β -catenin-Tcf4 interaction.

Building upon this hot spot-based strategy, we conducted a virtual screening (VS) campaign using a curated library of 6733 FDA-approved compounds. Using the Glide/SP docking protocol, all compounds were systematically docked into the Lys435/Arg469 pocket on β -catenin, which is spatially aligned with the critical Asp16 interaction region. In parallel, the three primary interaction hot spots on the β -catenin surface, previously revealed through alanine scanning of the β -catenin-Tcf4 complex²⁶, were re-evaluated for their druggability and compatibility with small molecule inhibitors.

This integrative strategy, combining residue-level interaction analysis, ligandability mapping, and targeted virtual screening, provides a rational foundation for the identification of novel chemical entities that could selectively disrupt β -catenin-Tcf4 binding and, consequently, modulate Wnt/ β -catenin-driven transcriptional activity in cancer and other Wnt-related pathologies.

A comprehensive study was conducted to identify potential direct inhibitors of β -catenin by VS of the FDA-approved drug database. Molecular docking was performed to predict the binding poses and affinities of the compounds at the β -catenin interface, specifically targeting critical residues (Asn430, Lys435, His470, Arg474 and Lys508) involved in its interaction with Tcf4. The docking analysis revealed Ceforanide, Leucovorin, and Carbenicillin as promising candidates with strong binding affinities and favorable interactions with the key amino acids at the β -catenin/Tcf4 binding site.

Subsequently, 100 ns MD simulations were carried out to evaluate the stability and dynamics of the docked complexes under physiological conditions. The simulations confirmed that these compounds maintained stable and persistent interactions with the critical residues of β -catenin throughout the simulation timeframe (Figure 1).

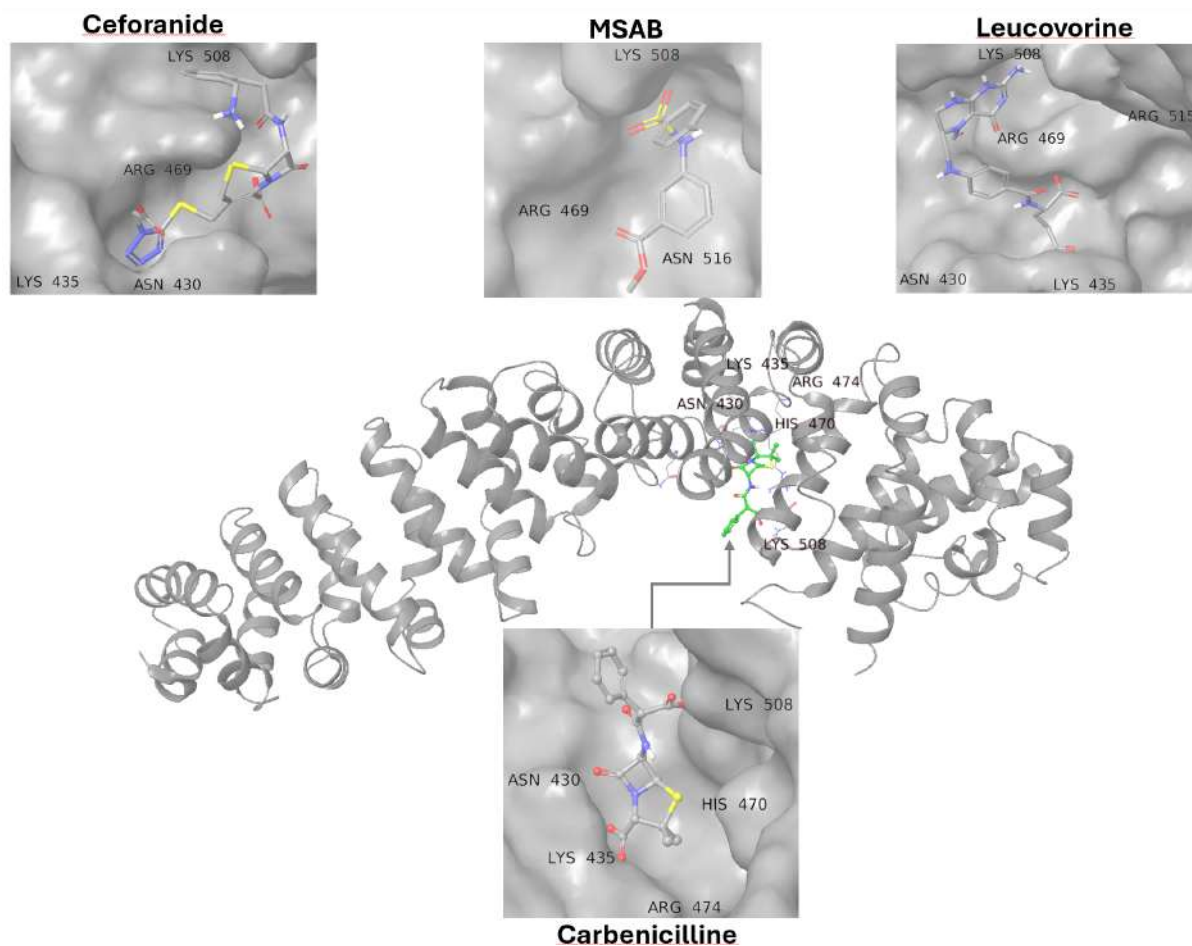


Figure 1. Interactions between β -catenin, the identified compounds, and MSAB (used as a positive control), highlighting key residues involved in the disruption of the protein-protein interface.

In addition to *in silico* evaluations, the inhibitory effects of Ceforanide, Leucovorin, and Carbenicillin were validated *in vitro*. These compounds demonstrated significant disruption of the β -catenin/Tcf4 interaction, as evidenced by their ability to inhibit downstream signaling and reduce β -catenin-mediated transcriptional activity in cell-based assays. These findings suggest that Ceforanide, Leucovorin, and Carbenicillin have strong potential as direct inhibitors of β -catenin, warranting further investigation for therapeutic applications.

Our results also reveal that Carbenicillin and Ceforanide, two well-known β -lactam antibiotics, exhibit notable anti-proliferative and anti-clonogenic effects on HT-29 colorectal cancer cells, demonstrating activity profiles comparable to MSAB, a benchmark inhibitor of the Wnt/ β -catenin signaling pathway. While originally developed for antibacterial purposes, both compounds possess structural features, such as negatively charged carboxyl groups and conformational rigidity, that may enable them to mimic key interaction motifs of the Tcf4 transcription factor, particularly Asp16, which interacts with the Lys435/Arg469 hot spot on β -catenin. This suggests that Carbenicillin and Ceforanide may interfere

with the β -catenin–Tcf4 PPI, thereby impeding Wnt-driven transcriptional activation. These findings not only highlight a previously unrecognized off-target effect of these antibiotics but also underscore their potential for repurposing as modulators of Wnt/ β -catenin signaling. Consequently, Carbenicillin and Ceforanide emerge as promising candidates for further preclinical evaluation in targeted colorectal cancer therapy (Figure 2). In summary, this work highlights the β -catenin/Tcf4 interaction as a valid drug target in colorectal cancer and presents Carbenicillin and Ceforanide as a promising candidate for further development. These findings pave the way for innovative therapeutic strategies that could ultimately improve outcomes for patients with Wnt-driven malignancies.

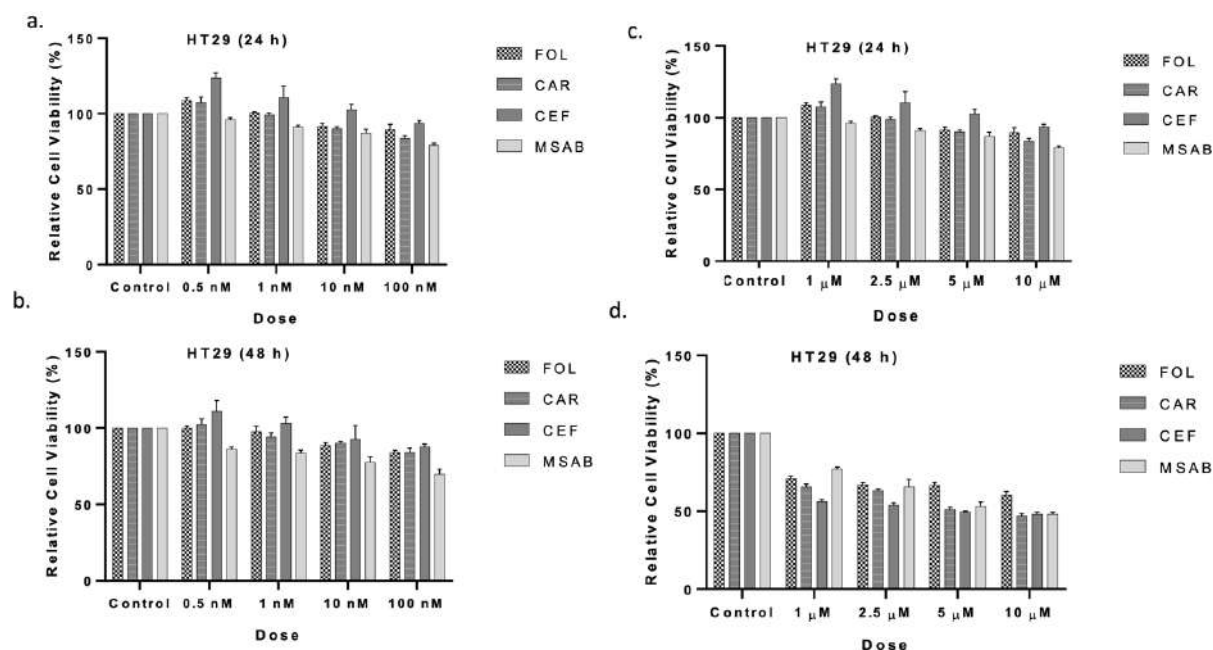


Figure 2. Wnt inhibitors treatment reduced the cell viability of HT-29 cells in dose- and time-dependent manner. HT-29 cells were treated with Leucovorin (Folinic acid), Carbenicillin, Ceforanide a. 0.5–100 nM for 24 h, b. 0.5–100 nM for 48 h, c. 1–10 μ M for 24 h, d. 1–10 μ M 48 h. Following, the MTT viability assay was used performed for each dose of drugs. * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

CONCLUSION

This study provides a comprehensive investigation into the inhibition of the β -catenin/Tcf4 interaction within the Wnt/ β -catenin signaling pathway, an essential regulator of oncogenic transcriptional activity in colorectal cancer. Given the pivotal role of β -catenin/Tcf4 interactions in Wnt-mediated oncogenesis, disrupting this PPI represents a viable strategy for therapeutic intervention. Despite the extensive surface area of the β -catenin/Tcf4 interface ($\sim 4800 \text{ \AA}^2$), the presence of specific "hot spots" makes it amenable to targeted inhibition by small molecules. Through a rigorous structure-based VS approach, we screened an FDA-approved drug library comprising 6,733 compounds and identified Leucovorin, Carbenicillin, and Ceforanide as lead compounds that demonstrated strong binding affinities to the critical β -catenin residues (Asn430, Lys435, His470, Arg474, and Lys508) involved in Tcf4 binding. Subsequent 100 ns MD simulations confirmed the stability and persistence of these interactions, underscoring their potential as direct inhibitors of β -catenin. *In vitro* validation using MTT cell viability, trypan blue exclusion, and colony formation assays corroborated the computational predictions. Moderate concentrations (1–10 μ M) of the tested compounds significantly suppressed cell viability in HT-29 colorectal cancer cells, with Carbenicillin exhibiting superior anti-proliferative activity compared to

Ceforanide and Leucovorin. Notably, Carbenicillin inhibited colony formation more effectively than the other compounds, suggesting its strong potential as a β -catenin/Tcf4 interaction disruptor. The consistency of inhibitory effects of Carbenicillin across multiple assays indicates a robust mechanism of action linked to the disruption of Wnt target gene transcription.

This study demonstrates that the integration of computational and experimental methodologies can streamline the drug discovery process, enabling the identification of promising candidates for targeting previously undruggable PPIs. Importantly, the successful repurposing of FDA-approved drugs such as Carbenicillin and Ceforanide not only accelerates the path to clinical translation but also reduces the risks associated with drug development. Future research should focus on optimizing these lead compounds through structure-activity relationship (SAR) studies to enhance binding affinity and specificity. Additionally, evaluating the efficacy of Ceforanide and Carbenicillin in 3D tumor organoids and *in vivo* models will provide critical insights into its pharmacodynamics and potential off-target effects. Combination therapy with existing chemotherapeutic agents may also offer synergistic benefits by further potentiating Wnt pathway inhibition.

Our results reveal that Carbenicillin and Ceforanide, two well-known β -lactam antibiotics, exhibit notable anti-proliferative and anti-clonogenic effects on HT-29 colorectal cancer cells, demonstrating activity profiles comparable to MSAB, a benchmark inhibitor of the Wnt/ β -catenin signaling pathway. While originally developed for antibacterial purposes, both compounds possess structural features, such as negatively charged carboxyl groups and conformational rigidity, that may enable them to mimic key interaction motifs of the Tcf4 transcription factor, particularly Asp16, which interacts with the Lys435/Arg469 hot spot on β -catenin. This suggests that Carbenicillin and Ceforanide may interfere with the β -catenin–Tcf4 PPI, thereby impeding Wnt-driven transcriptional activation. These findings not only highlight a previously unrecognized off-target effect of these antibiotics but also underscore their potential for repurposing as modulators of Wnt/ β -catenin signaling. Consequently, Carbenicillin and Ceforanide emerge as promising candidates for further preclinical evaluation in targeted colorectal cancer therapy. In summary, this work highlights the β -catenin/Tcf4 interaction as a valid drug target in colorectal cancer and presents Carbenicillin and Ceforanide as a promising candidate for further development. These findings pave the way for innovative therapeutic strategies that could ultimately improve outcomes for patients with Wnt-driven malignancies.

REFERENCES

1. Clevers, H., Wnt/beta-catenin signaling in development and disease. *Cell* 2006, 127 (3), 469-80.
2. Anastas, J. N.; Moon, R. T., WNT signalling pathways as therapeutic targets in cancer. *Nature reviews. Cancer* 2013, 13 (1), 11-26.
3. Bienz, M.; Clevers, H., Linking colorectal cancer to Wnt signaling. *Cell* 2000, 103 (2), 311-20.
4. Huber, A. H.; Nelson, W. J.; Weis, W. I., Three-dimensional structure of the armadillo repeat region of beta-catenin. *Cell* 1997, 90 (5), 871-82.
5. Sampietro, J.; Dahlberg, C. L.; Cho, U. S.; Hinds, T. R.; Kimelman, D.; Xu, W., Crystal structure of a beta-catenin/BCL9/Tcf4 complex. *Molecular cell* 2006, 24 (2), 293-300.
6. Graham, T. A.; Weaver, C.; Mao, F.; Kimelman, D.; Xu, W., Crystal structure of a beta-catenin/Tcf complex. *Cell* 2000, 103 (6), 885-96.

7. de Sousa, E. M. F.; Vermeulen, L., Wnt Signaling in Cancer Stem Cell Biology. *Cancers* 2016, 8 (7).
8. Luu, H. H.; Zhang, R.; Haydon, R. C.; Rayburn, E.; Kang, Q.; Si, W.; Park, J. K.; Wang, H.; Peng, Y.; Jiang, W.; He, T. C., Wnt/beta-catenin signaling pathway as a novel cancer drug target. *Current cancer drug targets* 2004, 4 (8), 653-71.
9. Barker, N.; Clevers, H., Mining the Wnt pathway for cancer therapeutics. *Nature reviews. Drug discovery* 2006, 5 (12), 997-1014.
10. Chen, B.; Dodge, M. E.; Tang, W.; Lu, J.; Ma, Z.; Fan, C. W.; Wei, S.; Hao, W.; Kilgore, J.; Williams, N. S.; Roth, M. G.; Amatruda, J. F.; Chen, C.; Lum, L., Small molecule-mediated disruption of Wnt-dependent signaling in tissue regeneration and cancer. *Nat Chem Biol* 2009, 5 (2), 100-7.
11. Takahashi-Yanaga, F.; Kahn, M., Targeting Wnt signaling: can we safely eradicate cancer stem cells? *Clinical cancer research : an official journal of the American Association for Cancer Research* 2010, 16 (12), 3153-62.
12. Huang, Z.; Zhang, M.; Burton, S. D.; Katsakhyan, L. N.; Ji, H., Targeting the Tcf4 G13ANDE17 binding site to selectively disrupt β -catenin/T-cell factor protein-protein interactions. *ACS chemical biology* 2014, 9 (1), 193-201.
13. Tian, W.; Han, X.; Yan, M.; Xu, Y.; Duggineni, S.; Lin, N.; Luo, G.; Li, Y. M.; Han, X.; Huang, Z.; An, J., Structure-based discovery of a novel inhibitor targeting the β -catenin/Tcf4 interaction. *Biochemistry* 2012, 51 (2), 724-31.
14. Gabata, R.; Harada, K.; Mizutani, Y.; Ouchi, H.; Yoshimura, K.; Sato, Y.; Kitao, A.; Kimura, K.; Kouji, H.; Miyashita, T.; Tajima, H.; Ohta, T., Anti-tumor Activity of the Small Molecule Inhibitor PRI-724 Against β -Catenin-activated Hepatocellular Carcinoma. *Anticancer research* 2020, 40 (9), 5211-5219.
15. Wei, W.; Chua, M. S.; Grepper, S.; So, S., Small molecule antagonists of Tcf4/beta-catenin complex inhibit the growth of HCC cells in vitro and in vivo. *International journal of cancer* 2010, 126 (10), 2426-36.
16. Hu, L.; Chen, W.; Qian, A.; Li, Y. P. Wnt/ β -catenin signaling components and mechanisms in bone formation, homeostasis, and disease. *Bone Res.* 2024, 12, 39. <https://doi.org/10.1038/s41413-024-00342-8>
17. Bao, H.; Liu, D.; Xu, Y.; et al. Hyperactivated Wnt- β -catenin signaling in the absence of sFRP1 and sFRP5 disrupts trophoblast differentiation through repression of Ascl2. *BMC Biol.* 2020, 18, 151. <https://doi.org/10.1186/s12915-020-00883-4>
18. Yan, M.; Li, G.; An, J. Discovery of small molecule inhibitors of the Wnt/ β -catenin signaling pathway by targeting β -catenin/Tcf4 interactions. *Exp. Biol. Med.* 2017, 242, 1185–1197. <https://doi.org/10.1177/1535370217708198>
19. Trosset, J.-Y.; Dalvit, C.; Knapp, S.; Fasolini, M.; Veronesi, M.; Mantegani, S.; Gianellini, L. M.; Catana, C.; Sundström, M.; Stouten, P. F.; Moll, J. K. Inhibition of protein-protein interactions: the discovery of druglike beta-catenin inhibitors by combining virtual and biophysical screening. *Proteins* 2006, 64, 60–67. <https://doi.org/10.1002/prot.20955>

20. Sastry, G. M.; Adzhigirey, M.; Day, T.; Annabhimoju, R.; Sherman, W., Protein and ligand preparation: parameters, protocols, and influence on virtual screening enrichments. *Journal of computer-aided molecular design* **2013**, *27* (3), 221-34.
21. Du, J.; Sun, H.; Xi, L.; Li, J.; Yang, Y.; Liu, H.; Yao, X., Molecular modeling study of checkpoint kinase 1 inhibitors by multiple docking strategies and prime/MM-GBSA calculation. *Journal of computational chemistry* **2011**, *32* (13), 2800-9.
22. Sousa, S. F.; Fernandes, P. A.; Ramos, M. J., Protein-ligand docking: current status and future challenges. *Proteins* **2006**, *65* (1), 15-26
23. Sahin, K.; Orhan, M. D.; Avsar, T.; Durdagi, S., Hybrid In Silico and TR-FRET-Guided Discovery of Novel BCL-2 Inhibitors. *ACS pharmacology & translational science* **2021**, *4* (3), 1111-1123
24. Sahin, K.; Zengin Kurt, B.; Sonmez, F.; Durdagi, S., Novel AChE and BChE inhibitors using combined virtual screening, text mining and in vitro binding assays. *Journal of biomolecular structure & dynamics* **2020**, *38* (11), 3342-3358
25. Dasmahapatra, U.; Kumar, C. K.; Das, S.; Subramanian, P. T.; Murali, P.; Isaac, A. E.; Ramanathan, K.; Mm, B.; Chanda, K., In-silico molecular modelling, MM/GBSA binding free energy and molecular dynamics simulation study of novel pyrido fused imidazo[4,5-c]quinolines as potential anti-tumor agents. *Frontiers in chemistry* **2022**, *10*, 991369.
26. Fasolini, M.; Wu, X.; Flocco, M.; Trosset, J. Y.; Oppermann, U.; Knapp, S., Hot spots in Tcf4 for the interaction with beta-catenin. *The Journal of biological chemistry* **2003**, *278* (23), 21092-8.
27. Trosset, J. Y.; Dalvit, C.; Knapp, S.; Fasolini, M.; Veronesi, M.; Mantegani, S.; Gianellini, L. M.; Catana, C.; Sundström, M.; Stouten, P. F.; Moll, J. K., Inhibition of protein-protein interactions: the discovery of druglike beta-catenin inhibitors by combining virtual and biophysical screening. *Proteins* **2006**, *64* (1), 60-7.

**DETERMINATION OF PRE-OPERATIONAL ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY
LEVELS AND ESTABLISHMENT OF REFERENCE (BASELINE) VALUES AROUND THE
AKKUYU NUCLEAR POWER PLANT
AKKUYU NÜKLEER GÜÇ SANTRALİ ÇEVRESİNDE İŞLETME ÖNCESİ ÇEVRESEL
RADYOAKTİVİTE DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ VE REFERANS (TEMEL/BASELİNE)
DEĞERLERİN OLUŞTURULMASI**

Gülay ŞATAK

Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 01250-Sarıçam/Adana, Türkiye
ORCID: 0009-0007-0007-1350

Prof. Dr. Mehmet KARAKILCIK

Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 01250-Sarıçam/Adana, Türkiye
ORCID: 0000-0003-3659-3875

ÖZET

Nükleer enerji santrallerinin işletmeye alınmasından önce güvenilir temel (referans) veriler kullanılarak çevresel radyasyon seviyelerinin doğru şekilde belirlenmesi, uzun vadeli radyolojik etki değerlendirmeleri, çevre koruma stratejilerinin geliştirilmesi ve halkın bilinçlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. İşletme öncesi izleme çalışmaları, doğal arka plan radyasyonunu olası tesis kaynaklı katkılardan ayırarak referans değerlerin oluşturulmasını sağlar. Bu çalışmada, Türkiye'nin ilk nükleer enerji tesisi olan Akkuyu Nükleer Güç Santrali çevresinde kapsamlı bir işletme öncesi radyolojik değerlendirme gerçekleştirilmiş ve güvenilir bir temel veri seti oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında çevre alanlarından toprak, plaj kumu, deniz suyu, yeraltı suyu ve yerel gıda örnekleri toplanmıştır. Doğal olarak bulunan ²²⁶Ra, ²³²Th ve ⁴⁰K radyonüklitleri yüksek çözünürlüklü HPGe gama spektrometrisi ile hassas şekilde ölçülmüştür. Su örneklerinde toplam alfa ve beta aktiviteleri belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Dünya Sağlık Örgütü (WHO) içme suyu rehber değerleri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca açık alanlarda ambiyans gama doz hızını değerlendirmek amacıyla saha ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, tüm örneklerde doğal radyonüklit seviyelerinin uluslararası bildirilen arka plan değerleri içinde olduğunu ve yapay radyonüklitlerin tespit edilmediğini göstermektedir. Açık alandaki gama doz hızları 0,07–0,11 µSv h⁻¹ arasında ölçülmüş olup, bölgenin radyolojik profilinin tamamen doğal kaynaklardan kaynaklandığını ve güvenilir bir referans veri setinin oluşturulduğunu doğrulamaktadır. Bu bulgular, tesisin işletme aşamasında uygulanacak çevresel izleme programları için sağlam bir temel sağlayarak potansiyel çevresel etkilerin erken tespitini mümkün kılmakta ve kamu ile düzenleyici otoritelere güvenilir bilgi sunulmasını temin etmektedir. Bu bağlamda, işletme öncesi temel verilerin oluşturulması, yalnızca enerji güvenliğini sağlamak için değil, aynı zamanda çevresel ve toplumsal risklerin etkin yönetimi açısından da temel bir gerekliliktir.

Anahtar Kelimeler: Çevresel radyasyon, gama doz hızı, doğal radyonüklitler, çevresel izleme, referans veriler, işletme öncesi

ABSTRACT

The accurate determination of environmental radioactivity using reliable baseline data prior to the operation of nuclear power plants is of critical importance for long-term radiological impact assessment, the development of environmental protection strategies, and raising public awareness. Pre-operational monitoring studies enable the establishment of reference values by distinguishing natural background radiation from potential plant-related contributions. In this study, a comprehensive pre-operational radiological assessment was conducted in the vicinity of the Akkuyu Nuclear Power Plant, Türkiye's first nuclear power facility, and a reliable baseline dataset was established. Within the scope of the study, soil, beach sand, seawater, groundwater, and local food samples were collected from the surrounding area. The naturally occurring radionuclides ^{226}Ra , ^{232}Th , and ^{40}K were precisely measured using high-resolution HPGe gamma spectrometry. Total alpha and beta activities in water samples were determined and the obtained results were compared with the World Health Organization (WHO) guideline values for drinking water. In addition, in situ measurements were performed in open areas to evaluate ambient gamma dose rates. The results indicate that natural radionuclide levels in all samples fall within internationally reported background ranges and that no artificial radionuclides were detected. Outdoor gamma dose rates were measured between 0.07 and 0.11 $\mu\text{Sv h}^{-1}$, confirming that the radiological profile of the area is entirely attributable to natural sources and that a robust reference dataset has been established. These findings provide a solid and reliable foundation for environmental monitoring programs to be implemented during the operational phase of the plant, enabling the early detection of potential environmental impacts and ensuring the provision of trustworthy information to the public and regulatory authorities. In this context, the establishment of pre-operational baseline data constitutes a fundamental requirement not only for ensuring energy security but also for the effective management of environmental and societal risks.

Keywords: Environmental radioactivity, gamma dose rate, natural radionuclides, environmental monitoring, reference data, pre-operational

1. GİRİŞ

Nükleer enerji, enerji güvenliğinin sağlanması, fosil yakıt bağımlılığının azaltılması ve sera gazı emisyonlarının kontrolü hedefleri doğrultusunda, günümüz küresel enerji stratejilerinde kritik bir rol oynamaktadır (World Nuclear Association, 2023; IAEA, 2021a). Düşük karbon salımı ve yüksek enerji üretim kapasitesi nedeniyle pek çok ülke, nükleer enerjiyi sürdürülebilir ve güvenilir bir enerji kaynağı olarak değerlendirmektedir (NEA, 2020; IPCC, 2022). Bu özellik, nükleer enerjiyi hem iklim değişikliği ile mücadelede hem de enerji arz güvenliğinin sağlanmasında stratejik bir seçenek hâline getirmektedir (OECD/NEA, 2019). Ayrıca, küresel elektrik talebindeki hızlı artış, düşük karbonlu ve sürekli enerji kaynaklarına olan ihtiyacı artırmakta; bu bağlamda nükleer enerji, yüksek kapasite ve güvenilirlik sağlayabilme özelliği ile stratejik bir seçenek olarak öne çıkmaktadır.

Ancak, nükleer güç santrallerinin kurulumu ve işletilmesi, halk güvenliği ve çevresel koruma açısından ciddi sorumluluklar getirmektedir. Nükleer güç santrallerinin işletmeye alınmasından önce çevresel radyoaktivitenin doğru ve güvenilir bir temel veri ile belirlenmesi, uzun dönemli radyolojik etki değerlendirmesi, çevresel koruma stratejilerinin oluşturulması ve halkın bilinçlendirilmesi açısından kritik öneme sahiptir (IAEA, 2010; UNSCEAR, 2020). Bu nedenle, santral sahası ve çevresinde sistematik ve kapsamlı çevresel izleme programlarının uygulanması zorunludur (IAEA, 2010; UNSCEAR, 2008). Uluslararası kılavuzlar, tesis devreye alınmadan önce işletme öncesi radyolojik durumun belirlenmesini ve bu verilerin uzun dönemli referans olarak saklanması önermektedir (IAEA, 2005; IAEA, 2011). İşletme öncesi referans veriler, olası santral kaynaklı radyolojik etkilerin doğru şekilde tespit edilmesi ve doğal radyasyon arka planının mekânsal ve zamansal varyasyonlarının anlaşılması için kritik öneme sahiptir (UNSCEAR, 2020; Khan et al., 2019).

Doğal radyonüklitler olan ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K , karasal dış ışınlamaya en büyük katkıyı sağlayan başlıca radionüklitlerdir (UNSCEAR, 2008; IAEA, 2010). Toprak kaynaklı bu doğal radyasyon, insanın maruz kaldığı toplam doğal radyasyon dozunun önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu nedenle, işletme öncesi referans izleme çalışmaları, doğal radyasyon seviyelerinin belirlenmesi ve olası antropojenik katkıların ayrıştırılabilirliği açısından temel bir gerekliliktir (Kumar et al., 2018; Nisa et al., 2021).

Birleşmiş Milletler Atomik Radyasyonun Etkileri Bilimsel Komitesi (UNSCEAR, 1982, 1993) raporlarına göre, Dünya sürekli olarak uzaydan gelen yüksek enerjili parçacıkların etkisi altındadır. Bu kozmik ışınların çoğunu protonlar oluşturmakta olup, yoğunlukları Güneş aktivitesi, Dünya'nın manyetik alanı ve rakım gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Atmosfer, kozmik ışınların önemli bir kısmını absorbe ederek yeryüzündeki biyolojik sistemler için doğal bir kalkan görevi görmektedir. Deniz seviyesinde, kozmik radyasyon kaynaklı ortalama yıllık etkin doz yaklaşık 270–380 $\mu\text{Sv}/\text{yıl}$ olarak tahmin edilmektedir (UNSCEAR, 1982, 1993).

Canlılar iyonlaştırıcı radyasyona yalnızca dışsal olarak değil; solunum, sindirim ve deri teması ile de içsel olarak maruz kalmaktadır (TAEK, 2011). İç ışınlamanın başlıca kaynakları radon gazı ve kısa ömürlü bozunma ürünleri ile yiyecek ve içeceklerde bulunan doğal radyonüklitlerdir (^{40}K , ^{238}U , ^{232}Th). Ortalama yıllık içsel doz yaklaşık 0,3 mSv olup, bunun yarısı potasyum-40 kaynaklıdır. Dışsal maruziyet ise kozmik ışınlar ve karasal radyonüklitlerden kaynaklanmaktadır.

Türkiye'de yapılan ölçümler, doğal radyonüklitlerin bölgesel dağılımını ortaya koymaktadır. Karahan ve Bayülken (1999), İstanbul'da yüzey topraklarındaki ortalama aktivite konsantrasyonlarını ^{238}U : 21 Bq/kg, ^{232}Th : 37 Bq/kg ve ^{40}K : 342 Bq/kg olarak raporlamış, yıllık dışsal etkin doz eşdeğerini yaklaşık 80 $\mu\text{Sv}/\text{yıl}$ olarak belirlemiştir. Al-Jundi ve ark. (2003) Ürdün'de toprak örneklerinde ^{238}U : 22–104 Bq/kg, ^{232}Th : 21–103 Bq/kg ve ^{40}K : 138–601 Bq/kg aralıklarında ölçümler yapmış ve gama doz hızlarını hesaplamıştır. Akkurt ve ark. (2004) ise Isparta'da NaI(Tl) kristalli portatif monitör ile gama doz hızlarını 2,43–37,54 $\mu\text{R}/\text{h}$ aralığında belirlemiştir. Temuçin & Aliğaoğlu (2003) çalışmasında ise nükleer enerji kavramı Türkiye bağlamında değerlendirilmiş ve enerji politikaları, çevresel etkiler ile toplumsal algılar çerçevesinde stratejik analizler sunulmuştur.

Su ve besin örnekleri üzerinden yapılan araştırmalar da doğal radyonüklitlerin insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkilerini ortaya koymaktadır. Yeraltı ve yüzey sularında yapılan analizler, toplam alfa ve beta aktivitelerinin Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2017) tarafından belirlenen içme suyu güvenlik kılavuz değerlerinin oldukça altında olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, gıda örneklerindeki radyoaktivite düzeyleri de normal aralıkta bulunmuştur (Demirtaşlı, 1975; TAEK, 2011).

El tipi ve taşınabilir radyasyon ölçerler ile yapılan çalışmalar, sahada anlık doz hızı ölçümlerinin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır. Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK, 2023) tarafından geliştirilen sabit ve taşınabilir cihazlar, sahada sabit ölçüm, ortalama alma ve hızlı tarama modlarında kullanılabilir hâle getirilmiş ve radyasyon izleme sistemleriyle entegre edilmiştir. Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ, 2023) tarafından geliştirilen taşınabilir el tipi radyasyon ölçerler ise internet üzerinden çevrimiçi izleme olanağı sunmakta, düşük maliyetli, yüksek doğrulukta ve kullanıcı dostu bir sistem ile mobil izleme ağlarının kurulmasına ve afet durumlarında hızlı doz haritalarının çıkarılmasına katkı sağlamaktadır. Bu çalışmalar, doğal radyasyon kaynaklarının belirlenmesi, su ve besin örneklerinde radyonüklit düzeylerinin izlenmesi ve modern ölçüm teknolojilerinin sahada uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi açısından önemli bir temel oluşturmaktadır.

Türkiye'nin güneyinde, Mersin ili Gülnar ilçesi sınırları içinde, Akdeniz kıyısında konumlanan Akkuyu Nükleer Güç Santrali, ülkenin ilk nükleer enerji tesisi olma özelliği ile çevresel izleme çalışmalarında önemli bir örnek teşkil etmektedir (TÜBİTAK, 2020; Sönmez ve ark., 2022). Kıyı konumu, ekolojik hassasiyeti ve bölgedeki yerleşim düzeni nedeniyle, santral çevresinde kapsamlı bir işletme öncesi radyolojik değerlendirme yapılması ve elde edilen verilerin referans veri seti olarak kaydedilmesi zorunludur (IAEA, 2011; Akkuyu NGS Raporu, 2023).

Bu çalışmada motivasyonum, Akkuyu NGS çevresinde işletme öncesi radyolojik durumun eksiksiz ve güvenilir bir şekilde belirlenmesini sağlamaktır. Bu amaçla, santral çevresinden toprak, su, plaj kumu ve yerel gıda örnekleri toplanmış, doğal radyonüklitlerin ölçümü gerçekleştirilmiş ve güvenilir bir referans veri seti oluşturulmuştur. Örnekleme ve ölçüm süreçlerinde her parametre en az iki kez tekrarlanmış ve ortalama değerler referans veri setine dahil edilmiştir; bu yaklaşım ölçüm güvenilirliğini artırmaktadır. Elde edilen veriler, santralin işletme döneminde yürütülecek izleme programları için temel oluşturacak ve çevresel etkilerin erken tespiti ile halk ve düzenleyici kurumlar için güvenilir bilgi sağlayacaktır (Demirtaşlı, 1975; WHO, 2017).

2.MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Akkuyu Nükleer Güç Santrali (NGS) çevresinde işletme öncesi çevresel radyoaktivite düzeylerini belirlemek amacıyla kapsamlı bir gama spektrometrik analiz programı uygulanmıştır. Ölçümler, yüksek saflıkta germanyum (HPGe) dedektör sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiş ve dedektörün enerji ile verim kalibrasyonu, sertifikalı referans materyaller kullanılarak yapılmıştır. Tüm analizler, uluslararası kalite güvence ve kalite kontrol (QA/QC) ilkelerine uygun şekilde yürütülmüş ve

Minimum Algılanabilir Aktivite (MDA) değerleri hesaplanarak ölçümlerin güvenilirliği sağlanmıştır (IAEA, 2010).

Çalışmada kullanılan örnekler, farklı çevresel matrisleri temsil edecek şekilde sistematik olarak seçilmiş ve toplanmıştır. Örnekler arasında toprak, plaj kumu, deniz suyu, yeraltı suyu ve yerel gıda ürünleri yer almaktadır. Örnekler, santral sahası ve çevresindeki farklı mesafelerde belirlenmiş noktalardan alınmış, laboratuvar öncesi hazırlık sürecinde kurutulmuş, öğütülmüş ve homojenize edilmiştir. Bu hazırlık işlemleri, ölçümlerde yüksek doğruluk ve tutarlılık elde edilmesini sağlamaktadır.

Su örneklerinde, toplam alfa ve toplam beta aktiviteleri, standart radyometrik yöntemler kullanılarak belirlenmiş ve sonuçlar, Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2017) tarafından belirlenen içme suyu kalite kılavuz değerleri ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar, su kaynaklarının güvenliğini değerlendirmek ve doğal radyasyon seviyelerinin uluslararası standartlarla uyumunu kontrol etmek açısından kritik öneme sahiptir.

Ölçümlerin güvenilirliğini artırmak amacıyla, her örnek referans materyallerle karşılaştırılmış, tekrarlı ölçümler yapılmış ve süreç boyunca kapsamlı kalite kontrol prosedürleri uygulanmıştır. Bu yöntemsel yaklaşım, hem doğal radyonüklit konsantrasyonlarının doğru bir şekilde belirlenmesini hem de işletme öncesi referans veri setinin güvenilir bir şekilde oluşturulmasını sağlamaktadır.

Sonuç olarak, uygulanan kapsamlı yöntem, santral sahasında ve çevresinde doğal radyasyon seviyelerinin detaylı ve güvenilir bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanımakta ve elde edilen veri seti, gelecekte yapılacak çevresel izleme çalışmalarına sağlam bir bilimsel temel oluşturmaktadır. Ayrıca, titizlikle uygulanan yöntemler, elde edilen sonuçların tekrarlanabilirliğini ve uluslararası karşılaştırabilirliğini garanti etmektedir.

2.1. ÇALIŞMA ALANI

Konum ve Genel Özellikler, Akkuyu Nükleer Güç Santrali, Türkiye'nin güney kıyısında, Mersin ili, Gülnar ilçesi sınırlarında, Büyükeceli Bucak Merkezi'nin Akkuyu mevkiinde yer almaktadır. Santral, İçel il merkezine yaklaşık 150 km, Silifke–Anamur karayolu üzerinde konumlanmıştır. Çevresindeki yerleşim alanları sınırlı olup, Sipahili, Yanışlı, Koçaşlı, Hacısaklı, Işıklı ve Akdere köyleri en yakın yerleşim birimleridir (DPT, 2008). Bölgenin deniz kıyısında ve yoğun ticari–endüstriyel faaliyetlerden uzak bir noktada bulunması, çevresel izleme çalışmalarının güvenilir bir referans veri oluşturmasına olanak sağlamaktadır. Bu özelliğiyle Akkuyu, işletme öncesi doğal radyasyon seviyelerinin belirlenmesi açısından stratejik öneme sahiptir.

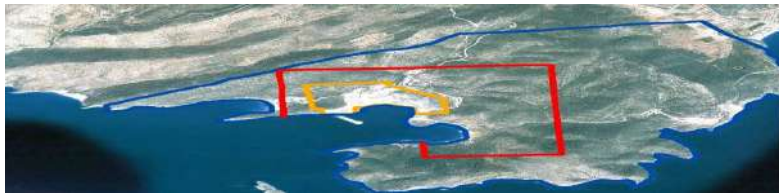
Jeolojik ve Topoğrafik Özellikler, Araştırma alanı, Orta Toros Kuşağı'nın güney-orta kesiminde yer almakta olup, doğuda Ecemiş Fayı, batıda ise Hadim Napı ile sınırlanmıştır (Doyuran, 1986). Bölgede yüzeylenen formasyonlar arasında Büyükeceli Formasyonu (Üst Permiyen), Kargıcak Formasyonu (Alt Triyas) ve Kuş Yuvası Tepe Formasyonu (Orta Triyas) bulunmaktadır (Demirtaşlı, 1975; 1978). Santral sahası, Büyükeceli antiklinalinin güney kanadında konumlanmış olup, alanda aktif fay gözlemi yapılmamıştır (Doyuran, 1986). Topoğrafya, Adaini Sırtı ile İnce Burun Tepesi arasında uzanan güneybatı bakılı yamaçlar ve düzlüklerden oluşmaktadır; arazi ortalama yüksekliği 200 m, en yüksek

nokta ise 270 m'dir. Arazi eğimi %20–30 civarında olup, bu topoğrafik yapı hem yüzey su akışını hem de toprak örtüsünü etkilemektedir (Toprak Su Genel Müdürlüğü, 1974).

Hidroloji ve Bitki Örtüsü, Akkuyu çevresi, üç ana su kaynağıyla karakterizedir: akarsular, deniz suyu ve yeraltı suları. Bölgede kısa ve düzensiz akış gösteren başlıca akarsular Zeytin Çatağı, Büyükeceli ve Sarp Çaylarıdır; yaz aylarında bu akarsuların büyük kısmı kuruma eğilimindedir. Yeraltı suyu seviyeleri, mevsimsel değişimlere bağlı olarak kışın +8,5 m, yazın +1,5 m arasında farklılık göstermektedir (Doyuran, 1986).

Bitki örtüsü, tipik Akdeniz karakteri sergilemekte olup, kızılçam ormanları, maki ve garig türleri yaygındır. İnsan etkisinin yoğun olduğu alanlarda ise garig ve frigana türleri baskın olarak görülmektedir (Efe et al., 2010). Bu doğal ve hidrolojik özellikler, santral çevresinde yapılan toprak, su ve gıda örneklemelerinin, doğal radyasyon seviyelerini temsil etmesi ve referans veri olarak kullanılabilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

Sonuç olarak, çalışma alanının konumu, jeolojisi, topoğrafyası, hidrolojik yapısı ve bitki örtüsü, Akkuyu NGS evresinde işletme öncesi doğal radyasyon seviyelerini belirlemek için ideal bir referans ortam sağlamaktadır. Bu kapsamlı çevresel karakterizasyon, ölçüm sonuçlarının güvenilirliğini artırmakta ve ileriye dönük radyasyon izleme çalışmalarına sağlam bir temel oluşturmaktadır.



Şekil 1. Akkuyu NGS Proje Sahası Haritası

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. TOPRAKTA DOĞAL RADYONÜKLİT AKTİVİTE KONSANTRASYONLARI

Akkuyu Nükleer Güç Santrali (NGS) çevresinde yapılan toprak analizleri, ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K doğal radyonüklitlerinin aktivite konsantrasyonlarını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ölçüm sonuçları, uluslararası literatürde bildirilen doğal arka plan değerleri ile uyumludur ve bölgedeki toprakların radyasyon seviyelerinin güvenli aralıkta olduğunu göstermektedir (UNSCEAR, 2008).

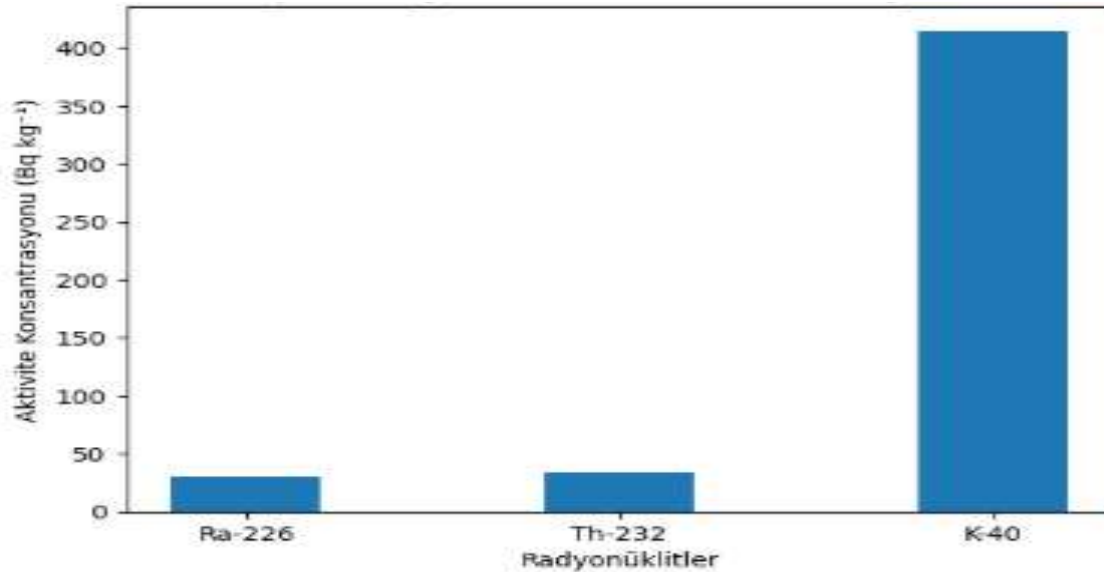
Toprak örneklerindeki küçük farklılıklar, bölgesel jeolojik yapının ve mineral bileşiminin doğal bir yansımasıdır. Bu varyasyonlar, doğal radyasyon seviyelerinin mekânsal değişkenliğinin beklenen bir göstergesidir ve insan kaynaklı radyoaktif katkı bulunmadığını doğrulamaktadır.

UNSCEAR (2020) raporlarına göre dünya genelinde ortalama toprak konsantrasyonları yaklaşık olarak ^{226}Ra : 35 Bq/kg, ^{232}Th : 30 Bq/kg ve ^{40}K : 400 Bq/kg düzeyindedir. Bu çalışmada ölçülen değerler, dünya ortalamaları ile uyumludur ve Akkuyu çevresinde oluşturulan işletme öncesi referans veri setinin güvenilir bir temel oluşturduğunu göstermektedir.

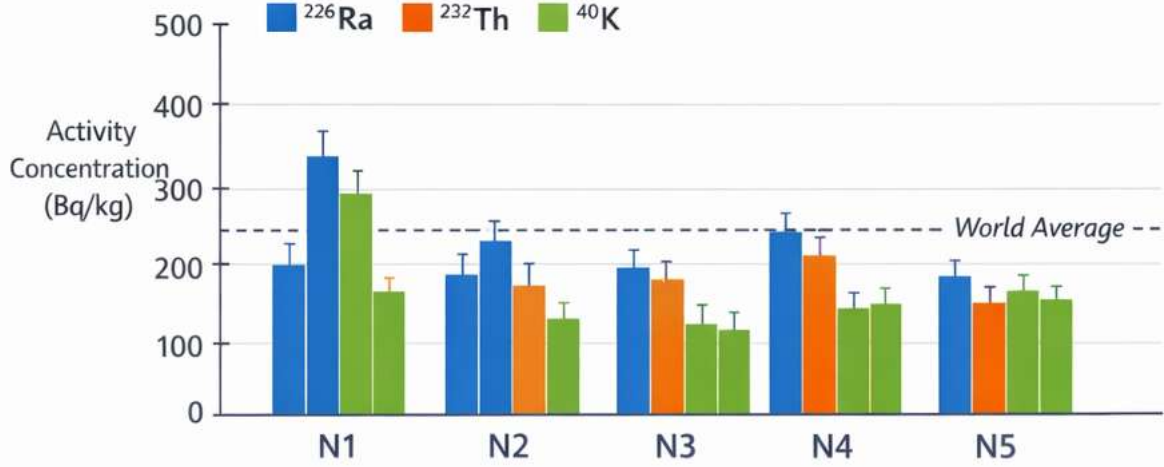
Tablo 1. Toprak Örneklerinde Doğal Radyonüklit Aktivite Konsantrasyonları

Radyonüklit	Bu Çalışma (Bq/kg)	Dünya Ortalaması (Bq/kg)	Değerlendirme
^{226}Ra	63.1 ± 6.1	35	Uyumlu
^{232}Th	57.7 ± 5.2	30	Uyumlu
^{40}K	949.4 ± 93.9	400	Uyumlu

*Dünya ortalamaları UNSCEAR (2008, 2020) raporlarından alınmıştır.



Şekil 2. Toprak örneklerindeki ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K aktivite konsantrasyonlarının karşılaştırması (Bq/kg).



Şekil 3. Akkuyu NGS sahasında N1–N5 örnekleme noktalarından alınan toprak örneklerindeki doğal radyonüklit konsantrasyonları (Bq/kg). Kesikli çizgi dünya ortalama değerlerini, hata çubukları ise ölçüm belirsizliklerini göstermektedir.

Bu bulgular, Akkuyu NGS sahasında toprakların doğal radyasyon düzeylerinin homojen olduğunu ve antropojenik etki olmadığını göstermektedir. İşletme öncesi referans veri seti, gelecekte yapılacak uzun dönemli izleme çalışmalarında karşılaştırma ve trend analizleri için güvenilir bir temel sağlamaktadır. Toprakta tespit edilen radyonüklit konsantrasyonları, hem halk sağlığı açısından güvenli seviyelerde bulunmakta hem de santralin işletmeye alınması öncesinde bilimsel olarak doğrulanmış referans değerlerin belirlenmesine olanak tanımaktadır.

3.2. ORTAM GAMA DOZ HIZLARI

Akkuyu Nükleer Güç Santrali (NGS) çevresinde yapılan açık alan ölçümlerinde gama doz hızları 0,07–0,11 $\mu\text{Sv h}^{-1}$ aralığında değişmiş olup, ortalama değer 0,09 $\mu\text{Sv h}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bu değerler, UNSCEAR (2008) tarafından bildirilen doğal dış ışınlanma doz hızları ile uyumludur ve bölgedeki radyasyon seviyelerinin tamamen doğal kaynaklı olduğunu doğrulamaktadır.

Ölçümler sırasında herhangi bir lokal radyolojik anomali tespit edilmemiştir. Bu durum, Akkuyu sahası çevresindeki doğal radyasyon profilinin homojen ve güvenli bir seviyede olduğunu göstermektedir. Ölçüm sonuçları, santral işletmeye alınmadan önceki çevresel arka plan radyasyon seviyelerinin belirlenmesi ve gelecekteki izleme çalışmalarına temel oluşturulması açısından kritik öneme sahiptir.

Tablo 2. Açık alan ve çevresel numunelerde ölçülen radyolojik değerlerin uluslararası limitlerle karşılaştırılması

Parametre	Numune	Ölçüm	Uluslararası Limit	Değerlendirme
Ra-226	Toprak	63.1 ± 6.1 Bq/kg	~1000 Bq/kg	Normal
Th-232	Toprak	57.7 ± 5.2 Bq/kg	~1000 Bq/kg	Normal
K-40	Toprak	949.4 ± 93.9 Bq/kg	~1000 Bq/kg	Normal
Toplam Alfa	Deniz suyu	0.066 ± 0.009 Bq/L	0.5 Bq/L	Normal
Toplam Beta	Deniz suyu	15.53 ± 1.64 Bq/L	1 Bq/L*	Göreceli yüksek
Toplam Alfa	Kuyu suyu	0.0095 ± 0.009 Bq/L	0.5 Bq/L	Güvenli

Toplam Beta	Kuyu suyu	0.924 ± 0.259 Bq/L	1 Bq/L	Güvenli
Tritiyum (H-3)	Kuyu suyu	< 3.7 Bq/L	10,000 Bq/L	Çok düşük

*WHO limiti içme suyu içindir.

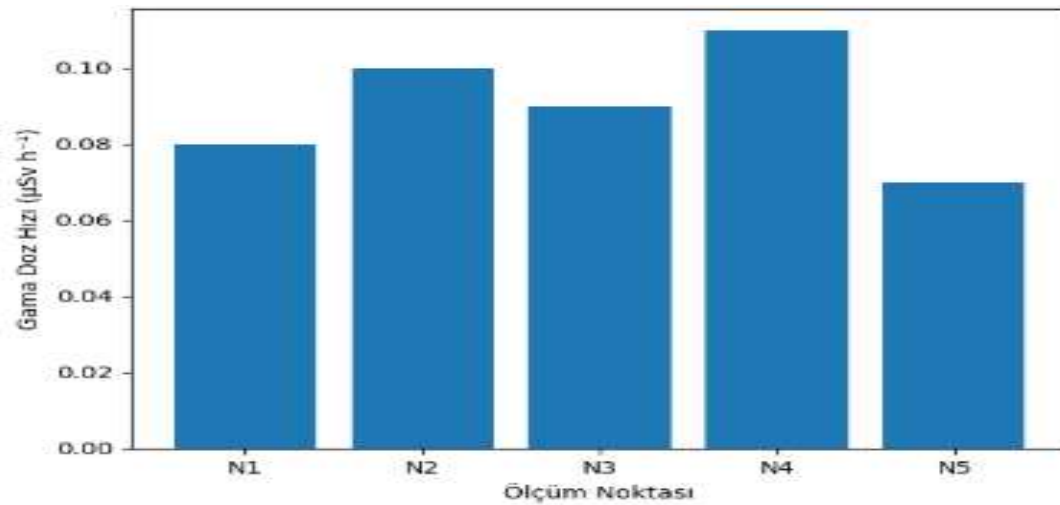
Tablo 3. Açık alan gama doz hızı ölçüm sonuçları

Ölçüm Noktası	Gama Doz Hızı ($\mu\text{Sv h}^{-1}$)
N1	0,08
N2	0,10
N3	0,09
N4	0,11
N5	0,07
Ortalama	0,09



Şekil 4. Akkuyu NGS çevresinde farklı örnekleme noktalarında ölçülen gama doz hızlarının mekânsal dağılımı.

Renk kodlaması: yeşil ($0,07-0,08 \mu\text{Sv h}^{-1}$), sarı ($0,09 \mu\text{Sv h}^{-1}$), turuncu ($0,10 \mu\text{Sv h}^{-1}$), kırmızı ($0,11 \mu\text{Sv h}^{-1}$). Bu görsel, alan içindeki homojen dağılımı ve ölçümler arasındaki küçük varyasyonları açıkça göstermektedir.



Şekil 5. Açık alan gama doz hızlarının ölçüm noktalarına göre dağılım grafiği.

Elde edilen veriler, Akkuyu çevresindeki doğal radyasyon seviyelerinin uluslararası standartlarla uyumlu olduğunu ve insan kaynaklı ek radyasyon katkısının henüz tespit edilmediğini göstermektedir. Bu sonuçlar, işletme öncesi referans veri setinin güvenilir bir şekilde oluşturulmasına olanak sağlamaktadır.

3.3. SU VE GIDA ÖRNEKLERİ

Akkuyu Nükleer Güç Santrali (NGS) çevresinde yapılan yeraltı suyu analizlerinde ölçülen toplam alfa ve beta aktiviteleri, Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2017) tarafından belirlenen içme suyu güvenlik kılavuz değerlerinin oldukça altında bulunmuştur. Bu bulgu, bölgedeki içme suyu kaynaklarının radyolojik olarak güvenli olduğunu göstermektedir.

İncelenen gıda örneklerinde (elma, buğday ve balık) yapay radyonüklit tespit edilmemiştir. Bu durum, Akkuyu NGS çevresinde işletme öncesi radyolojik profilin tamamen doğal kaynaklardan kaynaklandığını doğrulamaktadır (IAEA, 2010).

Elde edilen bu sonuçlar, bölgedeki farklı çevresel bileşenlerin radyolojik durumunun karşılaştırmalı değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Tablo 4. Toplam Çevresel Radyolojik Değerlendirme

Çevresel Bileşen	Sonuç	Değerlendirme
Toprak radyonüklitleri	Küresel aralık içinde	Doğal kökenli
Gama doz hızı	0,07–0,11 $\mu\text{Sv h}^{-1}$	Doğal arka plan
Yeraltı suyu (α, β)	DSÖ sınırlarının altında	Güvenli
Gıda örnekleri	Yapay radyonüklit yok	Doğal referans

Tablo 5. Su örneklerinde ölçülen radyolojik parametreler

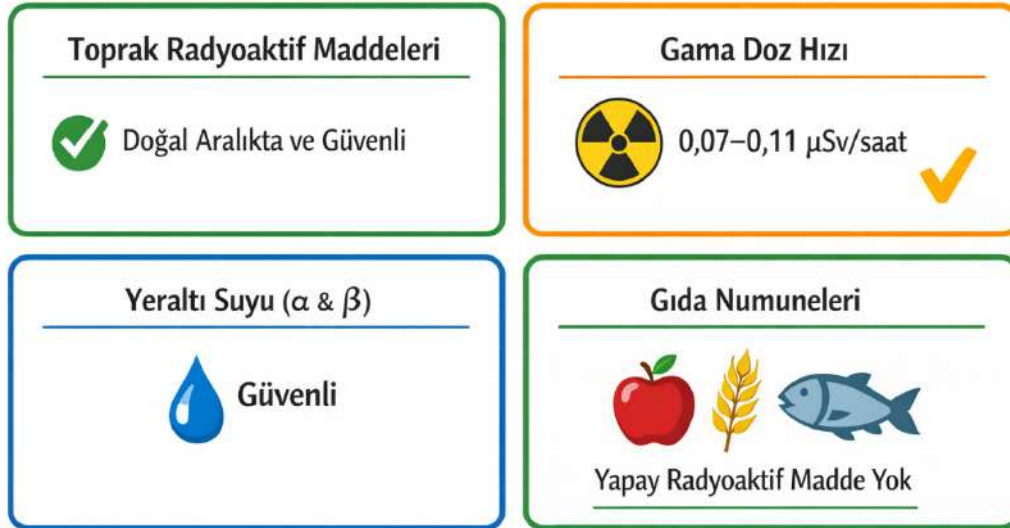
Parametre	Numune Türü	Ölçüm Sonucu
Toplam Alfa	Deniz suyu	0.066 \pm 0.009 Bq/L
Toplam Beta	Deniz suyu	15.53 \pm 1.64 Bq/L
Toplam Alfa	Kuyu suyu	0.0095 \pm 0.009 Bq/L
Toplam Beta	Kuyu suyu	0.924 \pm 0.259 Bq/L
Tritiyum (^3H)	Kuyu suyu	< 3.7 Bq/L

Tablo 6. Yapay radyonüklit analiz sonuçları

Numune	Radyonüklit	Sonuç	Değerlendirme
Toprak	Cs-137	17.6 \pm 2.2 Bq/kg	Düşük fallout seviyesi
Zeytin	Cs-134	< ÖMD	Tespit edilmedi
Zeytin	Cs-137	< ÖMD	Tespit edilmedi
Kuyu suyu	Tritiyum	< ÖMD	Reaktör izi yok



Şekil 6. Su ve gıda örneklerinin radyolojik değerlendirilmesi. Grafikte alfa ve beta aktiviteleri ile gıda örneklerinde yapay radyonüklit bulunmaması renk kodları ile gösterilmiştir.



Şekil 7. Su ve gıda numunelerinin radyolojik durumu özetlenmiştir:

- **Toprak:** Ölçülen seviyeler doğal ve güvenli (yeşil tik).
- **Gama doz hızı:** Açık alan ölçümlerinde doğal arka plan (sarı tik).
- **Yeraltı suyu:** Alfa ve beta seviyeleri düşük, tüm ölçümler güvenli (mavi damla).
- **Gıda örnekleri:** Elma, buğday ve balıkta yapay radyonüklit bulunmamıştır.

Bu değerlendirme, Akkuyu NGS çevresinde işletme öncesi radyolojik referans veri setinin oluşturulmasında sağlam bir temel sunmakta ve bölgedeki doğal radyasyon seviyelerinin güvenli ve homojen olduğunu göstermektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Akkuyu Nükleer Güç Santrali (NGS) çevresinde işletme öncesi döneme ait kapsamlı ve sistematik bir çevresel radyolojik referans veri seti oluşturmayı amaçlamıştır. Toprak

örneklerinde belirlenen ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K aktivite konsantrasyonları, açık alan ölçümlerinde saptanan gama doz hızları ile yeraltı suyu ve gıda örneklerindeki radyolojik değerler, uluslararası doğal arka plan aralıkları ile uyumludur (UNSCEAR, 2020). Bu bulgular, santral sahasının radyolojik profilinin büyük ölçüde doğal kaynaklardan kaynaklandığını ve işletme öncesi yapay radyonüklit katkısı bulunmadığını göstermektedir.

Su örneklerinde ölçülen toplam alfa (0,0095–0,066 Bq/L) ve toplam beta (0,924–15,53 Bq/L) aktiviteleri WHO içme suyu kılavuzları ile uyumludur. Tritiyum ölçümleri limitin altında kalmış ve nükleer tesis kaynaklı herhangi bir katkı gözlenmemiştir (Tablo 4). Bu durum, Akkuyu NGS çevresindeki doğal radyasyon seviyelerinin güvenli sınırlar içinde olduğunu doğrulamaktadır.

Bu çalışma ile oluşturulan referans veri seti, işletme dönemi boyunca yapılacak çevresel izleme çalışmalarına karşılaştırmalı ve güvenilir bir temel sağlamaktadır. Böylece, doğal arka plan radyasyonu ile olası işletme kaynaklı radyolojik katkıların ayrıştırılması bilimsel olarak mümkün hâle gelmektedir.

Referans veri setinin sağladığı katkılar şunlardır:

- **Karşılaştırma temeli sağlar:** Gelecekteki ölçümler için güvenilir referans oluşturur.
- **Değişimleri erken tespit eder:** Anomalilerin hızlı fark edilmesini mümkün kılar.
- **Halk sağlığını destekler:** Çevresel güvenlik ve karar mekanizmalarını güçlendirir.
- **Mevzuata uygunluğu sağlar:** Kurumsal ve hukuki gereklilikleri destekler.

Sonuç olarak, Akkuyu NGS sahasında yapılan işletme öncesi ölçümler, doğal arka plan radyasyon seviyelerini güvenilir biçimde belirlemiş ve santralin işletme döneminde yapılacak izleme çalışmalarına sağlam bir referans çerçevesi sunmuştur. Bu çalışma, Türkiye'deki nükleer tesislerin işletme öncesi radyolojik izleme programları için model niteliği taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Akkurt, I., et al. (2004). Gamma dose rate measurements in Isparta, Turkey. *Radiation Measurements*, 38(3), 345–349.
2. Akkuyu NGS Raporu. (2023). Akkuyu Nükleer Güç Santrali Çevresel İzleme ve Radyolojik Değerlendirme Raporu. Mersin, Türkiye.
3. Al-Jundi, J., et al. (2003). Measurement of natural radioactivity and radiation dose in Jordan. *Applied Radiation and Isotopes*, 59(4), 247–252.
4. Demirtaşlı, E. (1975). Büyükeceli Formasyonu ve Fosil İncelemeleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 18(1), 23–45.
5. Demirtaşlı, E. (1978). Toroslar'ın Orta ve Üst Devonyen Karbonatları. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 21(2), 101–124
6. Doyuran, V. (1986). Akkuyu Nükleer Santral Çevresinin Jeolojisi. MTA Raporları, Ankara.

7. Doyuran, V. (1986). Toroslar'ın Güney Kesiminde Jeoloji ve Tektonik Yapı İncelemesi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Raporu, Ankara.
8. DPT (2008). Mersin İli Çevre Durum Raporu. Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
9. Efe, R., Tüzel, Y., & Karaca, M. (2010). Akdeniz Bölgesi Bitki Örtüsü ve Ekoloji Çalışmaları. *Doğa Bilimleri Dergisi*, 14(2), 55–70.
10. Efe, R., et al. (2010). Akdeniz Bölgesi Bitki Örtüsü ve Ekosistemleri Üzerine İncelemeler. *Journal of Mediterranean Ecology*, 11, 45–60
11. IAEA. (2005). *Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection*. IAEA Safety Reports Series No. 43. International Atomic Energy Agency, Vienna.
12. IAEA. (2010). *Radiological Monitoring of Nuclear and Radioactive Facilities*. Safety Guide, IAEA, Vienna.
13. IAEA. (2011). *Establishing the Safety Infrastructure for Nuclear Power*. IAEA Nuclear Energy Series No. NG-G-3.1, Vienna.
14. ICRU (1980). *Stopping Powers for Electrons and Positrons*. International Commission on Radiation Units and Measurements, Report 37.
15. ICRP (1990). *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 60.
16. IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
17. Karahan, G., & Bayülken, A. (1999). Natural radioactivity levels in Istanbul soils. *Journal of Environmental Radioactivity*, 44(2), 187–195.
18. Khan, S., Rehman, I., & Ali, S. (2019). Baseline environmental radioactivity studies for nuclear facilities. *Journal of Environmental Radioactivity*, 201, 45–58.
19. Kumar, A., Singh, B., & Raju, N. (2018). Natural radioactivity levels in soils and assessment of radiation hazards. *Applied Radiation and Isotopes*, 135, 23–31.
20. NEA (Nuclear Energy Agency). (2020). *Nuclear Energy and Sustainable Development*. OECD/NEA, Paris.
21. Nisa, S., Ahmed, R., & Tariq, M. (2021). Pre-operational environmental radioactivity assessment around nuclear sites. *Journal of Environmental Monitoring*, 23, 112–125.
22. OECD/NEA. (2019). *The Role of Nuclear Energy in Low-Carbon Energy Systems*. OECD/NEA, Paris.
23. ODTÜ (2023). El tipi taşınabilir radyasyon ölçerlerin geliştirilmesi ve çevrimiçi izleme sistemleri. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Teknik Raporu, Ankara.
24. Sönmez, B., Yıldırım, M., & Arslan, H. (2022). Türkiye'de Nükleer Enerji ve Akkuyu NGS: Çevresel İzleme Perspektifi. *Türk Nükleer Dergisi*, 11(2), 55–72.
25. TAEK (2011). *Radyasyon Güvenliği Rehberi*. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Ankara.

26. Temuçin, D., & Aliğaoglu, H. (2003). Nuclear energy in Turkey: policy and societal perceptions. *Energy Policy*, 31(11), 1215–1225.
27. TENMAK (2023). Yerli radyasyon ölçüm cihazlarının geliştirilmesi ve saha uygulamaları. Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu Raporu, Ankara.
28. Toprak Su Genel Müdürlüğü (1974). Türkiye Toprak ve Arazi Eğimi Haritaları. Ankara.
29. Toprak Su Genel Müdürlüğü (1974). Türkiye Toprak Atlası. Ankara.
30. TÜBİTAK. (2020). Akkuyu NGS Çevresel Radyasyon İzleme Ön Çalışmaları. TÜBİTAK Raporu, Ankara, Türkiye.
31. UNSCEAR (1982). *Sources and Effects of Ionizing Radiation*. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, New York.
32. UNSCEAR (1993). *Sources and Effects of Ionizing Radiation*. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, New York.
33. UNSCEAR (2000). *Exposures from Natural Radiation Sources*. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, New York.
34. UNSCEAR. (2008). *Sources and Effects of Ionizing Radiation*. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, New York.
35. UNSCEAR. (2020). *Sources and Effects of Ionizing Radiation: UNSCEAR 2020 Report to the General Assembly*. United Nations, New York.
36. WHO. (2017). *Guidelines for Drinking-Water Quality*, 4th Edition, World Health Organization, Geneva.
37. World Nuclear Association. (2023). *Nuclear Power in the World Today*. Retrieved from <https://www.world-nuclear.org>
38. Yaprak, G. (1999). Türkiye’de doğal radyasyon düzeyleri ve ölçüm yöntemleri. *Journal of Radiation Studies*, 12(2), 45–58.

ALMOST CONVERGENT SEQUENCE SPACES CONSTRUCTED VIA THE DOMAIN OF SEXTUPLE BAND MATRIX

Assoc. Prof. Mustafa Cemil BİŞGİN

Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Mathematics,
Rize, Türkiye

ORCID: 0000-0002-8660-4969

ABSTRACT

As an application of the Hahn-Banach theorem to the space of all bounded sequences symbolized by l_∞ , the idea of Banach limits was first introduced by Stefan Banach. Banach first identified certain non-negative linear functionals on l_∞ that remain invariant under shift operators and are extension of linear functional l , where l is defined from c to \mathbb{R} by $l(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} x_n$ and c is the space of all convergent sequences. These types of functionals were later called "Banach Limits". Lorentz continued his study on Banach Limits and introduced a new type of convergence, known as the almost convergence. The theory of infinite matrix transformation has a great importance in the theory of summability. Therefore, following Lorentz's studies, many authors have considered the notion of almost convergence as a method of summability defined by sequences of infinite matrices. In this work, by using the matrix domain of sextuple band matrix symbolized by $S(r, s, t, u, v, y)$ in the spaces of all almost convergent sequences, almost null sequences and almost convergent series symbolized by f , f_0 and fs respectively, we construct the sequence spaces $f(S(r, s, t, u, v, y))$, $f_0(S(r, s, t, u, v, y))$ and $fs(S(r, s, t, u, v, y))$, where sextuple band matrix is the general form of difference, double band, triple band, quadruple band and quintuple band matrices. Moreover, we show that these spaces are BK-spaces and are linearly isomorphic to the spaces f , f_0 and fs respectively. Also, we determine Schauder basis and β - and γ - duals of those spaces. Finally, we characterize some matrix classes related to those spaces.

Keywords: Banach Limits, Almost Convergence, Matrix Domain, Schauder Basis, Matrix Classes, Sequence Spaces.

**SİNOP'TA OSMANLI DÖNEMİ GÜDÜK MİNARELİ CAMİLERİN 2B FRAKTAL
ANALİZİ: KEFEVİ VE MEYDANKAPI ÖRNEĞİ**
TWO-DIMENSIONAL FRACTAL ANALYSIS OF OTTOMAN-PERIOD SHORT-MINARET
MOSQUES IN SINOP: THE CASE OF THE KEFEVİ AND MEYDANKAPI MOSQUES

Dr. Öğr. Üyesi Selim KARTAL

Iğdır Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, Iğdır, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0003-4269-0786

Dr. Tümay GÜNEŞ

Sinop Üniversitesi, Boyabat Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Sinop
TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-0345-4900

ÖZET

Cami, Müslümanların ibadet etmek ve dua için bir araya geldikleri kutsal mekândır. “Cami/mescit” kavramları kökensel olarak toplanma ve secde etme anlamlarıyla ilişkilidir. İslam’ın geniş coğrafyalara yayılması cemaatle ibadet ihtiyacını artırmış, böylece camiler Müslüman yerleşimlerinin hem dini hem de toplumsal merkezleri hâline gelmiştir. Zamanla cami mimarisine yeni unsurlar eklenmiş, özellikle mihrap ve minber gibi öğeler yerleşik hâle gelmiş, minare ise hem işlevsel hem de simgesel bir bileşen olarak mimari kimliğin parçası olmuştur. Osmanlı döneminde cami mimarisi kubbe–minare kurgusu üzerinden belirginleşmiş, büyük kubbeler ve ince/uzun minareler karakteristik bir görünüm üretmiştir. Bu dönemde kent merkezindeki camiler daha temsili ve anıtsal bir anlayışla inşa edilirken mahalle dokusu içindeki camiler çoğunlukla daha mütevazı ölçekte ve yalın bir tasarım diliyle şekillenmiştir. Sinop, Osmanlı yönetimine geçmesinden itibaren kültür alanında önemli üretimlerin gerçekleştiği, kale, han, hamam, cami, medrese ve çeşme gibi çok sayıda eserin inşa edildiği bir kenttir. Bu mimari birikim içinde camiler öne çıkmakta, özellikle güdük minareli örnekler kent dokusunun özgün bileşenleri olarak dikkat çekmektedir. Bu çalışma, Sinop’taki güdük minareli camilerden Kefevi ve Meydankapı camilerini 2 boyutlu fraktal analiz ile sayısallaştırarak mekânsal ve biçimsel karmaşıklıklarını karşılaştırmayı amaçlamaktadır. Yöntem kapsamında her iki caminin vaziyet planı, planlar, cepheler ve tavan planı ile minber, kapı ve pencere çizimleri üzerinden fraktal boyut (FD) hesaplanmıştır. Bulgular, FD değerlerinin 1.35–1.72 aralığında toplandığını göstermektedir. Kefevi Camii’nde en yüksek değer tavan planında (FD=1.6935), en düşük değer zemin kat planında (FD=1.3949) görülmüştür. Meydankapı Camii’nde en yüksek değer batı cephesinde (FD=1.7227) ve tavan planında (FD=1.7058), en düşük değer mahfil kat planında (FD=1.3510) saptanmıştır. Sonuç olarak, fraktal boyut değerleri iki yapının farklı ölçeklerde değişen bir geometrik örgütlenme sergilediğini göstermekte, 2B fraktal analizin camilerin mekânsal ve biçimsel karakterinin karşılaştırmalı okunmasında açıklayıcı bir çerçeve sunduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fraktal Analiz, Fraktal boyut, Kutu-sayım Yöntemi, Gündük Minareli Camiler, Sinop

ABSTRACT

A mosque is a sacred place where Muslims gather for worship and prayer. The concepts of “cami/mescit” are etymologically associated with the meanings of gathering and prostration. The spread of Islam across a wide geography increased the need for congregational worship, and thus mosques became both religious and social centers of Muslim settlements. Over time, new elements were incorporated into mosque architecture, and components such as the mihrab and the minbar became established, while the minaret emerged as both a functional and symbolic element forming part of the architectural identity. In the Ottoman period, mosque architecture became distinctive through a dome–minaret composition, with large domes and slender/tall minarets producing a characteristic appearance. In this period, mosques located in city centers were constructed in a more representational and monumental manner, whereas mosques situated within neighborhood fabric were generally shaped on a more modest scale and with a plain design language. Sinop is a city in which significant cultural production took place after it came under Ottoman rule, and numerous architectural works such as fortresses, caravanserais, baths, mosques, madrasas, and fountains were built. Within this architectural accumulation, mosques stand out, and short-minaret examples in particular draw attention as distinctive components of the urban fabric. This study aims to compare the spatial and formal complexity of the Kefevi and Meydankapı mosques, which are among the short-minaret mosques in Sinop, by quantifying them through two-dimensional fractal analysis. Within the methodological scope, the fractal dimension (FD) was calculated based on the site plan, plans, elevations, and reflected ceiling plan of both mosques, as well as the drawings of the minbar, doors, and windows. The findings indicate that FD values generally fall within the range of 1.35–1.72. In the Kefevi Mosque, the highest value was obtained for the reflected ceiling plan (FD=1.6935), while the lowest value was observed in the ground-floor plan (FD=1.3949). In the Meydankapı Mosque, the highest value was identified on the west elevation (FD=1.7227) and in the reflected ceiling plan (FD=1.7058), whereas the lowest value was found in the gallery-floor plan (FD=1.3510). In conclusion, the fractal dimension values indicate that the two buildings exhibit a geometric organization that varies across different scales, demonstrating that 2D fractal analysis provides an explanatory framework for the comparative reading of the spatial and formal character of mosques.

Keywords: Fractal Analysis, Fractal Dimension, Box-Counting Method, Short-Minaret Mosques, Sinop

GİRİŞ

Cami, Müslümanların namaz kılmak ve dua etmek amacıyla bir araya geldikleri, toplu ibadetin gerçekleştirildiği kutsal bir mekândır (Ardhiati, 2013). İslam dininde farz kılınan günlük beş vakit namazın farklı mekânlarda eda edilmesi mümkün olmakla birlikte, cuma namazı cemaatle birlikte camide kılınması gereken özel bir ibadet niteliği taşımaktadır (Al-Mansoor, 2018). Bu bağlamda,

her hafta cuma namazı için Müslüman erkeklerin bir araya gelmesini gerektiren dinsel yükümlülük, mescitten daha büyük ölçekli ibadet yapılarının inşa edilmesini gerekli kılmıştır (Hillenbrand, 1985). Böylece camiler, yalnızca ibadet ihtiyacına cevap veren yapılar olmanın ötesine geçmiş; zaman içerisinde artan toplumsal, dinsel ve mekânsal gereksinimlere bağlı olarak daha geniş, daha işlevsel ve daha görkemli mimari yapılara dönüşmüştür.

Cami mimarisi de tarihsel süreç içerisinde biçimsel ve simgesel açıdan önemli bir gelişim göstermiştir. Mihrap, minber, minare ve kubbe gibi mimari unsurlar, yalnızca işlevsel bileşenler olarak değil, aynı zamanda caminin kimliğini tanımlayan ve ona simgesel anlam kazandıran temel öğeler hâline gelmiştir (Sekhri et al., 2023). Özellikle Osmanlı döneminde cami mimarisi, kubbe ve minare kompozisyonu üzerinden belirginleşmiş; büyük kubbeler ile ince ve uzun minareler bu dönemin karakteristik mimari özelliklerini oluşturmuştur. Bu süreçte kent merkezlerinde inşa edilen camiler, daha temsili ve anıtsal bir anlayışla tasarlanırken, mahalle dokusu içerisinde yer alan camiler ise çoğunlukla daha mütevazı ölçekte, sade ve yalın bir mimari yaklaşımla şekillenmiştir.

Sinop ilinde de mahalle dokusu içerisinde yer alan ve sade mimari özellikleriyle dikkat çeken güdük minareli camiler bulunmaktadır. Bu camiler, yerel ölçekte gelişen cami mimarisinin özgün örnekleri arasında değerlendirilebilir. Bu kapsamda, Sinop'taki Kefevi Camii ile Meydankapı Camii'nin fraktal boyutlarının ortaya konulması ve karşılaştırmalı olarak incelenmesi amacıyla bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

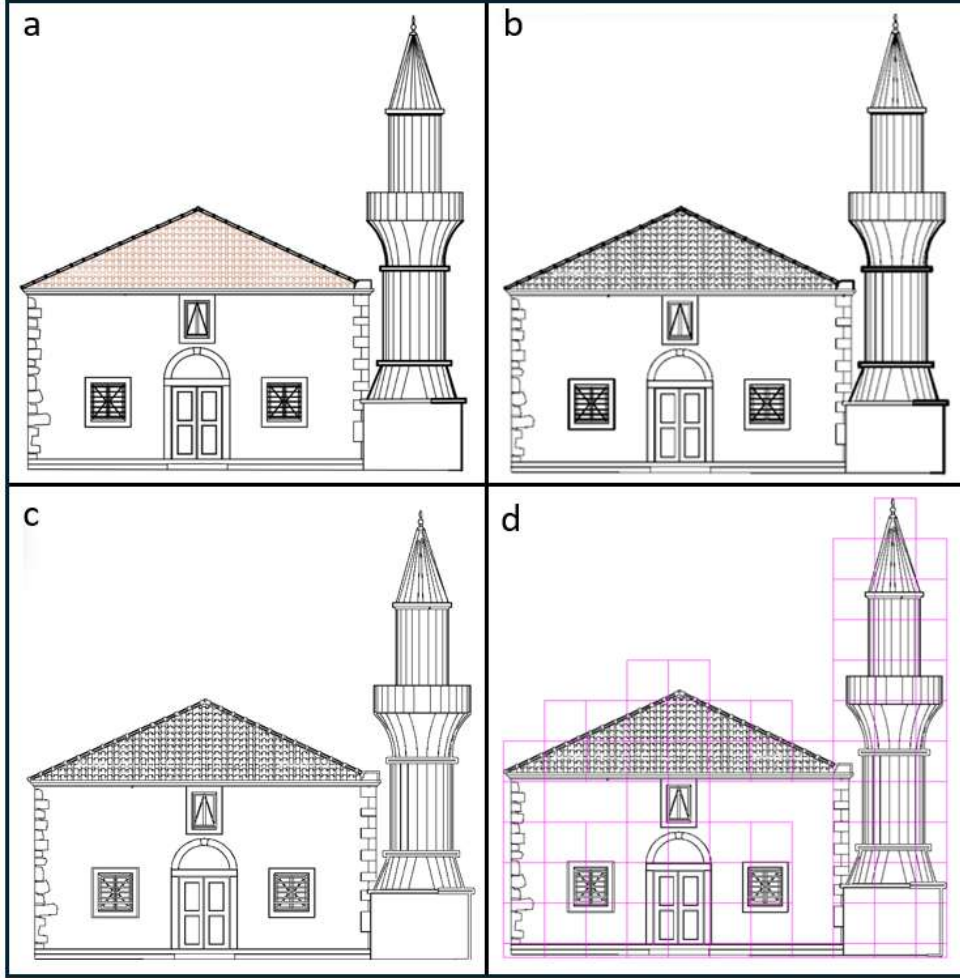
MATERYAL ve YÖNTEM

Sinop, tarihsel süreç içerisinde birçok uygarlığın egemenliği altında kalmış ve bu nedenle zengin bir kültürel ve mimari birikime sahip olmuştur. İlk yerleşimin Hititler dönemine kadar uzandığı tahmin edilen kent, sırasıyla Kimmer, Frig, Lidya, Pers, Helenistik ve Makedonya egemenliklerinden sonra MÖ 169 yılında Pontus Devleti'nin ikinci başkenti olmuştur. Daha sonraki dönemlerde Roma, Bizans, Selçuklu, Pervaneoğulları ve Candaroğulları yönetiminde kalan Sinop, 1461 yılında Fatih Sultan Mehmet tarafından Osmanlı topraklarına katılmıştır. Cumhuriyet döneminde ise 1923 yılında il statüsü kazanmıştır (Tuğlacı, 1985).

Sinop, özellikle Osmanlı döneminde yetişen yapı ustaları ve inşa edilen kale, han, hamam, cami, medrese ve çeşme gibi mimari eserler ile dikkat çeken önemli bir tarihî kenttir. Bu zengin mimari miras içerisinde camiler önemli bir yer tutmaktadır. Kentte yer alan güdük minareli camiler ise, geleneksel mahalle ölçeğinde gelişen sade ve özgün cami mimarisinin dikkat çekici örnekleri arasında değerlendirilmektedir. Bu kapsamda, çalışmada Sinop'taki Kefevi Camii ve Meydankapı Camii inceleme alanı olarak seçilmiştir.

Araştırmada, nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanıldığı bütüncül bir yöntemsel yaklaşım benimsenmiştir. Çalışmanın kuramsal çerçevesinin oluşturulması ve camilerin tipolojik özelliklerinin belirlenmesinde nitel araştırma yöntemlerinden yararlanılmış, vaziyet planı, plan, cephe ve detay ölçeklerindeki biçimsel özelliklerinin incelenmesinde ise nicel bir analiz yöntemi olan fraktal analiz kullanılmıştır. Bu kapsamda, incelenen camilerin mimari karakteristikleri farklı ölçeklerde sayısal olarak analiz edilerek karşılaştırmalı biçimde değerlendirilmiştir.

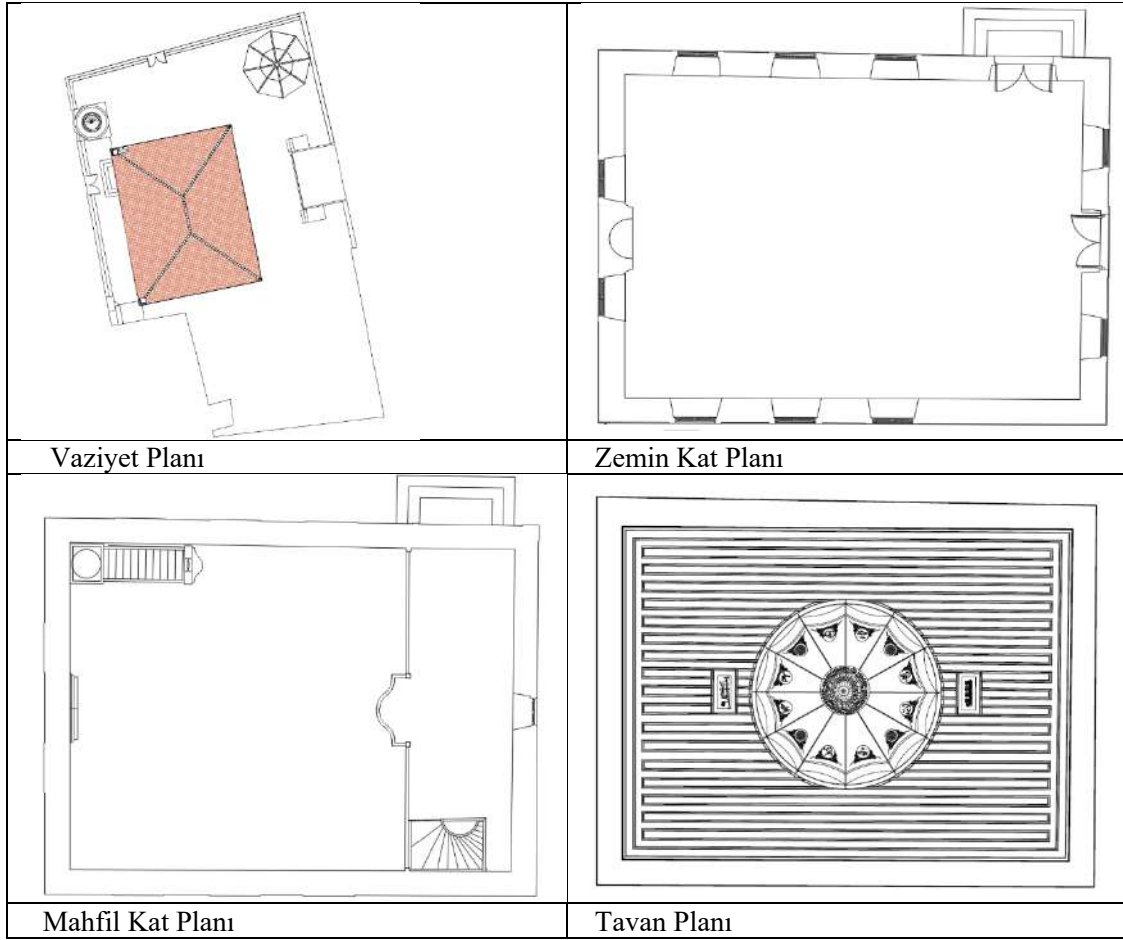
Çalışmanın ilk aşamasında, Samsun Vakıflar Bölge Müdürlüğü'nden elde edilen veriler düzenlenmiş ve analize uygun hâle getirilmiştir. İkinci aşamada ise bu görseller ikili (siyah-beyaz/binary) formata dönüştürülmüş, ardından elde edilen görüntüler kutu sayma (box-counting) yöntemini temel alan ImageJ–FracLac eklentisi aracılığıyla analiz edilmiştir (Şekil 1). Son olarak da sayısal veriler üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır.



Şekil 1. Fraktal boyut hesaplama süreci; Kuzey cephe (a), binary (siyah-beyaz) (b), outline (c), hesaplama sürecinden bir görünüm (d).

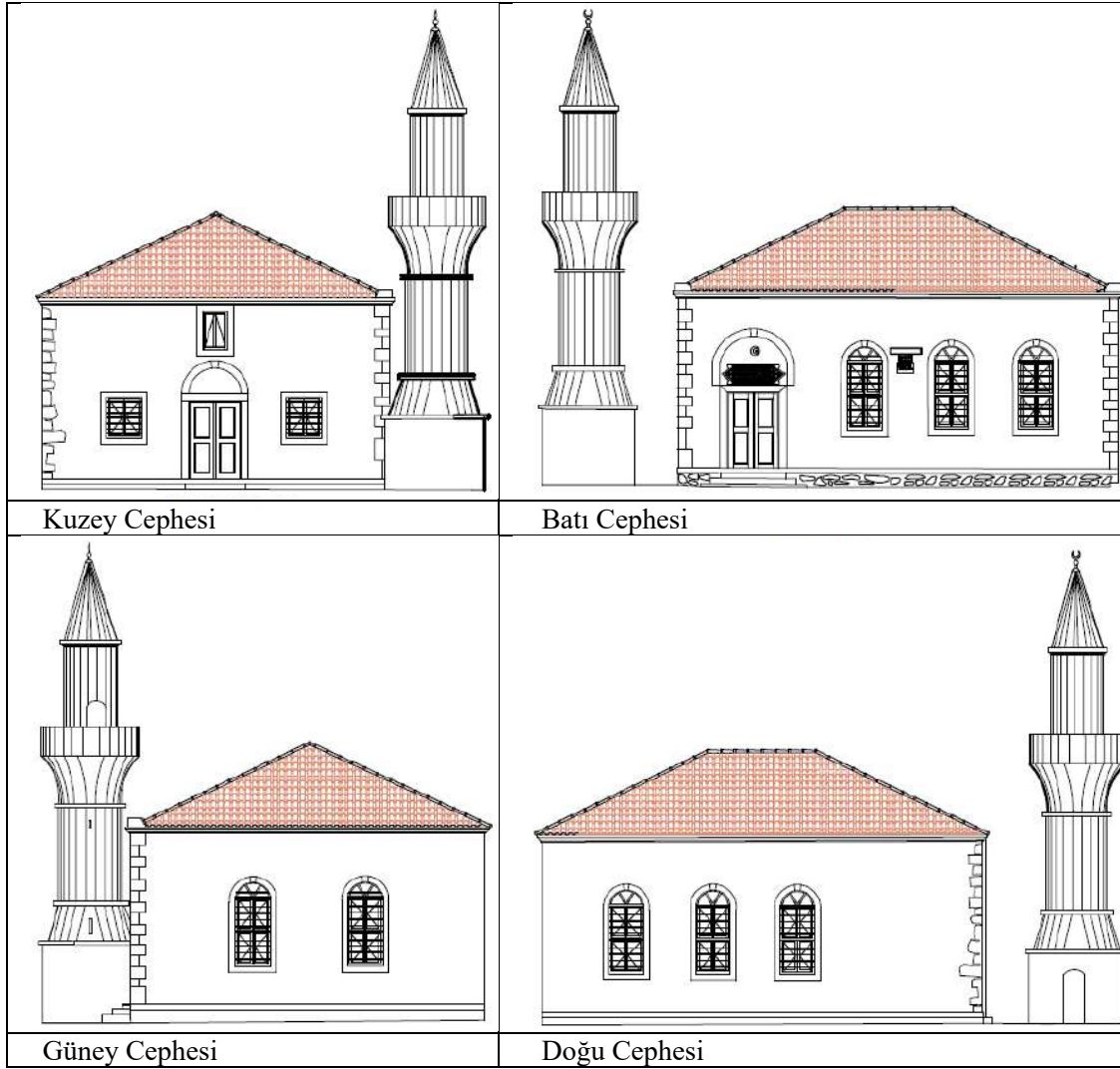
BULGULAR

Kefevi cami: Kefevi mahallesinde, Hükümet konağının doğu cephesinde yer almaktadır. 1581 yılında Mahmud Çelebiyü'l Kefevi tarafından yaptırılmış, 1312 h. – 1894 yılında Bekir Paşa tarafından yenilenmiştir. Avluda haziresi bulunan caminin kuzeybatı köşesinde tuğla örgülü, sıvalı güdük bir minaresi bulunmaktadır (Sinop Kültür Envanteri, 2013). İç mekânda harim bölümünün güneybatı köşesinde ahşap minber konumlandırılmıştır. Harimin kuzey cephesine bitişik olarak doğu-batı doğrultusunda uzanan kadınlar mahfili yer almakta, ahşap tavanın orta bölümünde ise Peygamber isimlerini içeren madalyonlar dikkat çekmektedir (Şekil 2).



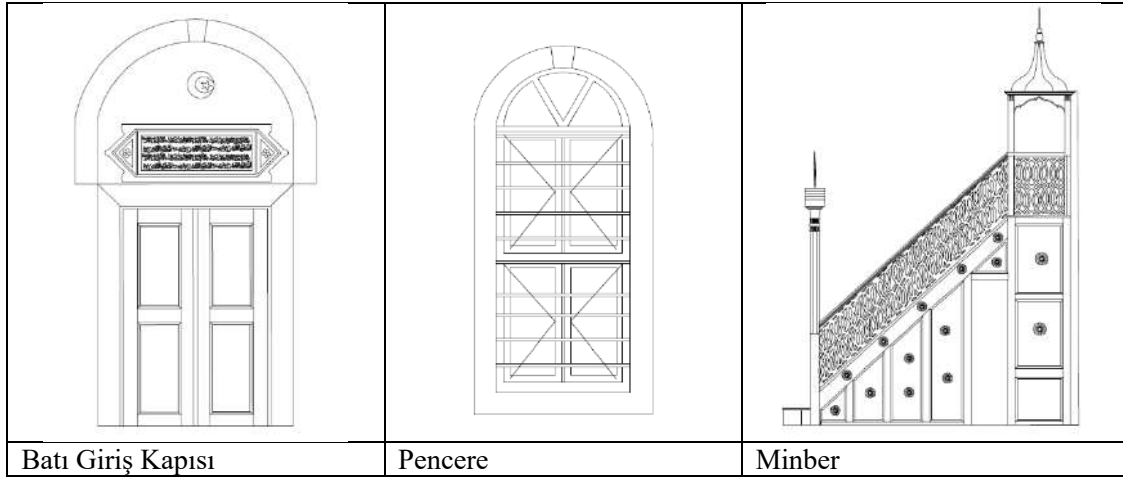
Şekil 2. Kefevi Camisinin vaziyet planı, zemin kat planı, mahfil kat planı ve tavan planı.

Yapı, alaturka kiremit kaplı kırma çatı ile örtülüdür. Duvarlarda moloz taş malzeme kullanılmış, yüzeyler sıva ile kaplanmıştır. Köşelerde tercih edilen kesme taş uygulaması ise cephelerde hem yapısal hem de görsel bir vurgu oluşturmaktadır. Dikdörtgen plan şemasına sahip caminin kuzey ve batı cephelerinde iki ana giriş bulunmaktadır. Bunun yanı sıra yapının batı ve doğu cephelerinde üçerli, kuzey ve güney cephelerinde ise ikişerli pencere yer almaktadır. Ayrıca kuzey cephede, giriş kapısının üzerinde mahfil katına ışık sağlayan ve diğer pencerelere göre daha küçük ölçekte tasarlanmış bir pencere bulunmaktadır (Şekil 3).



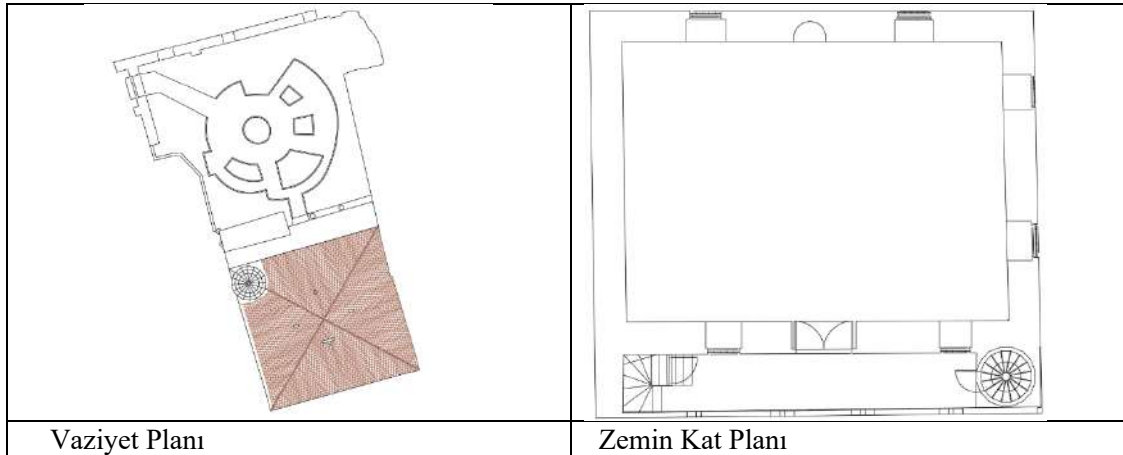
Şekil 3. Kefe Camisinin cephe görüntüleri.

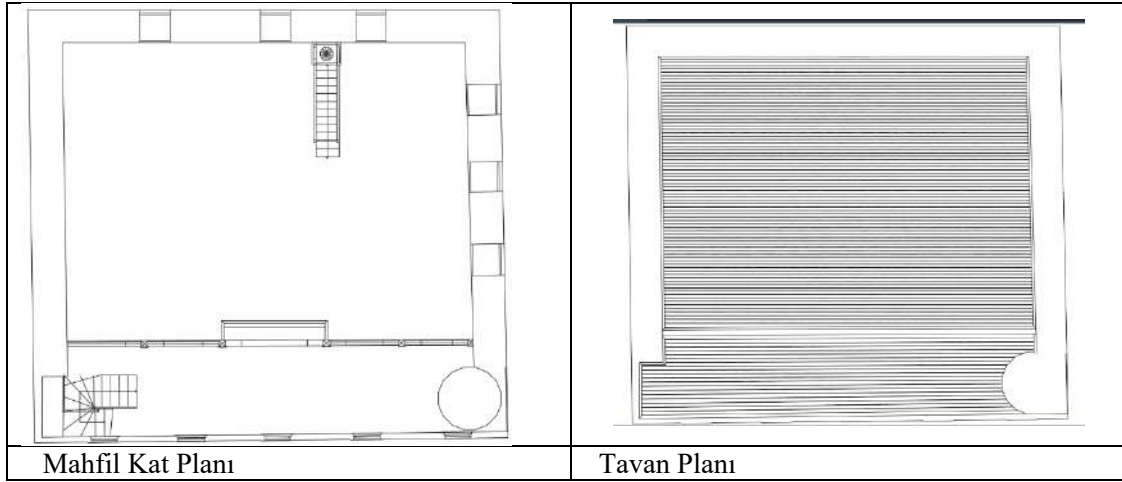
Şekil 4'te, yapının iç ve dış mimari öğelerine ait karakteristik detaylar yer almaktadır. Batı giriş kapısı, kemerli formu ve üzerindeki kitabeli düzenlemesiyle geleneksel mimari anlayışı yansıtmaktadır. Pencereler kemerli olup Minber ise bezemeli korkulukları, geometrik detayları ile öne çıkmaktadır.



Şekil 4. Kefe Camisi'ne ait batı giriş kapısı, pencere ve minber detayları.

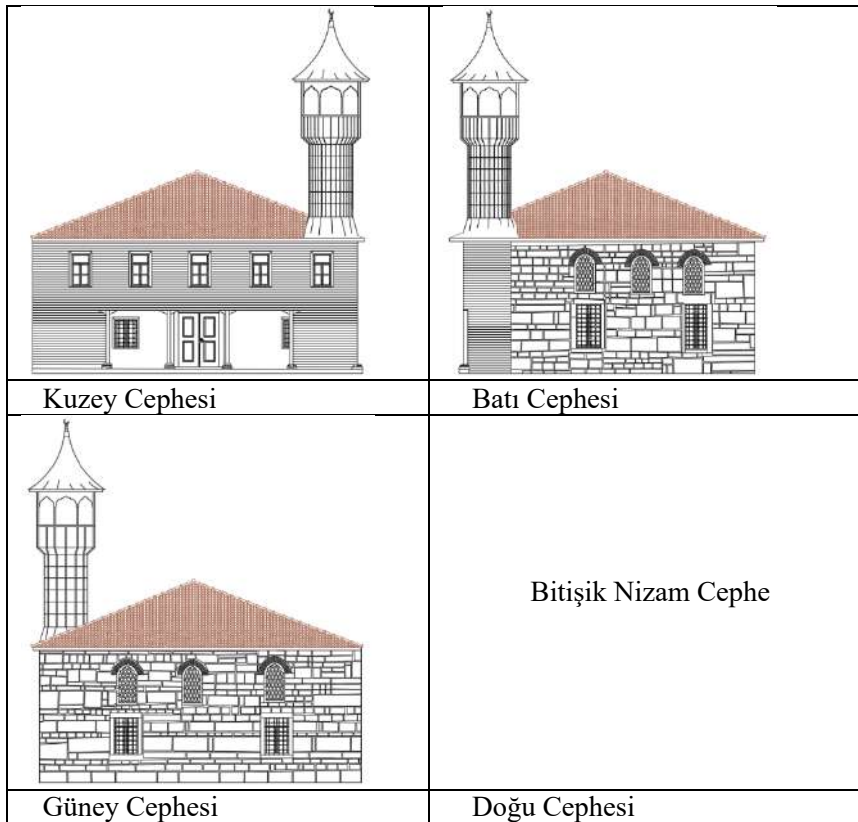
Meydankapı Cami: Meydankapı Mahallesi'nde, Sakarya Caddesi üzerinde yer alan bu camiinin kim tarafından yaptırıldığı kesin bilinmese de, vakıf kayıtlarından, en eski olarak Şeyh Ömer Efendi adına ve 1135 h. – 1722 tarihine ulaşılmaktadır. 1293 h. – 1876 yılında mutasarrıf Ahmet Kemal Paşa tarafından Kanuni Sultan Süleyman adına izafe edilmek üzere tamir ettirilmiştir. 14.20 x 12.86 metre ebatlarındaki yapının kuzeybatı köşesindeki (Sinop Kültür Envanteri, 2013) ahşap minaresi son onarımda yenilenerek gövdesi bakırla ve külah bölümü ise kurşun levhalarla kaplanmıştır. Harim kısmına caminin kuzey duvarına ekli olup son onarımda yenilenmiş olan ahşap giriş bölümünden girilir. Ahşap giriş bölümünün üst katı hanımlar mahfili olarak düzenlenmiştir. Bu giriş bölümünün sağındaki merdivenle minareye, solundaki merdivenle de üst kattaki mahfil kısmına çıkış sağlanmaktadır (Sinop İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü).





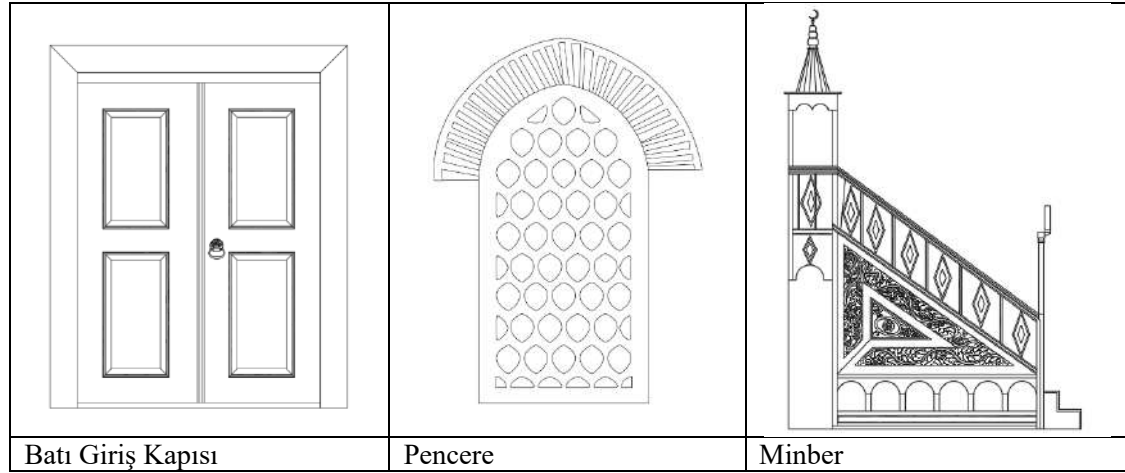
Şekil 5. Meydankapı Camisinin vaziyet planı, zemin kat planı, mahfil kat planı ve tavan planı.

Dikdörtgen plan şemasına sahip yapının ana giriş kapısı kuzey cephesinde yer almaktadır. Bu cephede bulunan alt ve üst sıra pencereler dikdörtgen formda düzenlenmiştir. Cephe yüzeyi ise ahşap kaplama ile oluşturulmuştur. Güney ve kuzey cephelerinde alt sırada dikdörtgen biçimli ikili pencereler, üst sırada ise sivri kemerli üçlü pencere düzeni görülmektedir. Kuzey ve güney cephe duvarları farklı boyutlardaki taşlarla inşa edilmiş olup bu durum cephe dokusuna hareket kazandırmaktadır. Doğu cephesi ise yanındaki yapı ile bitişik nizamda konumlanmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Meydankapı Camisinin cephe görüntüleri.

Şekil 7’de, yapının iç ve dış mekânına ait karakteristik mimari detaylar gösterilmektedir. Giriş kapısı dikdörtgen formda tasarlanmış olup sade bir düzenleme sergilemektedir. Sivri kemerli üst pencere, geleneksel mimari anlayışı yansıtan önemli bir öge olarak öne çıkmaktadır. Bunun yanı sıra mihrap da geometrik detaylar öne çıkmaktadır.



Şekil 7. Kefevi Camisi’ne ait giriş kapısı, pencere ve minber detayları.

Şekil 2, 3, 4, 5, 6 ve 7’de yapıların plan, cephe ve mimari detaylarına ilişkin karakteristik özellikler görsel ve betimsel olarak ortaya konulmuştur. Bu nitel değerlendirmelerin ardından, söz konusu öğelerin biçimsel karmaşıklık düzeyini nicel verilerle desteklemek amacıyla fraktal analiz aşamasına geçilmiştir. Bu kapsamda, her iki camiye ait vaziyet planı, plan düzenleri, cepheler ve seçilmiş mimari detaylar kutu sayma yöntemine göre analiz edilmiş; elde edilen fraktal boyut değerleri Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Kefevi ve Meydankapı Cami fraktal boyutları

Yapı bileşenleri	Kefevi Cami FD	Meydankapı Cami FD
Vaziyet Planı	1.5775	1.6167
Zemin Kat Planı	1.3949	1.3606
Mahfil Kat Planı	1.4007	1.3510
Güney Cephesi	1.5698	1.6945
Kuzey Cephesi	1.6152	1.6874
Batı Cephesi	1.6422	1.7227
Doğu cephesi	1.6095	-----
Tavan	1.6935	1.7058
Minber	1.5996	1.5871
Kapı	1.4419	1.4647
Pencere	1.4618	1.4345

TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında Kefevi Camii ile Meydankapı Camii’nin plan, cephe ve mimari detay ölçeklerindeki biçimsel özellikleri fraktal analiz yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular, aynı yapı türü içinde değerlendirilmelerine rağmen iki caminin farklı düzeylerde

mekânsal ve görsel karmaşıklık sergilediğini ortaya koymaktadır. Bu sonuç, geleneksel cami mimarisinin homojen bir karakter taşımadığını; yerel yapım anlayışı, plan kurgusu ve cephe organizasyonuna bağlı olarak çeşitlendiğini göstermektedir.

Öncelikle vaziyet planı ve plan düzeyindeki sonuçlar değerlendirildiğinde, Meydankapı Camii'nin vaziyet planı fraktal boyutunun (1.6167), Kefevi Camii'ne (1.5775) göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu bulgu, Meydankapı Camii'nin yakın çevresiyle kurduğu ilişkinin ve yerleşim kurgusunun daha karmaşık bir mekânsal organizasyon sunduğunu düşündürmektedir. Buna karşılık zemin kat ve mahfil kat planlarında Kefevi Camii'nin fraktal boyut değerlerinin Meydankapı Camii'nden daha yüksek olması, bu yapının iç mekân organizasyonunda ve plan şemasında daha belirgin bir biçimsel çeşitlilik barındırdığını göstermektedir. Özellikle Kefevi Camii'nde farklı cephelerden sağlanan girişler, pencere dağılımı ile mahfil ve minberin mekân içindeki konumlanması, plan düzeyindeki karmaşıklığın artmasında etkili olmuş olabilir. Bu bağlamda, vaziyet planında çevresel yerleşim ilişkileri öne çıkarken, plan ölçeğinde iç mekânsal kurgu ve bileşenlerin yerleşimi belirleyici olmuştur.

Cephe analizleri, iki yapı arasındaki farklılaşmanın en belirgin biçimde gözlemlendiği ölçeklerden birini oluşturmaktadır. Meydankapı Camii'nin güney, kuzey ve batı cephelerinde elde edilen fraktal boyut değerleri, Kefevi Camii'nin aynı yönlerdeki cephelerine göre daha yüksektir. Özellikle Meydankapı Camii'nin batı cephesinin 1.7227 ile çalışma kapsamındaki en yüksek cephe değerine ulaşması, bu cephenin daha yoğun bir görsel hareketlilik ve biçimsel çeşitlilik içerdiğini göstermektedir. Meydankapı Camii'nde alt ve üst sıra pencere düzenleri, sivri kemerli üst pencereler, farklı boyutlardaki taş örgü dokusu ve ahşap kaplama yüzeylerin oluşturduğu katmanlı etki, bu yüksek değeri açıklayan unsurlar arasında değerlendirilebilir. Buna karşılık Kefevi Camii cephelerinde daha düzenli, daha sakin ve daha dengeli bir kompozisyon dikkat çekmektedir. Bu durum, Kefevi Camii'nin cephe kuruluşunda daha yalın ve kontrollü bir mimari dil benimsediğini göstermektedir. Ayrıca Kefevi Camii'nde doğu cephesi için fraktal boyut değeri hesaplanabilirken, Meydankapı Camii'nde bu cephenin bitişik nizam nedeniyle analiz dışı kalması, tarihî kent dokusunda parsel ilişkileri ve bitişik yapılaşmanın mimari algıyı ve karşılaştırma imkânlarını doğrudan etkilediğini ortaya koymaktadır.

Tavan, minber, kapı ve pencere gibi mimari bileşenler birlikte değerlendirildiğinde, iki cami arasındaki biçimsel farklılaşmanın yalnızca plan ve cephe ölçeğinde değil, detay ölçeğinde de sürdüğü anlaşılmaktadır. Özellikle tavan ve minber öğelerinde elde edilen yüksek fraktal boyut değerleri, bu elemanların her iki yapıda da görsel yoğunluğu ve biçimsel karmaşıklığı artıran başlıca iç mekân bileşenleri olduğunu göstermektedir.

Buna karşılık kapı ve pencere detayları, iki cami arasında daha belirgin bir karşılaştırma zemini sunmaktadır. Fraktal analiz sonuçları, bu elemanların benzer işlevsel özellikler taşımalarına rağmen geometrik kurgu, açıklık düzeni, kemer biçimlenişi ve detay yoğunluğu bakımından farklı mimari karakterler sergilediğini ortaya koymaktadır. Bu durum, kapı ve pencerelerin yalnızca tamamlayıcı yapı elemanları olmadığını; aynı zamanda iki caminin özgün mimari kimliğini yansıtan ayırt edici bileşenler olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Sonuç olarak fraktal analiz, hem iç mekânı oluşturan bileşenlerin görsel yoğunluğunu hem de detay elemanlar üzerinden ortaya çıkan mimari farklılaşmayı sayısal olarak görünür kılmaktadır. Bu

yönüyle yöntem, plan, cephe ve detay ölçeklerinde biçimsel çeşitliliği karşılaştırmalı olarak ortaya koymada etkili bir araç olarak değerlendirilebilir.

SONUÇ

Bu çalışmada, Sinop ilinde yer alan güdük minareli camilerden Kefevi Camii ile Meydankapı Camii, fraktal analiz yöntemi kullanılarak plan, cephe ve mimari detay ölçeklerinde incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular, her iki yapının aynı yapı türü içerisinde değerlendirilmesine rağmen biçimsel karmaşıklık, mekânsal organizasyon ve mimari detay yoğunluğu açısından farklı karakterler sergilediğini ortaya koymuştur. Bu durum, geleneksel mahalle camilerinin yalnızca işlevsel açıdan değil, biçimsel açıdan da kendi içinde çeşitlilik gösterdiğini kanıtlamaktadır.

Araştırma sonuçlarına göre, Meydankapı Camii özellikle vaziyet planı ve cephe düzenlemelerinde daha yüksek fraktal boyut değerlerine ulaşarak çevresiyle kurduğu ilişki, cephe hareketliliği ve malzeme dokusu bakımından daha karmaşık bir görsel yapı ortaya koymuştur. Buna karşılık Kefevi Camii'nin plan düzeyindeki fraktal boyut değerlerinin daha yüksek olması, iç mekân organizasyonu ve yapı bileşenlerinin yerleşimi açısından daha zengin bir biçimsel kurguya sahip olduğunu göstermiştir. Böylece, iki cami arasında yalnızca genel mimari görünüş bakımından değil, farklı ölçeklerde okunan mekânsal ve görsel düzen bakımından da belirgin farklar bulunduğu anlaşılmıştır.

Çalışmada ayrıca tavan, minber, kapı ve pencere gibi mimari detayların fraktal analiz yoluyla sayısallaştırılması, geleneksel cami mimarisindeki detay yoğunluğunun nesnel biçimde değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Özellikle tavan ve minber öğelerinde elde edilen yüksek fraktal boyut değerleri, bu elemanların yapının iç mekân karakterini belirleyen önemli bileşenler olduğunu göstermektedir. Kapı ve pencere detaylarında ortaya çıkan farklılıklar ise benzer işlevlere sahip mimari elemanların farklı biçimsel kurgular üzerinden özgün mimari kimlikler üretebildiğini ortaya koymaktadır.

Bu yönüyle fraktal analiz yöntemi, tarihî cami yapılarının yalnızca estetik veya betimleyici özelliklerini değil, biçimsel karmaşıklık düzeylerini de ölçülebilir verilerle değerlendirmeyi mümkün kılmaktadır. Yöntemin sağladığı sayısal veriler, geleneksel mimari mirasın karşılaştırmalı olarak incelenmesinde, belgelenmesinde ve yorumlanmasında önemli bir katkı sunmaktadır. Özellikle yerel ölçekte gelişen ve çoğu zaman anıtsal yapılar kadar dikkat çekmeyen mahalle camilerinin mimari özgünlüğünün ortaya konulması açısından bu tür analizler değer taşımaktadır.

Sonuç olarak, Kefevi Camii ve Meydankapı Camii örneği üzerinden gerçekleştirilen bu çalışma, güdük minareli camilerin tarihî ve mimari değerinin yalnızca tipolojik özellikleriyle değil, biçimsel karmaşıklıklarıyla da değerlendirilmesi gerektiğini göstermiştir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, daha fazla sayıda cami örneğinin farklı bölgelerden seçilerek karşılaştırılması, üç boyutlu analizlerin eklenmesi ve fraktal verilerin tipoloji, dönem, malzeme ve süsleme özellikleriyle birlikte ele alınması, geleneksel cami mimarisinin daha kapsamlı biçimde anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Ardhiati, Y. (2013). The new architecture of mosque design to express the modernity of moslems. Global Advanced Research Journal of Arts and Humanities (GARJAH), 2(4), 75-78.

Al-Mansoor, N. F. (2018). Universal mosque/maşjid design. In *Transforming Our World through Design, Diversity and Education* (pp. 293-298). IOS Press. doi:10.3233/978-1-61499-923-2-293

Hillenbrand, R. (1985). The mosque in the medieval Islamic world. *Architecture in Continuity*, 1(1), 33-51.

Samsun Vakıflar Bölge Müdürlüğü Arşivi.

Sekhri, A., Assassi, A., & Mebarki, A. (2023). The Contemporary Identity of the Architectural Design in the Great Mosque of Algeria. *Dirasat: Human and Social Sciences*, 50(2), 16-28.

Sinop Kültür Envanteri (2013).

Sinop İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. <https://sinop.ktb.gov.tr/TR-74905/camiler-ve-medreseler.html>

Tuğlacı, P. 1985. Osmanlı şehirleri. Milliyet Yayınları.

THEORETICAL MODELS OF THE INTERACTION OF IONIZING RADIATION WITH COMPONENTS OF OIL SEDIMENTS (SOLID WASTE FROM OIL PIPELINES)

İYONİZE EDİCİ RADYASYONUN PETROL ÇÖKELİKLERİNİN BİLEŞENLERİYLE
ETKİLEŞİMİNİN TEORİK MODELLERİ (PETROL BORU HATLARINDAN KAYNAKLANAN
KATI ATIKLAR)

Maksim PONYAKIN

Azerbaijan State Oil and Industry University (ASOIU), Department of Environmental Chemistry,
Baku, AZERBAIJAN

ORCID: 0009-0003-1815-9044

ABSTRACT

This study aims to investigate, within theoretical models, how solid waste (scale, sludge, and sediment) accumulated in oil pipelines during processes carried out in the petroleum industry interacts with ionizing radiation. These wastes pose a radiological risk factor due to the presence of naturally occurring radioactive materials (NORM) transported from underground formations. The research focuses on determining the attenuation properties of these complex industrial wastes against ionizing radiation types such as gamma and X-rays and analyzing these interactions through mathematical simulations. From a theoretical perspective, the goal is to model fundamental radiophysical parameters such as mass attenuation coefficients, effective atomic numbers, and electron densities across a broad energy spectrum, depending on the chemical composition of sediments. The mineralogical structure and hydrocarbon content of solid deposits in pipelines have a direct effect on photoelectric events, Compton scattering, and pair formation, which are the main processes governing the interaction of radiation with matter. In this case, the interaction of density differences in sediment components on radiation absorption will be investigated theoretically. The main objective of this research is to examine the shielding properties and radiological risks of radioactive waste found in oil fields, thereby establishing a scientific basis for developing safety strategies to protect workers from radiation. Furthermore, it is expected that the theoretical knowledge gained from this study will contribute to the literature in the fields of industrial waste management and radiation physics, particularly regarding the characteristics of oil pipeline waste.

Keywords: Ionization, Radiation, Petroleum Sediment, Oil Pipeline

ÖZET

Bu çalışma, teorik modeller çerçevesinde, petrol endüstrisinde gerçekleştirilen işlemler sırasında petrol boru hatlarında biriken katı atıkların (kireç, çamur ve tortu) iyonlaştırıcı radyasyonla nasıl etkileşime girdiğini araştırmayı amaçlamaktadır. Bu atıklar, yeraltı oluşumlarından taşınan doğal radyoaktif maddelerin (NORM) varlığı nedeniyle radyolojik bir risk faktörü oluşturmaktadır. Araştırma, bu karmaşık endüstriyel atıkların gama ve X ışınları gibi iyonlaştırıcı radyasyon türlerine karşı zayıflama özelliklerini belirlemeye ve bu etkileşimleri matematiksel simülasyonlar yoluyla analiz etmeye odaklanmaktadır. Teorik açıdan amaç, sedimanların kimyasal bileşimine bağlı olarak geniş bir enerji spektrumu boyunca kütle zayıflama katsayıları, etkili atom numaraları ve elektron yoğunlukları gibi temel radyofiziksel parametreleri modellemektir. Boru hatlarındaki katı birikintilerin mineralojik yapısı ve hidrokarbon içeriği, radyasyonun maddeyle etkileşimini belirleyen ana süreçler olan fotoelektrik olaylar, Compton saçılması ve çift oluşumu üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Bu durumda, tortu bileşenlerindeki yoğunluk farklılıklarının radyasyon emilimi üzerindeki etkileşimi teorik olarak incelenecektir. Bu araştırmanın temel amacı, petrol sahalarında bulunan radyoaktif atıkların koruma özelliklerini ve radyolojik risklerini incelemek ve böylece çalışanları radyasyondan korumak için güvenlik stratejileri geliştirmek üzere bilimsel bir temel oluşturmaktır. Ayrıca, bu çalışmadan elde edilen teorik bilgilerin, özellikle petrol boru hattı atıklarının özellikleri konusunda, endüstriyel atık yönetimi ve radyasyon fiziği alanlarındaki literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar kelimeler: İyonizasyon, Radyasyon, Petrol Tortusu, Petrol Boru Hattı

KRİPTO VARLIK PİYASALARINDA YAPAY ZEKA TABANLI OTONOM VARLIK YÖNETİMİ

AI-BASED AUTONOMOUS ASSET MANAGEMENT IN CRYPTO ASSET MARKETS

Dr. Samet GÜMÜŞ

İstanbul Aydın Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü,
İstanbul, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0001-7388-1046

Dr. Eray KARASLAN

İstanbul Aydın Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü,
İstanbul, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-6344-5539

Ömer Faruk KAVAK

İstanbul Aydın Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü,
İstanbul, TÜRKİYE

ORCID: 0009-0000-1445-8408

ÖZET

Bu çalışmada, yüksek volatilitte ve belirsizliğe sahip olan kripto para piyasalarında; çeşitli stratejiler doğrultusunda alım-satım işlemleri gerçekleştiren ve al-tut stratejisinden daha iyi performans sergileyebilmeyi hedefleyen, yapay zeka tabanlı otonom bir sermaye yönetim sistemi üzerine çalışılmıştır. Proje temelde XGBoost yapay zeka algoritmasını kullanarak, geçmiş piyasadaki 5 yıllık tarihsel ve günlük periyotlardaki OHLCV verilerini analiz etmekte ve bu ham verileri, özellik mühendisliği yöntemleriyle anlamlı teknik göstergelere çevirmektedir. Ardından piyasadaki duruma göre, 0 ve 1 arasında güven skoru (olasılık) belirleyerek dinamik ve otomatik bir şekilde, al-sat işlemleri yapmaktadır. Projede eğitilen modelin güvenilirliğini test etmek amacıyla; öncelikle Monte Carlo Simülasyonları yapılarak, çeşitli olasılıklar test edilmiştir. Ancak bu simülasyonlarda elde edilen sonuçların modelin, fiyat verilerini ezberlediği şüphesi uyandırmıştır. Sonrasında ise bu soruna çözüm olması amacıyla Walk-Forward Analizi testleri yapılmıştır. Bu yapılan testler sayesinde kullanılan yapay zeka modelinin; geleceği bilmediği, sadece belirtilen analiz başlangıç tarihine kadar olan günlük verilerle eğitilerek, gerçek piyasayı simüle etmesi sağlanmıştır. Bu testler sonucunda olumlu birçok sonuç elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Makine Öğrenmesi, Veri Bilimi

ABSTRACT

This study focuses on an AI-based autonomous capital management system that performs buy-sell transactions in the highly volatile and uncertain cryptocurrency markets, aiming to outperform traditional buy-and-hold strategies. The project primarily uses the XGBoost AI algorithm to analyze OHLCV data from the past 5 years and daily periods, transforming this raw data into meaningful technical indicators using feature engineering methods. It then determines a confidence score (probability) between 0 and 1 based on market conditions, performing buy-sell transactions dynamically and automatically. To test the reliability of the trained model, Monte Carlo simulations were conducted to test various probabilities. However, the results of these simulations raised suspicions that the model had memorized price data. To address this issue, Walk-Forward analysis tests were performed. These tests demonstrated that the AI model does not know the future; it is trained only on daily data up to the specified analysis start date, thus simulating the real market. Many positive results have been obtained from these tests.

Keywords: Artificial Intelligence, Simulation, Peer Review, Data Science, Management Information Systems

A STUDY ON GENERALIZED SCREEN TRANSVERSAL CAUCHY-RIEMANN LIGHTLIKE SUBMANIFOLDS OF INDEFINITE KAEHLER MANIFOLDS

Assoc. Prof. Dr. Nergiz POYRAZ

Çukurova University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Mathematics, Adana, Türkiye

ORCID: 0000-0002-8110-712X

Prof. Dr. Mehmet Akif AKYOL

Uşak University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mathematics,
Uşak, Türkiye

ORCID: 0000-0003-2334-6955

ABSTRACT

Lightlike submanifolds of semi-Riemannian manifold have been studied by Duggal-Bejancu and Küpeli, respectively. Küpeli's approach is intrinsic while Duggal-Bejancu's approach is extrinsic. Later, they were studied by many authors. This kind of submanifolds are different than non-degenerate submanifolds. Due to the difference of lightlike submanifolds, the study of lightlike submanifolds becomes more difficult and interesting from the study of non-degenerate submanifolds. Lightlike submanifolds have been studied widely in mathematical physics. Indeed, lightlike submanifolds appear in general relativity as some smooth parts of event horizons of the Kruskal and Kerr black holes. We introduce generalized screen transversal Cauchy-Riemann lightlike submanifolds of indefinite Kaehler manifolds. We show that this new class is an umbrella of invariant (complex), screen real, SCR, radical screen transversal (ST), and ST anti-invariant lightlike submanifolds. We derive necessary and sufficient conditions under which the induced connection is metric. We investigate the integrability of various distributions and prove a characterization theorem of such lightlike submanifolds in a complex space form. We investigate the integrability of various distributions and geometry of such submanifolds. We show that there exist no totally umbilical proper generalized screen transversal Cauchy-Riemann lightlike submanifold of an indefinite complex space form $M(c)$, $c \neq 0$. Moreover, we give two examples.

Keywords: Generalized Screen Transversal Cauchy-Riemann Lightlike Submanifold, Indefinite Kaehler manifold, Lightlike submanifold, Minimal lightlike submanifold

Acknowledgement: The study is supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) with project number 123F450.

ENDOCRINE DETERMINANTS OF GENITOURINARY SYNDROME OF MENOPAUSE IN AZERBAIJANI POSTMENOPAUSAL WOMEN: A LATE-BREAKING POPULATION-SPECIFIC ANALYSIS

Kamilova N.M.,

Azerbaijan Medical University,
Department of Obstetrics and Gynecology,
Baku, Azerbaijan

N.M. Kamilova

Professor, Doctor of Medical Sciences
Azerbaijan Medical University, Department of Obstetrics and Gynecology, Baku
ORCID: 0000-0002-7443-1503

Context: Genitourinary syndrome of menopause (GSM) is a chronic estrogen-deficiency-related condition. Population-specific reproductive patterns may substantially modify endocrine trajectories of menopause and influence GSM severity. However, data from the South Caucasus region remain scarce.

Objective: To evaluate endocrine and reproductive determinants of GSM severity in postmenopausal women from Azerbaijan, a population characterized by high parity, prolonged breastfeeding, and delayed menopausal transition.

Methods: A cross-sectional observational study with a recently completed extended endocrine-clinical analysis (December 2025–January 2026) was conducted. Standardized gynecologic examination with assessment of vulvovaginal atrophy and GSM symptoms was performed. Serum estradiol, follicle-stimulating hormone (FSH), and luteinizing hormone (LH) levels were measured. Correlation and subgroup analyses focusing on reproductive burden were applied.

Patients: One hundred fifteen postmenopausal women aged 50 years and older residing in Baku, Republic of Azerbaijan, were included in the study.

Intervention: None (observational study).

Primary outcome: Severity of GSM and vulvovaginal atrophy in relation to endocrine parameters and cumulative reproductive history.

Results: GSM symptoms were identified in 92.2% of participants. Severe GSM was significantly more frequent in women aged ≥ 61 years. Estradiol levels showed a strong inverse correlation with GSM severity ($r = -0.62$, $p < 0.001$), while duration of postmenopause demonstrated a direct association ($r = 0.60$, $p < 0.001$). Recently completed subgroup analysis revealed that high parity and prolonged breastfeeding, characteristic of the Azerbaijani population, were associated with more severe postmenopausal GSM despite later onset of menopause, suggesting accelerated vulvovaginal atrophy following sustained estrogen deprivation.

Conclusions: In Azerbaijani women, cumulative reproductive burden acts as a key endocrine modifier of GSM severity. High parity and prolonged lactation may delay menopausal transition but predispose to more pronounced GSM manifestations in the postmenopausal period. These late-breaking findings emphasize the importance of population-adapted, endocrine-oriented approaches to GSM assessment and management.

MULTI-PATHWAY MODULATION OF MAPK, PI3K/AKT, and NF- κ B SIGNALING BY POLYHERBAL EXTRACTS: A PROMISING THERAPEUTIC STRATEGY FOR MYOCARDIAL INFARCTION MANAGEMENT

Srijani DASGUPTA^{1,2}, Dr. Manik GHOSH^{1*}

¹Department of Pharmaceutical Sciences and Technology, Birla Institute of Technology, Mesra,
Ranchi, Jharkhand-835215

²Department of Pharmaceutical Sciences, Jharkhand Rai University, Ranchi-834010

ABSTRACT

Myocardial infarction (MI) remains a leading cause of global morbidity and mortality and represents a critical manifestation of cardiovascular disease. Prolonged ischemia leads to irreversible cardiomyocyte death, resulting in adverse remodeling and eventual heart failure. Despite advances in acute interventions, existing therapies inadequately address the complex molecular mechanisms underlying post-MI injury. Key signaling pathways, including phosphoinositide 3-kinase/protein kinase B (PI3K/Akt), mitogen-activated protein kinases (MAPKs), and nuclear factor-kappa B (NF- κ B), regulate inflammation, apoptosis, oxidative stress, and tissue repair. Dysregulation of these pathways significantly contributes to myocardial damage and remodeling. However, pharmacological agents targeting these molecular cascades have shown limited clinical success due to nonspecific actions and adverse effects. Polyherbal formulations derived from traditional systems such as Ayurveda have emerged as promising multi-target therapeutic strategies. These formulations contain diverse bioactive phytoconstituents, including flavonoids, saponins, and terpenoids, which exhibit antioxidant, anti-inflammatory, and anti-apoptotic properties. Medicinal plants such as *Terminalia arjuna*, *Withania somnifera*, and *Tinospora cordifolia* have demonstrated cardioprotective effects in experimental models by improving cardiac function and reducing myocardial injury. Synergistic interactions among combined herbs may enhance efficacy while minimizing toxicity. Overall, polyherbal strategies offer a holistic approach to modulating key signalling pathways involved in MI progression.

Keywords: Myocardial Infarction, PI3K/Akt Signaling, MAPK and NF- κ B Pathways, Polyherbal Formulations, Cardioprotection

THERMODYNAMIC COOPERATIVITY AS A GOVERNING FACTOR OF METAL MOBILITY IN NATURAL AND ENGINEERED AQUEOUS SYSTEMS

Dr. Natalia BOLOCAN

ORCID: 0000-0002-1876-9091

Oxana SPINU

ORCID: 0000-0002-3166-1931

Dr. hab. Igor POVAR

ORCID: 0000-0003-2536-6706

Moldova State University, Institute of Chemistry, Chisinau, Republic of Moldova

ABSTRACT

Understanding and predicting metal mobility in natural and engineered waters remains a central challenge in environmental chemistry and water treatment. While multiligand systems often display apparent “synergistic” behavior, the underlying mechanisms are frequently interpreted empirically rather than within a rigorous thermodynamic framework. This study develops an applied thermodynamic methodology for identifying genuine cooperative effects based on Gibbs-energy non-additivity and equilibrium speciation analysis. The approach is demonstrated using the heterogeneous FeOOH–desferrioxamine B–oxalate system, which represents a realistic analogue of iron mobilization processes occurring in soils, sediments, and wastewater matrices. Equilibrium modeling that integrates mineral dissolution, hydrolysis, binary complexation, and ternary species formation reveals that amplified metal release arises only within the stability domain of mixed ligand complexes. Introduction of an auxiliary ligand induces a marked reorganization of speciation, shifting the system from additive behavior toward cooperative stabilization and enhanced dissolved-metal fractions. Cooperativity is quantified using a synergy coefficient that compares ternary-system responses with cumulative binary contributions. Values exceeding unity confirm that true amplification originates from collective thermodynamic stabilization rather than kinetic artifacts. Importantly, the results indicate that authentic chemical synergy is intrinsically linked to heterogeneous environments where interfacial organization enables formation of multicomponent species inaccessible in homogeneous solutions. By translating cooperative thermodynamics into measurable descriptors, the proposed framework provides a practical tool for predicting metal mobility and guiding environmental process design. The methodology is transferable to diverse systems relevant to geochemistry, water treatment, and resource recovery, where controlled manipulation of multiligand interactions can improve both risk assessment and remediation strategies.

Keywords: Metal mobility, Environmental thermodynamics, Multiligand systems, Cooperative effects, Speciation modeling

THERMODYNAMIC PREDICTION OF SYNERGISM AND ANTAGONISM IN MULTICOMPONENT LIQUID–LIQUID EXTRACTION SYSTEMS

Dr. Natalia BOLOCAN

ORCID: 0000-0002-1876-9091

Oxana SPINU

ORCID: 0000-0002-3166-1931

Dr. hab. Igor POVAR

ORCID: 0000-0003-2536-6706

Moldova State University, Institute of Chemistry, Chisinau, Republic of Moldova

ABSTRACT

Liquid–liquid extraction remains a cornerstone technology in hydrometallurgy, rare earth separation, and environmental remediation. Despite decades of empirical optimization, the quantitative thermodynamic prediction of synergistic and antagonistic effects in mixed-ligand systems remains insufficiently resolved. Our study develops a rigorous thermodynamic framework for forecasting synergism and antagonism in heterogeneous two-phase systems based exclusively on tabulated equilibrium constants. The approach introduces a Generalized Reaction Equation (*GRE*) that integrates all simultaneous equilibria occurring in both aqueous and organic phases, including hydrolysis, complexation, ion pairing, and adduct formation. Unlike conventional extraction models that treat reactions independently, the *GRE* employs variable stoichiometric coefficients expressed through partial molar fractions, enabling a unified description of multicomponent equilibria. A thermodynamically grounded synergistic coefficient (*SC*) is formulated to quantify non-additive behavior directly from equilibrium distributions. The methodology is validated using representative Zn^{2+} –*HTTA*–*TBP* systems in benzene with and without inorganic anions (*Cl*⁻, *SCN*⁻). Calculations demonstrate that synergism arises when ternary mixed complexes dominate the organic phase, whereas antagonism emerges from competing equilibria such as ion-pair stabilization or ligand–ligand interactions. A key result is that antagonism does not occur in the absence of neutral-ligand complexation, challenging common empirical assumptions. Sensitivity analysis confirms that *SC* is strongly dependent on pH and ligand ratios, providing a predictive tool for identifying optimal extraction windows. The framework enables pre-screening of ligand combinations, rational extractant design, and process optimization using only standard thermodynamic data. The proposed methodology is transferable to other heterogeneous chemical systems where cooperative or competitive interactions govern phase partitioning.

Keywords: Liquid–liquid extraction, Thermodynamic modeling, Synergistic coefficient, Generalized reaction equation, Multicomponent equilibria.

THE EVOLVING DYNAMICS OF ORAL SQUAMOUS CELL CARCINOMA (OSCC) DRIVEN TISSUE REMODELING FROM TUMOR ONSET TO THERAPY: THE DARK SIDE

Asad Ullah¹

Muhammad Muddassir Ali²

¹Department of Pathology, University of Veterinary and Animal Sciences, Lahore 54000, Pakistan.

²Institute of Biochemistry and Biotechnology, University of Veterinary and Animal Sciences, Lahore 54000, Pakistan.

ABSTRACT

Oral Squamous Cell Carcinoma (OSCC) creates a disparity in tissue remodeling dynamics that significantly alters extracellular matrix (ECM) and stroma into a self-reinforcing environment that promotes tumor invasion, metastasis and recurrence despite surgical and therapeutic interventions. OSCC hijacks the oral mucosa and reshapes stroma by scavenging various growth factors (TGF- β , EDF etc.), chemokines (IL-6, IL-10, IL-22 and IL-8), chemokines (CXC2, CCL2, 5 and 8) and angiogenic factors (VEGF, EGF, FGF etc.) released for the purpose of tissue repair. Additionally, various mechanisms, employed by tumor cells, including MMPs-driven basement membrane (BM) degradation, LOX-mediated ECM stiffness, laminin-collagen remodeling, cancer associated fibroblasts (CAFs) heterogeneity at tumor invasive ends, lower tumor infiltrating lymphocytic (TIL) ratio, predominance of tumor associated macrophages (TAMs), pro-inflammatory repertoire and immune checkpoint mediated immune exhaustion modulate stromal microenvironment and have been extensively discussed in this review. Furthermore, interventions in the form of surgery or therapy can also promote tumor recurrence and adaptive resistance despite their life-saving status. Surgical resectioning triggers platelet-mediated growth-factor release, acute-to-chronic inflammatory transitioning via macrophage polarization, and cytokine-rich microenvironments that can enable residual tumor cell survival even at histologically negative margins. Radiotherapeutic intervention can lead to radiation induced fibrosis (RIF), genomic instability, aberrant MMP and CAF secretion and vascular refraction whereas, chemotherapy causes immunosuppression, oxidative stress, mitochondrial injury and cellular senescence that may either enhance antitumor immunity or facilitate immune escape. Furthermore, adaptive resistance to PD/PD-L1 blockade due elevated IFN- γ and TNF- α dependent TGF- β^{high} myCAF, post-translational modification of PD-1/PDL1 and CCL2, CXCL5 and CXCL8 derived M2 macrophages induce compromised anti-tumor immunity, immune exhaustion and therapy failure. Integrating these molecular and stromal determinants offers critical opportunities for precision medicine and development of stromal-targeted therapeutic strategies.

Keywords: Oral Squamous Cell Carcinoma (OSCC), Tissue remodeling, Tumor microenvironment, Tissue repair, Surgery, chemotherapy, radiotherapy and immune-mediated check point therapy.

MINERALOGICAL AND MICROSTRUCTURAL EVALUATION OF NIGERIAN CLAY DEPOSITS FOR CERAMIC CAPACITOR APPLICATIONS

C. M. Ugbaja*, K. B. Okeoma, C. A. Madu, O. K. Echendu, and S. O. Ajayi

Federal University of Technology Owerri, Nigeria

ABSTRACT

This study presents a thorough mineralogical, microstructural, thermal, physicochemical, and plasticity assessment of three clay deposits from Ndikpa, Ugwuagbada in Anambra State, Amaeke Umuaku Isuochi, and Amuda Isuochi in Abia State (Samples A, B, and C, respectively). X-ray diffraction (XRD), X-ray fluorescence (XRF), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), thermogravimetric/differential thermal analysis (TGA/DTA), scanning electron microscopy (SEM), and Atterberg limit tests were among the characterization methods used. Origin 2024 was used to analyze the XRD results. The Scherrer and Williamson-Hall models were used to assess structural factors such as crystallite size, microstrain, and dislocation density. High crystallinity, large crystallite size (~182 nm), and low lattice strain are characteristics of Sample C (Amuda Isuochi clay deposit). The findings show that the samples differ significantly in terms of oxide concentration, phase composition, plasticity behavior, and crystallite size. High silica, SiO₂ (66.38 wt%) and alumina, Al₂O₃ (25.65 wt%) contents with low iron impurities (2.99%), enhanced crystallinity, little shrinkage, and favorable thermal stability were all present in the clay from the Amuda Isuochi deposit (Sample C), indicating superior suitability for dielectric ceramic fabrication. This study revealed technological potential of indigenous clay resources for advanced electronic applications and the researchers recommend beneficiation and controlled sintering for capacitor production.

Keywords: XRD; Microstructure; Dielectric materials; Nigerian clay; Clay minerals; Ceramic capacitors.

STROKEGUARD AI: A LIGHTWEIGHT MULTIMODEL FRAMEWORK FOR EARLY STROKE RISK DETECTION USING FACIAL AND VOICE BIOMARKS

**Gopinath N [1]* , Inbarajan M [2] , Yogeshwaran M , Balaji K [4] , Goventhan E [5] , Dr. Nixon
Samuel Vijayakumar [6].**

[1,2,3,4,5] UG Scholars & [6] Professor , Department of Science and Humanities, R.M.K Engineering
College , Kavaraipettai.

ABSTRACT

Stroke is a leading cause of mortality worldwide due to delayed detection of early symptoms. Subtle facial asymmetry and mild speech disturbances often appear before severe neurological damage but remain unnoticed. This study presents StrokeGuard AI, a lightweight multimodal system for early stroke risk screening using facial landmark analysis and speech signal processing. Facial asymmetry indices and acoustic features such as MFCC and pitch variation are extracted and classified using a supervised machine learning model. Results demonstrate promising accuracy, supporting the feasibility of a portable, non-invasive, and cost-effective AIbased preventive screening tool.

KEYWORDS: Early Stroke Risk Detection, Artificial Intelligence, Machine Learning, Multimodal Biomarkers, Facial Landmark Analysis, Speech Signal Processing, Acoustic Feature Extraction, MFCC, Computer Vision, Preventive Healthcare Technology

Corresponding Author:

GOPINATH N

Research Scholar, Department of Science and Humanities, R.M.K Engineering College

SUSTAINABLE MATERIALS FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION

Nadia AKRAM

Department of Chemistry, Government College University Faisalabad, Faisalabad 38000, Pakistan

ABSTRACT

The escalating global demand for polymers underscores the urgent need for sustainable, readily accessible materials to mitigate environmental pollution. Conventional petrochemical-based polymers, such as polyvinyl chloride (PVC), persist as non-biodegradable waste, driving research into green modifications. This study presents the synthesis and comprehensive characterization of cornstarch (CS)-incorporated PVC bioplastics as viable, eco-friendly substitutes. PVC (MW = 48,000 g/mol) was blended with CS via in situ polymerization to produce 25 bioplastic samples, alongside neat PVC controls. Films of varying thicknesses (0.1, 0.2, 0.3, 0.5, and 1.0 mm) were prepared, each doped with CS concentrations from 1 to 5 wt%. Structural analysis via Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy confirmed successful CS integration, revealing characteristic polysaccharide peaks alongside PVC backbone vibrations.

Thermogravimetric analysis (TGA) indicated a three-stage degradation profile, with enhanced thermal stability up to 250 °C for CS-modified films compared to pure PVC. Dynamic mechanical analysis (DMA) highlighted optimal performance at 3 wt% CS, yielding a storage modulus (E') of 1.660 MPa and $\tan \delta$ of 0.50, signifying improved mechanical integrity. Swelling tests in water demonstrated induced hydrophilicity, with up to 4% swelling, facilitating controlled degradation. These CS-PVC bioplastics exhibit balanced thermal, mechanical, and hydrophilic properties, positioning them as promising, biodegradable alternatives to conventional polymers for packaging and textiles. Future work will explore biodegradation kinetics and scale-up for industrial applications.

Key Words: Bioplastics; Cornstarch; PVC modification; Thermal stability; Dynamic mechanical analysis

STRUCTURE-BASED DRUG REPURPOSING TO INHIBIT THE DNA GYRASE OF MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS

Balasubramani G L¹, Rinky Rajput¹, Manish Gupta¹, Pradeep Dahiya², Jitendra K Thakur², Rakesh Bhatnagar³ and Abhinav Grover¹

¹School of Biotechnology, Jawaharlal Nehru University, New Delhi - 110067.

²National Institute of Plant Genome Research, Aruna Asaf Ali Marg, New Delhi.

³Banaras Hindu University, Banaras, Uttar Pradesh-221005, India

ABSTRACT

Short Introduction:

Drug repurposing is an alternative avenue for identifying new drugs to treat tuberculosis (TB). Although TB can be cured with anti-tubercular drugs, the emergence of multidrug-resistant and extensively drug-resistant strains of *Mycobacterium tuberculosis* H37Rv (Mtb), as well as the significant death toll globally, necessitate the development of effective drugs to treat TB.

Experiments and Key result findings:

In this study, drug repurposing approach was employed to address this drug resistance problem by screening drugbank database to identify novel inhibitors of the Mtb target enzyme, DNA gyrase. The compounds were screened against the ATPase domain of gyrase B subunit (MtbGyrB47), and the docking results showed Echinacoside, Doxorubicin, Epirubicin, and Idarubicin possess high binding affinities against MtbGyrB47. Comprehensive assessment using fluorescence spectroscopy, SPR, and CD titration studies revealed that Echinacoside as a potent binder against MtbGyrB47. Further, ATPase, and DNA supercoiling assays exhibited IC₅₀ values of 2.1-4.7 μ M for Echinacoside, Doxorubicin, Epirubicin, and Idarubicin. Among these compounds, the least MIC₉₀ of 6.3 μ M and 12 μ M were observed for Epirubicin and Echinacoside, respectively. Hence, our findings indicate that Echinacoside and Epirubicin target mycobacterial DNA gyrase, inhibit its catalytic cycle, and retard mycobacterium growth. Further these compounds exhibits potential scaffolds for optimizing novel anti-mycobacterial agents that can act on drug-resistant strains.

References:

1. Agrawal A, Roué M, Spitzfaden C, Petrella S, Aubry A, Hann M, Bax B, Mayer C. *Biochem J.* 2013 Dec 1;456(2):263-73.
2. Stanger F V, Dehio C, Schirmer T. *PLoS One.* 2014 Sep 9; 9 (9):e107289. doi: 10.1371/journal.pone.0107289.

GEOMETRIC CONTROL OF THERMODYNAMIC AND NEGATIVE HEAT CAPACITY IN NANOSTRUCTURED MATERIALS

Marija Radmilović-Radjenović, Branislav Radjenović, Bojana Bokić, Darko Vasiljević, and Branko Kolaric

Photonics Center, Institute of Physics, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia;

ABSTRACT

Challenging conventional thermodynamic limits, this study establishes geometry as a critical control parameter for nanostructured materials. By orchestrating convective, conductive, and radiative heat transfer within bio-inspired architectures, we achieve unprecedented thermal and optical precision. Notably, we report the emergence of negative heat capacity driven solely by structural patterning. This work decouples thermal performance from chemical composition, offering a robust framework for designing exotic thermodynamic states. Consequently, geometry emerges not merely as a physical attribute, but as a tunable variable for on-demand manipulation of heat capacity in advanced nanomaterials.

Keywords: thermodynamic response, negative heat capacity, natural photonics, biophotonics, optics.

Authors acknowledge that this research was supported by the EUROPEAN INNOVATION COUNCIL AND SMES EXECUTIVE: EIC Pathfinder Challenges 2022 call through the Research Grant 101115149 (project ARTEMIS).

HERBAL REMEDIES FOR GASTROINTESTINAL DISORDERS AND THEIR EVIDENCE-BASED APPLICATIONS

Adeniran, Deborah Adeola

Department of Plant Biology, University of Ilorin, Nigeria

ABSTRACT

Digestive diseases, such as ulcers, diarrhea, and poor appetite, affect many people around the world. Before modern hospitals were developed, people used plants to treat these illnesses. This traditional knowledge has been shared from one generation to another for many years. Today, scientific experiments confirm many of the health benefits that traditional healers discovered long ago. This review shows that herbal medicine can be helpful when it is carefully tested and properly used. By combining traditional plant knowledge with modern science, herbal treatments can improve digestive health and support better healthcare for people of all ages, helping to achieve **Sustainable Development Goal 3**, which focuses on good health and well-being.

Keywords: Ethnobotany, Herbal formulation, Gastrointestinal disorder, Bioactive compound

THE EFFECTS OF MELATONIN IN ENHANCING DROUGHT TOLERANCE IN PLANTS

Ansek BALOGOU

Department of plant Biology, University of Ilorin, Nigeria

ABSTRACT

Drought is one important abiotic stressor that severely limits plant growth and development as well as agricultural yield. In addition to disrupting physiological processes including photosynthesis, water intake, and hormone homeostasis, it causes oxidative damage by producing an excessive amount of reactive oxygen species (ROS). Plants have evolved defense mechanisms including osmotic adjustment and antioxidant enzyme activity to mitigate these effects. Yet these mechanisms are often insufficient under prolonged or severe water deficit. The multipurpose indoleamine melatonin (N-acetyl-5-methoxytryptamine) is found in all plant tissues and has emerged as a potent modulator of plant stress tolerance. A strong antioxidant, melatonin scavenges reactive oxygen species (ROS), enhances photosynthetic efficiency, stabilizes cellular membranes, delays the senescence of leaves, and controls the synthesis and signalling of phytohormones. Its exogenous application improves root growth, shoot development, and overall plant performance under drought stress. This review thoroughly examines melatonin's involvement in enhancing drought resistance, highlighting its effects on antioxidant defense, osmotic management, photosynthetic protection, growth modulation, and hormone connections. Understanding the processes underlying melatonin-mediated drought tolerance is beneficial for sustainable agriculture as well as the development of stress-resilient crops.

Keywords: Drought stress, Reactive oxygen species (ROS), Melatonin, Antioxidant defence system, Agricultural yield.

EFFECT OF GRAPHENE POWDER ON THE PROPERTIES OF SELF-COMPACTING MORTAR

Benyahia Amar¹, Benyahia Abdessetar²

¹Civil Engineering department, University of Saad Dahlab Blida 1, Algeria

Orcid id: <https://orcid.org/0000-0001-6404-0173>

² Department of architecture and urbanism, University of Constantine 3 Salah Boubnider, Algeria

Abstract

This study examines the effects of graphene incorporation on the properties of self-compacting mortars (SCMs), specifically their fluidity, water absorption, compressive strength, flexural strength, and drying shrinkage. Four different mixes (M0, M1, M2, and M3) were prepared with varying graphene contents. The results showed that adding graphene significantly improved workability, as evidenced by increased slump and reduced flow time, indicating improved fluidity and easier application. The water absorption of the mortars also decreased with the addition of graphene, suggesting increased impermeability and reduced porosity. In terms of mechanical strength, graphene incorporation significantly improved both compressive and flexural strength. The M3 mixture (0.03% graphene) achieved a compressive strength of 45 MPa and a flexural strength of 7 MPa at 28 days. Finally, drying shrinkage was effectively reduced thanks to the inclusion of graphene, with the M3 mixture exhibiting the lowest shrinkage at 0.24 mm/m at 28 days. The findings suggest that an optimum graphene content of 0.03% by weight of binder provides significant improvements in the performance of self-compacting mortar, offering a **cost-effective**, sustainable, and high-performance material for modern construction applications.

Keywords: Self compacting mortar, Graphene, Compressive strength.

Özet

Bu çalışma, grafen ilavesinin kendiliğinden sıkışan harçların (SCM) özelliklerine, özellikle akışkanlıklarına, su emme oranlarına, basınç dayanımına, eğilme dayanımına ve kuruma büzülmesine etkilerini incelemektedir. Değişken grafen içeriğine sahip dört farklı karışım (M0, M1, M2 ve M3) hazırlanmıştır. Sonuçlar, grafen ilavesinin, artan çökme ve azalan akış süresi ile kanıtlandığı gibi, işlenebilirliği önemli ölçüde iyileştirdiğini, bunun da akışkanlığı ve daha kolay uygulamayı gösterdiğini ortaya koymuştur. Harçların su emme oranı da grafen ilavesiyle azalmış, bu da geçirimsizliğin arttığını ve gözenekliliğin azaldığını göstermektedir. Mekanik dayanım açısından, grafen ilavesi hem basınç hem de eğilme dayanımını önemli ölçüde iyileştirmiştir. M3 karışımı (%0,03 grafen), 28 günde 45 MPa basınç dayanımı ve 7 MPa eğilme dayanımı elde etmiştir. Son olarak, grafen ilavesi sayesinde kuruma büzülmesi etkili bir şekilde azaltıldı ve M3 karışımı 28 günde 0,24 mm/m ile en düşük büzülme gösterdi. Bulgular, bağlayıcının ağırlığına göre %0,03'lük optimum grafen içeriğinin, kendiliğinden sıkışan harcın performansında önemli iyileştirmeler sağladığını ve modern inşaat uygulamaları için uygun maliyetli, dayanıklı ve yüksek performanslı bir malzeme sunduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kendiliğinden sıkışan harç, Grafen, Basınç dayanımı.

Introduction

Self-compacting concrete (SCC) has gained significant attention in recent years due to its superior workability, reduced labor requirements, and ability to flow under its own weight, filling intricate molds and spaces without the need for vibration. SCC has become a popular choice in the construction industry, particularly in situations where complex geometries and high reinforcement densities are present ^{1,2}.

However, despite its advantages, the production of SCC often involves the use of various additives and materials to enhance its rheological properties and mechanical performance. One such material that has recently garnered interest is graphene, a two-dimensional carbon allotrope known for its exceptional strength, conductivity, and ability to enhance the properties of concrete and mortar. Numerous studies have explored the incorporation of graphene and its derivatives into cementitious materials, revealing that even small amounts can significantly improve both the compressive and flexural strengths, as well as reduce drying shrinkage. Graphene has been shown to enhance the microstructure of cementitious materials by improving particle bonding, reducing porosity, and increasing the density of the material³⁻⁵. This results in stronger, more durable concrete that is capable of performing better under various stress conditions. Additionally, graphene’s nano-structural properties contribute to improved crack resistance, making it a promising additive for self-compacting concrete (SCC). However, the widespread adoption of graphene in construction materials faces challenges, particularly in the form of waste management. The production of graphene, especially when it is synthesized in large quantities for industrial use, can result in significant waste. Improper disposal of this waste graphene can lead to environmental pollution due to its non-biodegradable nature and potential toxicity to aquatic and terrestrial ecosystems. To mitigate this issue, there has been growing interest in the reuse of waste graphene in concrete and mortar applications. By recycling and incorporating waste graphene into SCC, not only can the harmful environmental impacts be reduced, but it can also enhance the properties of the final product, creating a more sustainable and eco-friendly material^{6,7}. The aim of this study is to investigate the effects of graphene incorporation on the properties of self-compacting mortar (SCM), focusing on compressive strength, flexural strength, and drying shrinkage. The study aims to determine the optimal percentage of graphene for improving the performance of SCC, while also addressing the environmental impact of graphene waste by exploring its potential for reuse in mortar applications.

Materials used

The CEMI 42.5 was used to formulate all mixtures with a fineness of 370m²/kg and density of 3.06. The natural pozzolan used to prepare the SCM comes from Bouhamidi, a volcanic region. Its apparent density is 2.3 g/cm³ and its specific surface area is approximately 420 m²/kg. Graphene powder, with an apparent density of 0.5 to 1.0 g/cm³ and a high specific surface area of 400 m²/kg, serves as an additional additive in cementitious materials. Its incorporation improves the mechanical and rheological properties of the self-compacting concrete. A high-performance water-reducing superplasticizer, based on polycarboxylic ether (PCE), was used to significantly improve the workability and mechanical performance of the geopolymer mortars. Local sand with a particle size of less than 1 mm was used as fine aggregate in the mix. Polypropylene (PP) fibers have been added to improve certain performance parameters, such as ductility.

Experimental

Material used

The experimental program for self-compacting mortars was conducted in two stages. In the first stage, the fresh properties were evaluated by measuring the workability by using a slump flow and flow time in accordance to the EFNARC specifications.

In the second stage, the water absorption (at 28d), flexural and compressive strength (at 2,7, and 28 days), and drying shrinkage (at 1,2,7,and 28 days) of the mortar mixes were assessed.

Mixtures detail

Table 1-Mixture formulations

Mix Id	Cement (kg/m ³)	Pozzolana (kg/m ³)	Graphene		Sand (kg/m ³)	Binder	Water (kg/m ³)	Water/Binder	SP	
			(kg/m ³)	%					(kg/m ³)	%

M0	248	62	2.48	0.01	1665	310	124	0.4	5.27	1.7
M1	248	62	4.96	0.02	1665	310	124	0.4	5.27	1.7
M2	248	62	7.44	0.03	1665	310	124	0.4	5.27	1.7
M3	248	62	9.92	0.04	1665	310	124	0.4	5.27	1.7

*Binder : Cement+Natural pozzolana

*SP : Superplasticizer

* CEM 1 42.5

Results and discussions

Slump flow and flow time

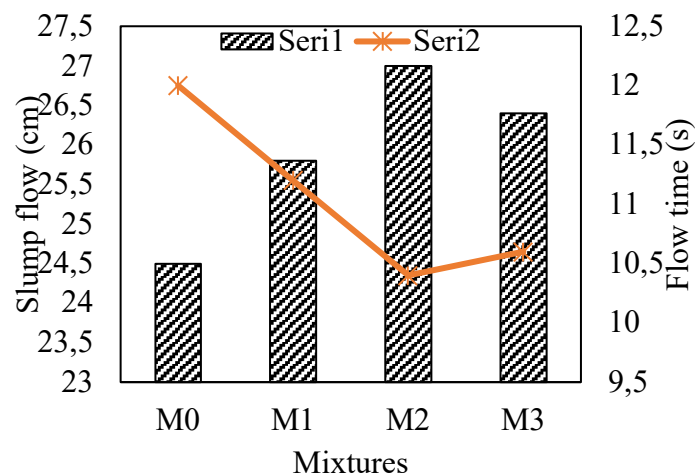


Fig. 1 Mini slump flow and flow time evolution of mortars

Figure 1 shows the evolution of slump flow of self-compacting mortar mixes containing graphene (0.01–0.04%). From the figure, it can be seen that the incorporation of graphene initially improves the flowability of the mixes. Compared to the control mix (M0), the slump flow increased from 24.5 cm to 27.0 cm for the mix containing 0.03% graphene (M2), indicating enhanced particle dispersion and better lubrication of the cementitious matrix. However, further increasing the graphene content to 0.04% (M3) led to a slight reduction in slump flow to 26.5 cm, suggesting that excessive graphene can increase the viscosity of the mix⁸. Based on these results, the optimum graphene content for maximizing flowability is 0.03% of the binder. Overall, the maximum observed increase in slump flow compared to the control is approximately 10.2%, while the highest content tested (0.04%) still shows a net improvement of 8.2% over the control, demonstrating that small additions of graphene can significantly enhance self-compacting properties without compromising workability. In addition, Figure 3 shows the evolution of flow time of self-compacting mortar mixes containing graphene (0.01–0.04%). From the figure, it can be seen that the incorporation of graphene generally reduces the flow time compared to the control mix (M0), indicating improved fluidity and faster self-leveling. The mix with 0.03% graphene (M2) exhibited the shortest flow time of 10.2 seconds, reflecting optimal dispersion and the lubricating effect of graphene within the mortar matrix. Increasing the graphene content to 0.04% (M3) slightly increased the flow time to 10.5 seconds, suggesting that excessive graphene can marginally increase viscosity⁹. Therefore, the optimum graphene content for minimizing flow time is 0.03%, which results in a reduction of approximately 15% compared to the control mix, confirming that small additions of graphene enhance the self-compacting performance of the mortar.

Coefficient of water absorption

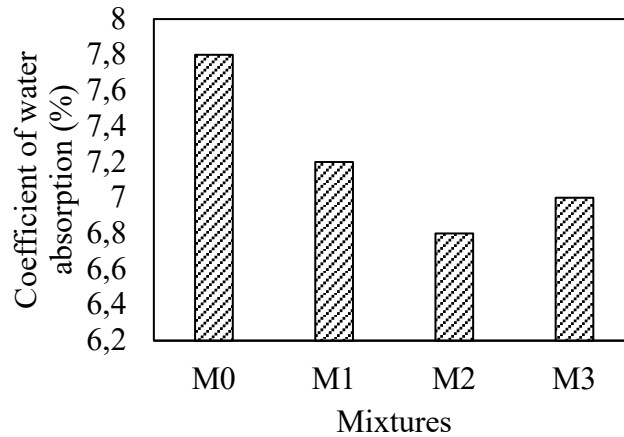


Fig. 2 Coefficient of water absorption of mortars

Figure 2 shows the coefficient of water absorption of self-compacting mortar mixes containing graphene (0.01–0.04%) after 28 days of curing and 24 hours of immersion. From the figure, it can be seen that the incorporation of graphene generally reduces water absorption compared to the control mix (M0), indicating a denser and less porous microstructure. The mix with 0.03% graphene (M2) exhibited the lowest water absorption of 6.8%, reflecting improved particle packing and enhanced bonding within the cementitious matrix. Increasing the graphene content to 0.04% (M3) slightly increased water absorption to 6.9%, suggesting minor graphene agglomeration at higher dosages. Therefore, the optimum graphene content for minimizing water absorption is 0.03%, which results in a reduction of approximately 13% compared to the control mix, demonstrating that small additions of graphene improve the durability of self-compacting mortar⁸.

Compressive and flexural strength



Fig. 3 Compressive strength of mortars

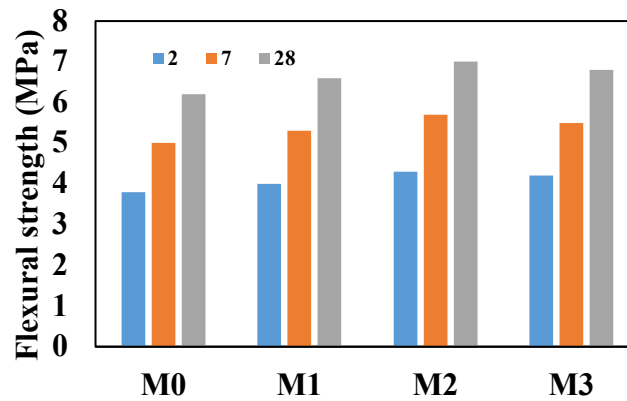


Fig. 4 Flexural strength of mortars

Figures 3 and 4 shows the 28-day compressive and flexural strength of self-compacting mortar mixes containing graphene (0.01–0.04%). From the figure, it can be seen that the incorporation of graphene significantly enhances the long-term strength of the mortar. The mix with 0.03% graphene (M2) exhibited the highest 28-day compressive strength of 43 MPa and flexural strength of 7.0 MPa, representing an increase of approximately 13% compared to the control mix (M0). This improvement is attributed to the enhanced microstructure resulting from graphene's nano-reinforcing effect, which promotes better particle packing, reduces porosity, and improves cement particle bonding, leading to higher density and crack resistance¹⁰. Increasing the graphene content to 0.04% (M3) resulted in a slight reduction in strength (42.5 MPa compressive, 6.9 MPa flexural), suggesting minor graphene agglomeration at higher dosages. Therefore, the optimum graphene content for maximizing 28-day mechanical performance is 0.03%, confirming that small additions of graphene improve both the strength and durability of self-compacting mortar.

Drying shrinkage

Figure 5 shows the evolution of drying shrinkage of self-compacting mortar mixes containing graphene (0.01–0.04%) at 1, 2, 7, and 28 days. From the figure, it can be seen that the incorporation of graphene generally reduces drying shrinkage compared to the control mix (M0), indicating a denser and more stable microstructure. The mix with 0.03% graphene (M2) exhibited the lowest drying shrinkage of 0.165% at 28 days, reflecting improved particle packing, reduced porosity, and enhanced bonding within the cementitious matrix⁹. Increasing the graphene content to 0.04% (M3) slightly increased shrinkage to 0.170%, suggesting minor agglomeration at higher dosages. Therefore, the optimum graphene content for minimizing drying shrinkage is 0.03%, resulting in a reduction of approximately 17.5% compared to the control mix. These results confirm that small additions of graphene improve the dimensional stability and durability of self-compacting mortar by refining its microstructure.

Conclusion

Based on the experimental results, the following conclusions can be drawn regarding the effect of graphene on self-compacting mortar (SCM):

- Small additions of graphene (up to 0.03%) improve fresh properties.
- Optimum workability observed at 0.03% graphene, with slump flow increased by 10% and flow time reduced by 15% compared to the control mix.
- Water absorption decreased by 13% and drying shrinkage by 17.5% at 28 days for the mix containing 0.03% graphene.

- Improvements are attributed to the nano-reinforcing effect of graphene, which enhances particle packing, reduces porosity, and increases crack resistance.
- Both compressive and flexural strengths improved at all ages.
- Maximum 28-day compressive strength (43 MPa) and flexural strength (7.0 MPa) achieved at 0.03% graphene (13% improvement over control).
- The optimum dosage for maximizing fresh and hardened properties is 0.03% of binder weight. Higher dosages (0.04%) may slightly reduce performance due to graphene agglomeration.

References

- 1- Concrete, S. C. (2005). The European guidelines for self-compacting concrete. *BIBM*, et al, 22, 563.
- 2- Lone, S. S., Gupta, M., & Mehta, G. (2016). Comparative study of nano-silica induced mortar, concrete and self-compacting concrete—a review. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(44), 1-7.
- 3-Krystek, M., Ciesielski, A., & Samorì, P. (2021). Graphene-based cementitious composites: toward next-generation construction technologies. *Advanced Functional Materials*, 31(27), 2101887.
- 4-Jagadeep, K., Dhevasenaa, P. R., Sivagamasundari, R., & Jodhi, C. (2024). Durability Characteristics and Microstructure Analysis of Zeolite and Graphene Oxide induced Self-Compacting Concrete: An Experimental Study. *Engineering Journal*, 28(12), 41-55.
- 5-Influence of Graphene Oxide (GO) and Fly Ash (FA) on the workability and mechanical properties of self-compacting concrete
- 6- Bahmei, F., Bahramifar, N., Ghasemi, S., Younesi, H., & Weil, M. (2025). Comparison of environmental impacts in the production of graphene from biomass waste and the Hummers' method. *Journal of Cleaner Production*, 497, 145145.
- 7- Balqis, N., Mohamed Jan, B., Simon Cornelis Metselaar, H., Sidek, A., Kenanakis, G., & Ikram, R. (2023). An overview of recycling wastes into graphene derivatives using microwave synthesis; trends and prospects. *Materials*, 16(10), 3726.
- 8- Abdulkadir, I., Mohammed, B. S., Ali, M. O. A., & Liew, M. S. (2022). Effects of graphene oxide and crumb rubber on the fresh properties of self-compacting engineered cementitious composite using response surface methodology. *Materials*, 15(7), 2519.
- 9- Kumar, B. N., Abhilash, B., CH, N. K., & Pavan, S. (2021). Effect of nano materials on performance characteristics of high strength self compacting concrete. *Nanonext*, 2(2), 26-35.
- 10-Jagadeep, K., Dhevasenaa, P. R., Sivagamasundari, R., & Jodhi, C. (2024). Durability Characteristics and Microstructure Analysis of Zeolite and Graphene Oxide induced Self-Compacting Concrete: An Experimental Study. *Engineering Journal*, 28(12), 41-55.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE ASSISTED DETECTION OF WATER CONTAMINANTS USING SMART SENSOR SYSTEMS

R MUTHU RAMYA R, NANDHINI B L, NANDHITHA B, NETHRHA A B, Dr. M. MEENA

R.M.K. Engineering College, Tiruvallur District, Tamil Nadu, India

Abstract

Water contamination remains a major global concern, particularly in regions affected by industrial discharge and agricultural runoff. This study proposes the integration of artificial intelligence with smart chemical sensor systems for rapid and accurate detection of water pollutants. The project involves the development of sensor platforms capable of detecting key contaminants such as heavy metals, pH variations, and organic pollutants. Artificial intelligence algorithms will be employed to analyze sensor data, improve detection accuracy, and enable predictive monitoring of water quality. Experimental studies will evaluate sensor sensitivity, response time, and reliability under varying environmental conditions. The integration of AI-based data analysis is expected to enhance early warning capabilities and reduce manual monitoring limitations. The proposed system offers a low-cost, real-time water quality monitoring solution suitable for environmental surveillance and smart city applications. This work highlights the potential of combining materials chemistry with digital technologies to address critical environmental challenges.

Keywords: Artificial Intelligence, Water Quality Monitoring, Smart Sensors, Environmental Detection, Predictive Analysis

BRONCHIAL WALL REMODELING IN ASTHMA

Adriana GRIGORAS

Grigore T. Popa University of Medicine and Pharmacy Iasi, Romania

Introduction

Asthma is a significant health problem, with an increasing prevalence in many countries, affecting more than 262 million persons all over the world. The pathologic features of asthma include the bronchial wall remodeling, as the result of the chronic inflammatory process located in the lamina propria. Despite the current progress registered in bronchial asthma diagnosis, the most accurate data is still provided by the microscopic exam of the bronchial biopsies. The aim of this study is to report the pathological features of the bronchial wall remodeling in asthma patients from our files.

Material and methods

The study group was composed of 38 asthmatic patients with different stages of severity diagnosed in the Specialty Ambulatory of the Pneumology Clinic Hospital of Iasi, Romania. The biopsy specimens harvested by bronchoscopy have been processed by paraffin-embedding, followed by Hematoxylin-Eosin and by immunohistochemistry, using Ki-67. All the results have been statistical analyzed, using SPSS 25 software.

Results

The microscopical examination revealed a variable bronchial wall thickening due to smooth muscle hypertrophy, mainly in uncontrolled or partially controlled asthma. A glandular hypertrophy has been also observed in severe forms of asthma, while a near-normal glandular areas have been observed in well-controlled asthma cases. The statistical analysis demonstrated a strong association between muscle mass ($p < 0.01$) or between the glandular area hypertrophy ($p = 0.01$) and asthma severity. Additionally, the linear regression analysis showed an inverse correlation between FEV1 values and the muscular and glandular hypertrophy.

Conclusions

Current data on asthma microscopy remain relatively limited, mainly because bronchoscopy is not a routine procedure in the evaluation of asthmatic disease. Microscopic examination in asthma patients reveals complex pathological mechanisms involved in bronchial remodeling. These processes can be further clarified through deeper investigation of their characteristic molecular features.

LOJİSTİK FAALİYETLERDE YAPAY ZEKA TABANLI ROTA OPTİMİZASYONU**AI-BASED ROUTE OPTIMIZATION IN LOGISTICS OPERATIONS****Dr. Samet GÜMÜŞ**

İstanbul Aydın Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü,
İstanbul, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0001-7388-1046

Dr. Eray KARASLAN

İstanbul Aydın Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü,
İstanbul, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-6344-5539

Muhammed Enes BEŞİNCİ

İstanbul Aydın Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü,
İstanbul, TÜRKİYE

ORCID: 0009-0003-3431-0904

ÖZET

Lojistik yönetimde rekabet avantajı sağlamak için doğru rota planlaması ve varış süresi tahmini kritik öneme sahiptir. Geleneksel yöntemler (Dijkstra) sadece mesafe odaklı statik çözümler sunduğundan, hava durumu ve trafik gibi dinamik değişkenleri göz ardı etmektedir. Bu çalışmanın amacı, Karadeniz Bölgesi'ndeki lojistik faaliyetler için yapay zeka tabanlı, dinamik ve hata payı düşük bir rota optimizasyon modeli geliştirmektir. Çalışma yöntemi, Karadeniz Bölgesi'nde bulunan 5 il (Ordu-Giresun-Trabzon-Rize-Gümüşhane-Erzurum) ile trafik ve yol verileri incelenmiştir. Toplanan veri ile Open-Meteo API üzerinden çekilen hava durumu verisi, zaman odaklı trafik katsayıları ile genişletilmiştir. Tahminleme modeli olarak 3 farklı algoritma yöntemi (Random Forest Regressor-Linear Regression-XGBoost) kullanılmıştır. Yapılan test sonuçları ve bulgularında, R^2 başarı oranı, MAE ortalama hatanın minimum değeri, Random Forest Regressor modelinde en başarılı şekilde çıkmıştır. Ayrıca hava durumu ve trafiğin süreyi %30 değerinde etkilediği tespit edilmiştir. Sonuç olarak model, loistik faaliyetlerde belirsizlik azaltmak ve stratejik avantajı destekleyen sonuçlar vermiştir. Rota optimizasyonu dinamik, daha güvenilir ve ölçülebilir hale gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Lojistik Yönetimi, Lojistik Faliyetler, Makine Öğrenmesi, Rota Optimizasyonu, Dijkstra Algoritması

ABSTRACT

Accurate route planning and time-of-arrival estimation are critical for gaining a competitive advantage in logistics management. Traditional methods (Dijkstra) only offer static, distance-focused solutions, ignoring dynamic variables such as weather and traffic. The aim of this study is to develop an AI-based, dynamic, and low-error route optimization model for logistics activities in the Black Sea Region. The study method involves examining traffic and road data from 5 provinces in the Black Sea Region (Ordu, Giresun, Trabzon, Rize, Gümüşhane, and Erzurum). The collected data was expanded with weather data extracted from the Open-Meteo API and time-oriented traffic coefficients. Three different algorithm methods (Random Forest Regressor, Linear Regression, and XGBoost) were used as the estimation model. The test results and findings show that the R^2 success rate and the minimum mean error of MAE were achieved most successfully with the Random Forest Regressor model. Furthermore, it was determined that weather and traffic affected the estimated time by 30%. In conclusion, the model has yielded results that reduce uncertainty in logistics operations and support strategic advantage. Route optimization has become dynamic, more reliable, and measurable.

Keywords: Logistics Management, Logistics Operations, Machine Learning, Route Optimization Dijkstra Algorithm

SUSTAINABLE DESIGN APPROACH in RELIGIOUS ARCHITECTURE: THE CASE of ALI KUŞÇU MOSQUE

Res. Assist. Nisa Nur GÖKSEL

Mimar Sinan Fine Arts University, Faculty of Architecture, Department of Interior Architecture,
Istanbul, Türkiye

ORCID: 0000-0001-5932-6548

Researcher / Ph.D Cand. Laura CORMIO

Polytechnic University of Marche, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering and
Mathematical Sciences, Ancona, Italy; University of Foggia, Faculty of Humanities. Literature,
Cultural Heritage, Education Sciences, Department of Education Sciences, Foggia, Italy

ORCID: 0009-0003-4458-8387

ABSTRACT

The increasing environmental impact of the construction sector has made sustainable design principles a central concern in contemporary architecture. While sustainability has been widely discussed in residential, commercial, and public buildings, its integration into religious architecture remains relatively limited. This study aims to examine the sustainable design strategies implemented in Ali Kuşçu Mosque, one of the rare LEED-certified mosques in Türkiye. The research adopts a qualitative case study methodology and evaluates the building within the framework of LEED criteria, focusing on energy efficiency, water conservation, material selection, and indoor environmental quality. The mosque demonstrates a compact mass organization that minimizes energy loss and supports thermal performance. Natural daylight utilization plays a significant role in reducing artificial lighting demand, while energy-efficient mechanical and lighting systems contribute to overall performance optimization. Water-saving fixtures and environmentally responsible material choices further enhance the building's sustainability profile. Additionally, the integration of passive design strategies strengthens the environmental responsiveness of the structure without compromising its spiritual and functional requirements.

The findings indicate that sustainable design principles can be effectively incorporated into contemporary mosque architecture. Ali Kuşçu Mosque serves as a significant example demonstrating that environmental responsibility and religious architectural identity can coexist harmoniously. The study contributes to the growing discourse on sustainable religious buildings and provides a reference for future mosque designs in similar climatic and cultural contexts.

Keywords: Sustainable Architecture, LEED Certification, Mosque Design, Green Building, Case Study.

INTRODUCTION

The construction sector significantly impacts the environment due to its high energy consumption and intensive use of natural resources. In recent decades, sustainable architecture has emerged as a critical approach to mitigate these environmental impacts. Green building certification systems, such as LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), provide standardized guidelines for designing

environmentally responsible and resource-efficient buildings. As a result, sustainable design strategies are increasingly being incorporated across various building typologies, including religious architecture.

Sustainable architecture encompasses design approaches that minimize environmental impact while promoting energy efficiency, resource conservation, and occupant well-being (Kibert, 2016; Vale & Vale, 1991). Key principles of sustainable architecture include:

- Efficient energy use and the implementation of passive design strategies
- Responsible utilization of materials and natural resources
- Integration of environmental and climatic considerations into the design process (Szokolay, 2014; Hegger et al., 2008)

Architectural design plays a pivotal role in reducing environmental impacts through resource-efficient planning and environmentally responsive strategies (Hegger et al., 2008; Kibert, 2016). A growing body of academic research highlights the importance of green building certification systems in evaluating and enhancing the environmental performance of buildings (Sipahi & Tavşan, 2026). Several voluntary certification systems are widely employed internationally, including:

- GBC (Green Building Challenge)
- LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)
- BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)
- GREENSTAR (developed by the Australian Green Building Council based on LEED and BREEAM criteria)
- BEES (Building for Environmental and Economic Sustainability)
- SBTool (Sustainable Building Tool, Canada)
- ECO-QUANTUM (simulation-based model)
- ECOPROFILE (for existing office buildings)
- LCAid (life-cycle analysis-based tool)
- CASBEE (certification developed with government support in Japan)

Among these, LEED is one of the most widely adopted green building certification systems worldwide (Erten et al., 2009). Established by the U.S. Green Building Council in 1998, LEED evaluates buildings according to their environmental performance and sustainability strategies (Tavşan et al., 2021; USGBC, 2021; Kibert, 2016). LEED certification is a comprehensive process spanning from the design phase to construction completion and assesses buildings across several categories, including sustainable sites, water efficiency, energy and atmosphere, materials and resources, indoor environmental quality, innovation in design, and local priorities. Buildings are awarded different certification levels (Certified, Silver, Gold, or Platinum) based on their accumulated points.

The LEED certification process incentivizes architects and engineers to implement environmentally responsible design strategies that enhance energy efficiency, reduce resource consumption, and improve overall environmental performance (Kats, 2010; Kibert, 2016). In this context, the present study examines the sustainable design strategies employed in Ali Kuşçu Mosque, one of the rare mosques in Türkiye that has achieved LEED certification.

LITERATURE REVIEW

Today, while the concepts of ecology and sustainable building are discussed across many building types such as housing, educational buildings, museums, and offices, mosques as religious structures remain relatively limited in the literature (Arslan, 2019). When the literature on sustainable mosque design is

examined, it is observed that religious buildings are addressed within a multidimensional design approach that goes beyond being merely places of worship, meeting the needs of Muslim communities, using natural resources efficiently, minimizing environmental impacts, and supporting social development (Baharudin & İsmail, 2014). Sustainable mosque design integrates environmental protection, energy efficiency, and ecological balance within religious architecture (Yu et al., 2025). In this context, sustainable mosque design presents a holistic approach that brings together environmental, social, and economic dimensions (Khashaba, 2019). The process of making existing mosque buildings sustainable and the design and construction of new sustainable mosques involve different requirements; therefore, this study focuses particularly on mosques that are designed in accordance with sustainability principles from the conceptual stage onwards.

In sustainable mosque design, reducing energy and water consumption is among the primary objectives, and accordingly, both passive and active design strategies are widely employed. Façade designs and spatial organization decisions that maximize natural lighting and natural ventilation significantly reduce the need for artificial lighting and mechanical air conditioning. In this context, the reinterpretation of traditional architectural elements is also noteworthy. For example, minarets can be utilized as “wind catchers” to facilitate natural air circulation (Khashaba, 2019). In addition, renewable energy is generated through photovoltaic (PV) panels integrated into the roofs, thereby improving the energy performance of buildings. Water efficiency is also an important component of sustainable mosque design. Especially, the reuse of water used in ablution areas presents significant potential. In this context, greywater recycling systems make it possible to filter and reuse water in toilets or landscape irrigation. Furthermore, rainwater harvesting systems allow water collected from roofs to be stored and used for cleaning and irrigation purposes (Danish et al., 2023). All these strategies contribute to the conservation of water resources.

Material selection also plays a significant role within the context of sustainability. The preference for materials with low carbon footprints that are compatible with local climatic conditions and cultural context contributes both to the reduction of environmental impacts and to strengthening the contextual integration of buildings (Danish et al., 2023). In addition, in sustainable mosque architecture, building form is considered not only as an aesthetic element but also as a design input that directly affects environmental performance. The positioning and shaping of buildings in accordance with solar movement and prevailing wind directions enable the control of heat gain and loss (Azmi and Kandar, 2019). Within this framework, in sustainable mosque design, excessive monumentality is avoided, and spatial solutions that are more human-scaled, energy-efficient, and focused on user comfort are preferred. Semi-open spaces, corridors, and verandas are designed not only as circulation areas but also as spaces that provide opportunities for social interaction and flexible use during periods of intensive use. In addition, significant energy savings can be achieved through zoning strategies, such as heating or cooling only specific areas during periods of low usage of the mosque. Sustainable mosques function not only as places of worship but also as centers for education, social solidarity, and cultural interaction. These structures are designed as accessible and inclusive spaces open to different segments of society, offering a welcoming environment for both Muslim and non-Muslim users (Sobri et al., 2021). In this respect, mosques are considered an important component of sustainable urban life and a spatial instrument of social integration. In the evaluation and certification of sustainable mosques, various green building certification systems are used. Among these systems are international certification systems such as LEED (USA), BREEAM (UK), GBI (Malaysia), and Green Mark (Singapore), each of which has different evaluation criteria (Azmi and Kandar, 2019). Among these systems, LEED stands out as one of the most widely used and internationally recognized systems for evaluating and certifying the environmental performance of mosque buildings.

In conclusion, sustainable mosque design presents a holistic approach that aligns with the Islamic principle of “avoiding waste,” aiming to conserve natural resources while ensuring energy and water efficiency and promoting social benefit. This approach contributes significantly to the literature on sustainable architecture by aiming to produce environmentally compatible, user-oriented, and multifunctional spaces.

METHODOLOGY

This study adopts a qualitative research approach based on a case study methodology, which is widely used in architectural research to enable an in-depth analysis of specific buildings within their real-life context (Yin, 2004). Qualitative research methods are particularly effective in exploring complex design processes and contextual relationships, allowing for an interpretive understanding of architectural phenomena (Creswell, 2014). Within this framework, the case study method enables a comprehensive examination of architectural design decisions and environmental performance through the use of multiple data sources.

The research process began with a comprehensive literature review on sustainable architecture, green building certification systems, and sustainable mosque design in order to establish the theoretical framework of the study. Following this, the case study was determined through a purposeful sampling strategy, which allows for the selection of information-rich cases that are most relevant to the research objectives (Creswell, 2014). Although the number of green-certified mosques worldwide remains limited, several examples can be identified, including Masdar City Mosque, KAUST Campus Mosque, Msheireb Mosque, Khalifa Mosque, Estidama Mosque, and Ali Kuşçu Mosque (Fig. 1).

Project Name	Certification Date	LEED Certification Type	Level	Points	Country
Ali Kuşçu Mosque	2021	LEED v4 BD+C: New Construction	GOLD	62	TURKIYE
Masdar City Mosque	2025	LEED BD+C: New Constructionv4 - LEED v4	PLATINUM	89	UAE
Estidama Mosque	2024	LEED BD+C: New Constructionv4 - LEED v4	PLATINUM	90	UAE
KAUST RP Mosque	2017	LEED BD+C: New Constructionv3 - LEED 2009	SILVER	55	SAUDI ARABIA
Khalifa Mosque	2016	LEED BD+C: New Constructionv3 - LEED 2009	CERTIFIED	41	UAE
Msheireb Mosque	2016	LEED BD+C: New Construction v3 - LEED 2009	GOLD	71	QATAR

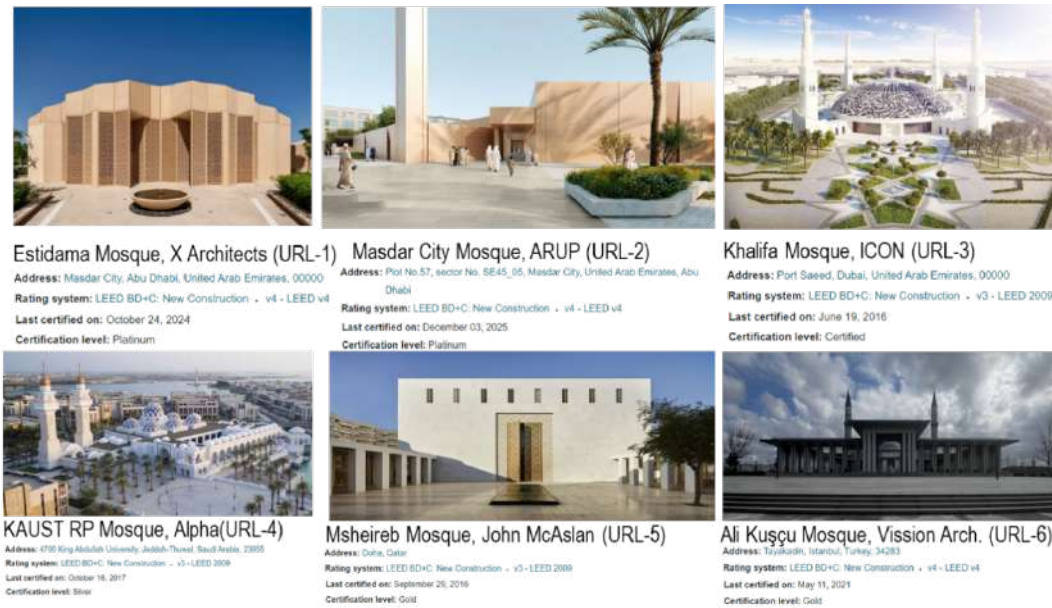


Fig.1 Determination of sample (Created by Authors) (URL-1;2;3;4;5;6)

Among these examples, Ali Kuşçu Camii was selected due to its LEED Gold v4 certification, its location in Türkiye, and its significance as a representative example of sustainable religious architecture within the regional context. In addition, the possibility of conducting on-site observation constituted an important criterion in the selection process, as it allowed for a more direct and context-sensitive understanding of the building.

The selected case was then analyzed in terms of spatial organization, architectural design decisions, and overall building characteristics. This stage focused on examining how sustainability principles are integrated into the architectural form and spatial configuration. Finally, the environmental performance of the building was evaluated based on LEED criteria, including energy efficiency, water management, material selection, and indoor environmental quality. This evaluation aimed to identify and interpret the sustainability strategies implemented in the building within the broader framework of green building assessment.

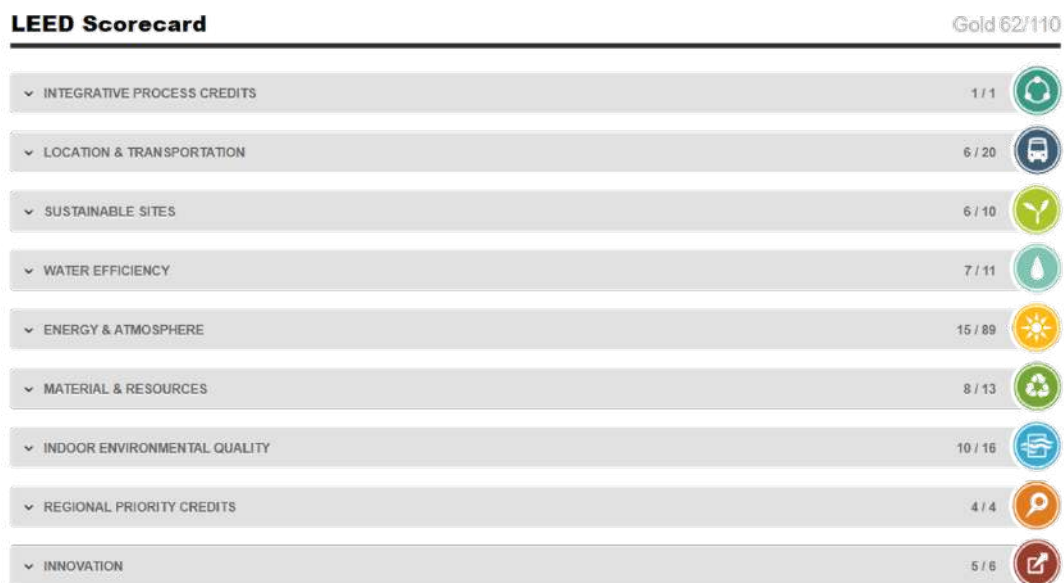


Fig.2. Leed Scorecard of Ali Kuşçu Mosque (URL-7)

FINDINGS

Ali Kuşçu Mosque is located within Istanbul Airport and was designed to serve passengers, airport staff, and visitors. The mosque was designed by Vizzion Architecture in collaboration with Fonksiyon Architecture. With an indoor area of approximately 8070 square meters, it has a capacity of around 6000 worshippers. The mosque has two minarets, each 55 meters tall with a single balcony (Fig. 3).



Fig 3. Ali Kuşçu Mosque (Göksel, 2026)

Architecturally, the mosque represents a contemporary interpretation of traditional Islamic architecture while integrating modern construction technologies (Fig.4). The spatial organization of the building mainly consists of a courtyard, the main prayer hall, and a gallery level. At Ali Kuşçu Mosque, bicycle parking areas were arranged to encourage bicycle use among employees and visitors, while water fixtures and vitrified tiles used in the mosque were selected for their water-saving features. EPA (US Environmental Protection Agency) standards were taken into account in these selections. Ali Kuşçu Mosque, which continues its work with a zero waste mission, recycled a large portion of the waste generated during its construction, while all household and recyclable waste generated during the construction process was regularly monitored.



Fig 4. Entrance and Ablution fountain (Göksel, 2026)

Construction materials used in the mosque were prioritized based on their sustainability and eco-friendliness, with over 20 types of EPD (Environmental Product Declaration) certified materials used in the project (URL-8). The use of EPD-certified materials reflects a life-cycle-oriented approach,

addressing embodied environmental impacts. This encouraged the use of products that are environmentally and economically preferable and whose environmental impacts during the production process have been measured. The LEED Gold certification process, which began with goal and strategy setting meetings, continued throughout the mosque's design and construction phases. This enabled the fastest possible achievement of the goals set in line with the LEED certification process.

During and after construction, utmost care was taken to protect the natural environment. The mosque grounds were designed so that over 30% of the area would be landscaped (URL-9). To minimize the load that the construction would place on the infrastructure, particularly the rainwater drainage system, the proportion of hard surfaces was kept low, and light-colored coating materials were chosen for the roof and hard surfaces to reduce the heat island effect.

Opened for worship in 2020, the mosque consists of three main sections: the dome, the gallery area, and the courtyard. The mosque has three main entrances. The fountain is located in the center of the courtyard, while the first small dome area is located at the main entrance. The corridors opening to the east and west of this area contain the ablution and toilet areas. The mosque has 72 colored glass panels rising from the floor to the dome, and above these panels are decorative mesh panels that continue the pattern of the glass (Fig.5). At the end of the mesh, there is an ornamental work made of box profiles in the belt section. This section also has a different ornamental work at the highest point of the dome, which now forms the roof. Above this section, there are 14 different verses arranged between the ribs. The women's section can be seen in the upper part to the north of the main prayer area, in the form of a balcony. The calligraphy style was identified as slightly modernized Kufi.



Fig.5. The dome, the gallery area, and the courtyard (Göksel, 2026)

The band inscription in the main prayer area was also made on an acoustic plaster application, so special care was taken to ensure that the plaster did not lose its properties, and the surface was not damaged. In this application, a surface model was created by performing approximately 40 million on-site readings using special 3D scanning devices. Ornamental inscriptions prepared in 3D were then superimposed

onto this surface model to determine their correct placement. Accordingly, the letters and decorations were individually manufactured and carefully installed on site. These strategies directly contribute to the LEED Energy and Atmosphere (EA) category (URL-10 & URL-11).

Energy efficiency is one of the key components of sustainable building design. In the case of Ali Kuşçu Mosque, several strategies contribute to reducing energy consumption. Firstly, passive design strategies such as maximizing natural daylight help reduce the need for artificial lighting during daytime. Secondly, energy-efficient lighting and mechanical systems improve the overall performance of the building. In addition, the building envelope is designed with high-performance insulation materials to minimize thermal energy losses. All energy-consuming systems in the mosque were inspected according to LEED commissioning procedures, ensuring that both installation and operational performance meet the targeted sustainability criteria. In the lighting and mechanical systems used in the mosque, energy efficiency was prioritized, and the mosque's annual energy consumption and carbon footprint were reduced to zero. In addition to all this, work was done to maximize the use of daylight in the mosque design. The indoor air quality and visitor comfort at Ali Kuşçu Mosque were designed to exceed 30% of the fresh air values specified in the ASHRAE standard for mechanical ventilation systems, while all processes were determined in accordance with ASHRAE standard indoor temperature values. This maximized visitor comfort.

Water efficiency is particularly important in mosque buildings due to the high-water demand associated with ablution practices. In Ali Kuşçu Mosque, water-saving fixtures and sanitary systems were selected in order to reduce water consumption (Fig. 6).

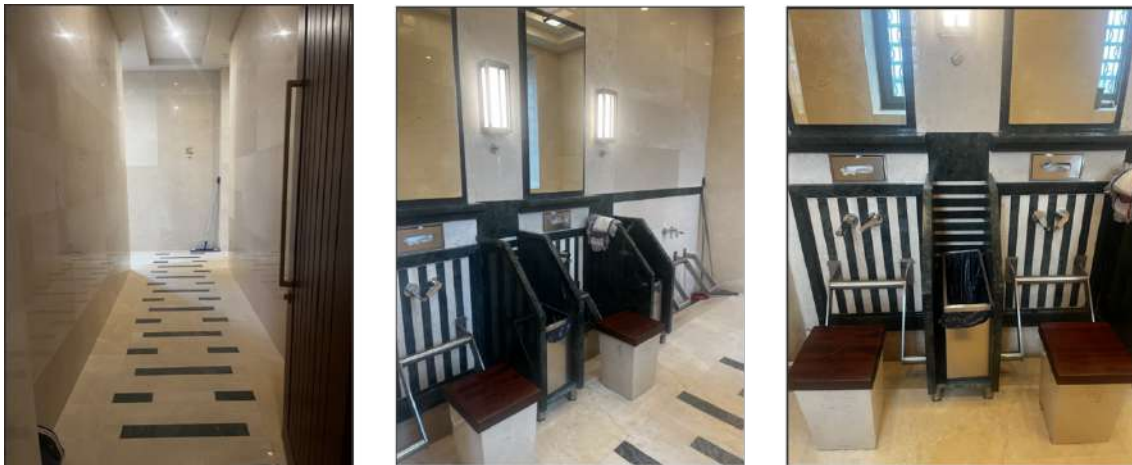


Fig 6. Water efficiency in ablution areas (Göksel, 2025)

These fixtures were chosen in accordance with the standards of the United States Environmental Protection Agency. Through the use of low-flow faucets and efficient sanitary equipment, the mosque aims to minimize water use while maintaining functional requirements. These strategies contribute to the building's performance within the LEED Water Efficiency category. Water-efficient sanitary fixtures and fittings were selected to reduce water consumption.

It can be seen that the water used in the ablution area has been specially designed to prevent waste. Additionally, during prayer times, the water and heating systems are optimized using a smart system. Low-flow faucets and sanitary equipment help minimize water use in ablution areas. These strategies contribute to the reduction of overall water consumption within the building. Low-flow faucets and sanitary equipment help minimize water use in ablution areas. These strategies contribute to the reduction of overall water consumption within the building. In addition to water efficiency strategies,

the project also incorporates sustainable site planning and transportation considerations. Sustainable site planning is another important aspect of green building design. In the case of Ali Kuşçu Mosque, bicycle parking areas were provided in order to encourage environmentally friendly transportation for both employees and visitors. By supporting alternative transportation options, the project contributes to reducing transportation-related environmental impacts. These strategies align with the Sustainable Sites category within the LEED certification system. Bicycle parking areas were provided to encourage environmentally friendly transportation for employees and visitors. The project promotes sustainable mobility by supporting alternative transportation options. These strategies contribute to the Sustainable Sites category within the LEED certification framework by reducing transportation-related environmental impacts.

Compared to other green-certified mosques such as Masdar City Mosque or KAUST Mosque, Ali Kuşçu Mosque demonstrates similar strategies in energy and water efficiency while distinguishing itself through its integration within a large-scale transportation hub. Overall, the findings indicate that the mosque integrates multiple sustainability strategies across different scales, including building envelope design, mechanical systems, water management, and site planning. These strategies collectively contribute to its performance within the LEED certification framework.

DISCUSSION

The findings of this study demonstrate that sustainable design principles can be effectively integrated into contemporary mosque architecture without compromising religious, spatial, and symbolic requirements. In the case of Ali Kuşçu Camii, environmental strategies such as energy efficiency, water conservation, and sustainable site planning are incorporated in a manner that remains consistent with the traditional spatial organization of mosque architecture. This supports the argument in the literature that sustainability in religious buildings should not be perceived as a constraint but rather as an opportunity to reinterpret architectural traditions within a contemporary environmental framework (Baharudin & İsmail, 2014; Khashaba, 2019).

The integration of passive design strategies, including daylight optimization and natural ventilation, aligns with broader sustainable architecture principles emphasizing the reduction of energy demand through climate-responsive design (Hegger et al., 2008). In this respect, the project reflects a design approach that combines traditional architectural elements with modern environmental technologies, thereby establishing a balance between cultural identity and sustainability. This finding is consistent with previous studies suggesting that sustainable mosque architecture often emerges through the reinterpretation of vernacular strategies, such as the use of courtyards, shading elements, and natural ventilation systems (Khashaba, 2019). Furthermore, the implementation of water-efficient systems, particularly in ablution areas, highlights a critical aspect of mosque sustainability that is frequently emphasized in the literature. Given the high-water consumption associated with ritual practices, strategies such as low-flow fixtures and water reuse systems are essential for reducing environmental impact (Danish et al., 2023). The findings indicate that such strategies are successfully integrated into the design, reinforcing the importance of water management in sustainable religious architecture.

When compared to other green-certified mosques, such as Masdar City Mosque and KAUST Campus Mosque, similar sustainability strategies can be observed, particularly in terms of energy efficiency and water management. However, the case of Ali Kuşçu Mosque is distinctive due to its location within a major transportation hub, which introduces additional considerations related to accessibility, user density, and environmental impact. This context expands the discussion on sustainable mosque architecture by demonstrating how such buildings can function effectively within highly complex and dynamic urban environments.

Another significant finding is the consideration of universal design principles within the project. The inclusion of accessibility features such as elevators, Braille signage, audio guidance systems, and inclusive circulation design reflects a broader understanding of sustainability that extends beyond environmental performance to include social sustainability (Fig.7).



Fig 7. Braille signage, audio guidance systems (Göksel, 2026)

This aligns with contemporary sustainability frameworks, which emphasize inclusivity, accessibility, and user well-being as integral components of sustainable design. In this sense, the mosque can be interpreted not only as an environmentally responsive structure but also as a socially inclusive space. Moreover, the use of certified materials and attention to construction processes indicate an awareness of the environmental impacts associated with building lifecycles. This reflects a shift in sustainable architecture towards a more comprehensive approach that considers not only operational energy use but also embodied energy and material sustainability.

Overall, the case study contributes to the limited body of literature on sustainable mosque architecture by providing an example of how environmental, cultural, and social dimensions can be integrated within a single design framework. As one of the relatively few LEED-certified mosques, the project serves as an important reference for future research and practice, particularly in regions where the intersection of religious architecture and sustainability remains underexplored.

CONCLUSION

In conclusion, the analysis of Ali Kuşçu Camii demonstrates that sustainable design principles can be effectively and coherently integrated into contemporary mosque architecture without compromising religious, spatial, and cultural values. The project incorporates a wide range of strategies related to energy efficiency, water conservation, material selection, and sustainable site planning within the LEED certification framework, reflecting a comprehensive and multidimensional approach to sustainability.

The findings indicate that mosque architecture, traditionally shaped by climatic, social, and symbolic considerations, can be reinterpreted through contemporary sustainability criteria. In this regard, the case study not only confirms the applicability of sustainable design principles in religious buildings but also highlights their potential to enhance environmental performance while maintaining architectural identity. As one of the relatively few LEED-certified mosques worldwide, the building serves as a significant reference point for the future development of sustainable religious architecture, particularly in contexts where such applications remain limited.

Despite these contributions, the study has several limitations. First, the research is based on a single case study, which restricts the generalizability of the findings across different mosque typologies and geographical contexts. Second, the analysis relies primarily on available project documentation and observational data rather than long-term quantitative performance measurements, such as actual energy consumption, water usage, or carbon emission data. Therefore, the evaluation focuses on design strategies and intended performance rather than empirically verified outcomes.

Furthermore, although several green-certified mosques exist globally, the scope of this study is limited to one example, which constrains the ability to conduct comparative analysis. Future research could expand this framework by examining multiple case studies across different regions and certification systems. In particular, comparative studies involving mosques such as Masdar City Mosque or KAUST Campus Mosque could provide broader insights into the diversity of sustainable design approaches in religious architecture.

In addition, future studies may benefit from incorporating quantitative performance analyses, including energy consumption, water efficiency, and carbon emissions, in order to evaluate the actual operational performance of such buildings. Integrating both qualitative and quantitative approaches would contribute to a more comprehensive understanding of sustainable mosque architecture and support the development of more effective design strategies in future projects.

REFERENCES

- Arslan, H. (2019). Ecological design approaches in mosque architecture. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 10, 1374–1377.
- Azmi, N., & Kandar, M. (2019). Factors contributing in the design of environmentally sustainable mosques. *Journal of Building Engineering*, 23, 27–37. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.01.024>
- Baharudin, N., & Ismail, A. (2014). Communal mosques: Design functionality towards the development of sustainability for community. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 153, 106–120. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.10.046>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Danish, M., Shukri, S. M., & Taib, I. (2023). Sustainability of green design mosque in Cyberjaya. *MAJ - Malaysia Architectural Journal*, 5(3). Retrieved from <https://majournal.my/index.php/maj/article/view/185>
- Erten, D., Henderson, K., & Kobas, B. (2009). Uluslararası yeşil bina sertifikalarına bir bakış: Türkiye için bir yeşil bina sertifikası oluşturmak için yol haritası.
- Hegger, M., Fuchs, M., Stark, T., & Zeumer, M. (2008). *Energy manual: Sustainable architecture*.
- Kats, G. (2010). *Greening our built world: Costs, benefits, and strategies*.
- Khashaba, S. (2019). A proposed design approach to support sustainability requirements of the design of new mosques and in the existing mosques: Case studies of some regional and international mosques and their reflection on supporting sustainability requirements. *International Journal of Technical Research and Applications*, 7, 119.
- Kibert, C. (2016). *Sustainable construction: Green building design and delivery*.

Sipahi, S., & Tavşan, F. (2026). İç mekânda sürdürülebilir enerji kullanımının LEED ve BREEAM sertifikasyon sistemlerindeki yeri. *International Journal of Studies in Social Sciences and Humanities*, 13. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18818701>

Sobri, M., Ismail, S., Sabil, A., Yusof, H., Asif, N., & Setiyowati, E. (2021). Systematic review of sustainable design approach for mosque. *Journal of Islamic Architecture*, 6, 369–375. <https://doi.org/10.18860/jia.v6i4.14016>

Szokolay, S. (2014). *Introduction to architectural science*.

Tavşan, F., Tavşan, C., & Göksel, N. N. (2021). Investigation of LEED Platinum certified sustainable office buildings: The case of USA. *1st International Architectural Sciences and Applications Symposium, Isparta, Türkiye*.

URL-1: Parametric Architecture. (n.d.). Case study of Estidama Mosque, UAE. <https://parametric-architecture.com/case-study-of-estidama-mosque-uae/?srsltid=AfmBOorPj--8L8jgs8WW3Uo9zIKBto5F-6tkCn2pd3DR5nZ8TcBHtoJl>

URL-2: Arup. (n.d.). Masdar City Mosque. <https://www.arup.com/projects/masdar-city-mosque/>

URL-3: i-Con. (n.d.). Sheikh Khalifa Bin Zayed Al Nahyan Mosque. <http://i-con.ae/products/sheikh-khalifa-bin-zayed-al-nahyan-mosque/>

URL-4: Alpha Engineering. (n.d.). KAUST Grand Mosque. <https://alpha-engineering.com.ly/project/kaust-grand-mosque/>

URL-5: McAslan. (n.d.). Msheireb Mosque. <https://www.mcaslan.co.uk/work/msheireb-mosque>

URL-6: USGBC. (n.d.). Ali Kuşçu Mosque project. <https://www.usgbc.org/projects/ali-kuscu-mosque>

URL-7: USGBC. (n.d.). Ali Kuşçu Mosque project scorecard. <https://www.usgbc.org/projects/ali-kuscu-mosque?view=scorecard>

URL-8: Yapı. (n.d.). Ali Kuşçu Camisi: Dünyanın ilk LEED Altın sertifikalı camisi oldu. https://www.yapi.com.tr/haberler/ali-kuscu-camisi-dunyanin-ilk-leed-altin-sertifikali-camisi-oldu_185775.html

URL-9: Şantiye. (n.d.). Ali Kuşçu Cami-i Şerifi: Dünyanın ilk LEED Altın sertifikalı camisi oldu. <https://www.santiye.com.tr/ali-kuscu-cami-i-serifi-dunyanin-i-ilk-leed-altin-sertifikali-camisi-oldu-1295.html>

URL-10: Ekoyapı Dergisi. (n.d.). Ali Kuşçu Cami-i Şerifi: Dünyanın ilk LEED Altın sertifikalı camisi oldu. <https://ekoyapidergisi.org/ali-kuscu-cami-i-serifi-dunyanin-ilk-leed-altin-sertifikali-camisi-oldu/>

URL-11: IG Airport. (n.d.). Ali Kuşçu Cami-i Şerifi: Dünyanın ilk LEED Altın sertifikalı camisi oldu. <https://www.igairport.aero/medya-merkezi/basin-bultenleri/ali-kuscu-cami-i-serifi-dunyanin-ilk-leed-altin-sertifikali-camisi-oldu/>

USGBC. (2021). *LEED v4 for building design and construction*.

Vale, B., & Vale, R. (1991). *Green architecture: Design for a sustainable future*.

Yu, H., Zahidi, I., Fai, C. M., et al. (2025). Sustainable development in mosque construction. *Scientific Reports*, 15, 17916. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-96786-x>

PARTIAL PURIFICATION, CHARACTERIZATION, AND ACTIVITIES OF LIPASE PRODUCED BY *ASPERGILLUS NIGER* P151 AND *ASPERGILLUS FLAVUS* P152

Majekodunmi Racheal Adedayo, Balqees Folake Ayilara and Bashirat Olamide Yusuf-Saliyu

Department of Microbiology, Faculty of Pure and Applied Sciences, Kwara State University, Malete,
PMB 1530

ABSTRACT

Lipases are enzymes that break down triglycerides into fatty acids and glycerol, gaining attention for industrial applications in detergents, esterification, pharmaceuticals, and biodiesel production. This research optimized fermentation conditions to produce lipase from fungal strains obtained from Kwara State University's microbiology lab, identified through 16S rRNA sequencing as *Aspergillus niger* P151 and *Aspergillus flavus* P152. Crude lipase was partially purified via ammonium sulfate precipitation and dialysis, then characterized. Protein concentration was measured, and the purified enzyme was tested for juice clarification and antimicrobial effects against seven different microorganisms. *Aspergillus flavus* P152 lipase exhibited higher enzyme activity and purity (67.30%) than *Aspergillus niger* P151 (63.50%). Protein levels in *Aspergillus flavus* P152 lipase peaked at 5 minutes for 5.0 μ L and at 1 hour for 20.0 μ L. In juice clarification, *Aspergillus flavus* P152 lipase yielded clearer juices with lower absorbance (0.060) in 30 minutes, compared to *Aspergillus niger* P151 (0.801 in 90 minutes), both outperforming the control lipase. Antimicrobial tests revealed that *Aspergillus flavus* P152 lipase inhibited *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* with minimum inhibitory concentrations of 125 mg/mL and 250 mg/mL, respectively, while *Aspergillus niger* P151 showed no inhibition. The findings position both fungal strains as valuable sources for industrial lipase production, particularly in food processing and antimicrobial applications.

Keywords: Fungi, Lipase, Juice Clarification, Antimicrobial Activity

OPTIMIZATION AND EXPERIMENTAL VALIDATION OF *Curtobacteria* strain-MEDIATED PHOSPHATE REMOVAL UNDER VARIABLE PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS

*Bilyaminu Garba Jega¹, Muskhazli Mustafa² and Micheal Charles Rajaram², Musa Isah¹

¹Department of Microbiology, Kebbi State University of Science and Technology, Aliero, 863104, PMB 1144, Kebbi State, Nigeria

²Department of Biology, Faculty of Science, Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM Serdang, Selangor, Malaysia

ABSTRACT

Phosphorus enrichment is a primary driver of eutrophication in freshwater ecosystems, including the Langat River, highlighting the need for sustainable bioremediation strategies using phosphate-solubilizing bacteria. This study optimized the bio-phosphate removal potential of *Curtobacteria* strain (S8B1) using Response Surface Methodology (RSM). A sequential statistical approach was employed: Plackett-Burman Design (PBD) screened five factors; pH, temperature, tricalcium phosphate (TCP) concentration, incubation time, and inoculum size, followed by Central Composite Design (CCD) to optimize the significant variables. Phosphate removal was quantified via the molybdenum blue method under controlled spectrophotometric conditions. PBD analysis identified pH, temperature, and TCP concentration as significant factors ($p < 0.05$), with pH exerting the strongest positive effect, while higher temperatures showed a negative linear influence. CCD optimization yielded a maximum phosphate removal of 78.6 mg/L at pH 7, 30°C, and 40 µg/mL TCP, closely aligning with the model-predicted value of 78.3 ± 0.4 mg/L and a low mean absolute error of 0.23 mg/L. ANOVA confirmed the model's significance ($F = 298.95$, $p < 0.05$) and an insignificant lack-of-fit ($p = 0.1468$), indicating strong predictive reliability. Significant interaction and quadratic terms highlighted the system's nonlinear behavior and the importance of balancing key parameters. These findings highlight that optimal phosphate removal relies on synergistic interactions among physicochemical variables, particularly neutral pH and moderate temperatures typical of tropical river systems. The optimized IPSB-based approach offers a cost-effective and environmentally sustainable strategy for mitigating phosphorus pollution and controlling eutrophication in nutrient-impacted freshwater ecosystems.

Keywords: Bio-phosphate removal, Eutrophication, CCD, PBD and physicochemical variables.

MARJİNAL ALANLARDA BİYOKÜTLE ÜRETİMİNE DAYALI BİYOENERJİ YAKLAŞIMI: KÜRESEL EĞİLİMLER

A BIOENERGY APPROACH BASED ON BIOMASS PRODUCTION IN MARGINAL AREAS:
GLOBAL TRENDS

Sena ALUÇ

Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Ankara, TÜRKİYE

ORCID: 0009-0009-5828-9883

Doç. Dr. Demet EROL

Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Ankara, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-1705-4297

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ŞEKEROĞLU

Amasya Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Amasya, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0003-0764-4944

ÖZET

Fosil yakıtlara dayalı sera gazı emisyonları iklim değişikliği üzerinde ciddi etkilere neden olmaktadır. Bu etkilere yönelik artan çevre bilinci ve uluslararası anlaşmalar ile yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim hızla artmaya başlamıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından biyoenerji özellikle kırsal alanlarda tarımsal ve hayvansal atıkların değerlendirilmesi yoluyla enerji ve kırsal alan sürdürülebilirliğine önemli katkılar sağlamaktadır. Son yıllarda biyoenerjiye yönelik, marjinal alanlarda biyokütle üretilmesi mekânsal olarak uygulamalarda yaygınlaşmaktadır. Bu yaklaşımlar kırsal ve yenilenebilir enerji arasındaki güçlü bağın ortaya çıkarılmasında oldukça önemlidir. Bu çalışmanın amacı, yeni gelişen bir alan olan marjinal alanlarda biyokütle oluşturularak biyoenerji arzının sağlanmasına yönelik dünyadaki eğilimlerin mekânsal perspektiften nasıl bir gelişim gösterdiğini ele almaktır. Bu kapsamda Web Of Science (WoS) ve Scopus veri tabanlarında yer alan yüksek etki değerine sahip dergilerde yayımlanan mekânsal çalışmalar değerlendirilmiştir. Çalışmalarda enerji bitkileri yaklaşımı, kullanılan enerji bitkileri, biyoenerji arzındaki önemi başlıkları üzerinden bir değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Çalışma bulguları, marjinal alanların biyoenerji arzının sürekliliği, atıl alanların işlevlendirilmesi ve yenilenebilir enerjiye geçişte önemli katkılar sunduğunu ortaya koymaktadır. Bunun yanı sıra Panicum virgatum ve Miscanthus x giganteus enerji bitkilerinin mekânsal olarak daha fazla uygulama alanı bulduğu görülmektedir. Çalışma sonucunda elde edilen bulguların, Türkiye’de yenilenebilir enerji yatırımlarının planlanmasına ve marjinal tarım arazilerinin hem mekânsal hem de ekonomik anlamda kazandırılmasına yönelik mekânsal bir perspektif sunması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyokütle, Biyoenerji, Enerji Bitkileri, Mekânsal Planlama

ABSTRACT

Greenhouse gas emissions based on fossil fuels have serious effects on climate change. With increasing environmental awareness and international agreements regarding these effects, the shift towards renewable energy sources has begun to accelerate rapidly. Bioenergy, a renewable energy source, makes significant contributions to energy and rural sustainability, particularly in rural areas, through the utilization of agricultural and animal waste. In recent years, the spatial application of biomass production in marginal areas has become widespread. These approaches are highly significant in revealing the strong link between rural areas and renewable energy. The aim of this study is to examine, from a spatial perspective, how global trends have evolved in the emerging field of ensuring bioenergy supply through biomass production in marginal lands. Within this scope, spatial studies published in high-impact journals indexed in the Web of Science (WoS) and Scopus databases were evaluated. The assessment was conducted under the themes of the energy crop approach, the types of energy crops utilized, and their importance in bioenergy supply. The findings indicate that marginal lands make important contributions to the continuity of bioenergy supply, the functional utilization of idle lands, and the transition to renewable energy. In addition, it is observed that *Panicum virgatum* and *Miscanthus × giganteus* energy crops have found wider spatial applications. The findings obtained from this study are expected to provide a spatial perspective for the planning of renewable energy investments in Türkiye and for the spatial and economic utilization of marginal agricultural lands.

Keywords: Biomass, Bioenergy, Energy Plants, Spatial Planning

NUTRITIONAL, BIOACTIVE AND ANTIOXIDANT ASSESSMENT OF SOME WILD EDIBLE MEDICINAL PLANTS COMMONLY CONSUMED IN MOROCCO

Abdelghani Aboukhalaf^{a, b*}, Houda El Yacoubi^a, Atmane Rochdi^a,

^a Department of Biology, Laboratory of Natural Resources and Sustainable Development, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Morocco

^b Department of Biology, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco

ABSTRACT

Despite the widespread use of wild edible medicinal plants (WEMPs) in Morocco, information on their nutritional value, bioactive composition, and safety aspects are limited. Thus, the present study aimed to evaluate the nutritional value (proximate and mineral contents), phytochemical properties, and acute toxicity of *Dysphania ambrosioides*, *Ziziphus lotus*, and *Origanum vulgare* collected from central Morocco. Nutritional composition was determined using standard food analysis methods, while total phenolic and flavonoid contents were quantified colorimetrically. Antioxidant activities were assessed by DPPH, ABTS and FRAP assays. Results revealed that the studied WEMPs contained valuable nutrients in the respective ranges of moisture (6.25-10.23%), ash (4.81-14.85%), protein (6.98-20.43%), fat (2.26-2.88%), carbohydrates (63.75-85.33%), and energy (345.45-395.16 kcal·100 g⁻¹). They were also rich in essential minerals, particularly magnesium (46.76-95.77 mg·100 g⁻¹), iron (1.73-4.31 mg·100 g⁻¹), and manganese (1.65-2.02 mg·100 g⁻¹). The total phenolic and flavonoid contents ranged from 64.45 to 207.30 mg GAE·g⁻¹ extract and from 18.84 to 117.18 mg QE·g⁻¹ extract, respectively. Antioxidant assays showed strong correlations with phenolic and flavonoid contents. Overall, The findings demonstrate that these WEMPs represent valuable sources of nutrients and bioactive compounds with antioxidant potential and could serve as natural dietary antioxidants to help mitigate oxidative stress.

Keywords Wild edible medicinal plants, Nutritional profile, Antioxidant compounds, Morocco.

SILENT DESTROYER: CORROSION AND ITS TRILLION-RUPEE IMPACT ON INFRASTRUCTURE

**Vanthana G, Varsa G, Aishwarya S, Tharunika P, M Varshana Deepa, Dr. A.
Vijayalakshmi**

R.M.K. Engineering College, Tiruvallur District-601206, Tamil Nadu, India

ABSTRACT

Corrosion—the relentless “Rust Reaper”—inflicts enormous global economic damage by degrading metals through oxidation, electrochemical reactions, and exposure to aggressive environments such as humidity, saline conditions, and industrial pollutants. This pervasive process consumes an estimated 3–4% of global GDP, translating to over USD 2.5 trillion annually. In the United States alone, losses exceed USD 450 billion each year across critical sectors. Infrastructure deterioration accounts for approximately USD 22.6 billion, with corroded highways and bridges increasing the risk of catastrophic structural failures. Utilities suffer nearly USD 47.9 billion due to corroded transmission lines and pipelines, resulting in power outages and leakage incidents. The oil and gas sector incurs losses exceeding USD 60 billion annually from pipeline corrosion and spill-related damages. Manufacturing operations experience productivity losses of around USD 17.6 billion due to equipment degradation and unplanned downtime, while agricultural productivity declines as corrosion damages farm machinery and storage systems.

Beyond direct repair and replacement costs, corrosion generates significant indirect consequences. Approximately 25–33% of global steel production is lost to corrosion, contributing to environmental pollution and resource depletion. Structural failures triggered by corrosion pose serious safety hazards, leading to injuries, loss of life, and widespread socio-economic disruption. Furthermore, reliance on reactive maintenance diverts resources away from innovation and sustainable development.

Substantial corrosion losses can be mitigated through strategic preventive investments, recovering 15–35% of costs and saving USD 375–875 billion annually. Protective coatings, corrosion-resistant alloys, cathodic protection, and inhibitors effectively limit metal degradation, while advanced sensors and digital twins enable predictive maintenance. Nations prioritizing proactive corrosion management, aligned with sustainability goals, can extend infrastructure life, reduce material waste, enhance safety, and strengthen long-term economic resilience.

Keywords: Corrosion economics; infrastructure degradation; preventive strategies; GDP loss; corrosion-resistant alloys; cathodic protection.

**AFET YÖNETİMİNDE DOĞA TEMELLİ ÇÖZÜMLER İÇİN EĞİTİM VE İŞ BİRLİĞİ
AĞI**
TRAINING AND COLLABORATION NETWORK FOR NATURE-BASED SOLUTIONS IN
DISASTER MANAGEMENT

Prof. Dr. Alper ÇABUK

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-0684-2247

Prof. Dr. Saye Nihan ÇABUK

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0003-4859-2271

ÖZET

Afet yönetiminin, hızlı müdahale kapasitesi üretirken eşzamanlı olarak uzun dönemli uyum, ekolojik bütünlük ve toplumsal dayanıklılık da geliştirmesi beklenmektedir. Bununla birlikte doğa temelli çözümler, sahada homojen biçimde benimsenmemektedir. Bu durumun temel nedeni kavramların bilinmemesi değil, uygulamaya ilişkin bilginin kurumlar, disiplinler ve farklı yetki alanları arasında parçalı şekilde dağılmış olmasıdır. Bu bildiri, doğa temelli çözümleri afet risk azaltımı bağlamında ortak bir öğrenme altyapısı olarak işler kılan bir eğitim ve iş birliği ağı modeli önermektedir. Model, birbirine sıkı biçimde eklemlenen üç katmandan oluşmaktadır. Bunlar; (i) saha temelli sorunları yetkinlik esaslı mikro müfredatlara dönüştüren modüler bir eğitim mimarisi, (ii) tematik çalışma grupları ve kanıtlar aracılığıyla çok aktörlü iş akışlarını biçimselleştiren bir iş birliği katmanı ve (iii) içerik, araçlar ve karar kontrol listelerini farklı tehlike profillerine ve kurumsal kapasitelere uyarlayan bir yerelleştirme mekanizması olarak karşımıza çıkmaktadır. İş birliği ağı, tek yönlü bir aktarım düzeni yerine çift yönlü bir sistem olarak tasarlanmıştır. Kentler ve uygulayıcılar ihtiyaçlar, kısıtlar ve performans verileri için kaynak oluştururken, ağ bu girdileri güncellenmiş eğitim birimlerine ve uygulamaya dönük yönlendirmelere dönüştürmekte, ardından uygulanabilir paketler halinde geri bildirim sağlamaktadır. Sürdürülebilirlik, durağan proje çıktıları olarak değil, sürekli içerik düzenlemesi sayesinde rutin kapasite yenilenmesi süreçleri üzerinden kavramsallaştırılmaktadır. Bildiride ele alınan yaklaşım, Avrupa Birliği eş finansmanında yürütülen “Filling The Gap: Development of Ecological Planning and Design Learning Network And An Adaptive Smart Training Module For Disaster Resilient And Sustainable Cities (EPD-Net)” isimli Erasmus+ projesi tarafından desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğa Temelli Çözümler, Afet Risk Azaltma, Eğitim Ağı, İşbirlikçi, Yönetişim, Kapasite Geliştirme

ABSTRACT

Disaster management is increasingly expected to deliver rapid response while simultaneously advancing long-term adaptation, ecological integrity, and social robustness. Yet nature-based solutions remain unevenly adopted, not because the concepts are unknown, but because implementation knowledge is fragmented across institutions, disciplines, and jurisdictions. This paper proposes a training and collaboration network model that operationalizes nature based solutions as a shared learning infrastructure for disaster risk reduction. The model combines three tightly coupled layers; namely, (i) a modular training architecture that translates field problems into competency-based micro-curricula; (ii) a collaboration layer that formalizes multi-actor workflows through thematic working groups and evidence logs; and (iii) a localization mechanism that adapts content, tools, and decision checklists to different hazard profiles and institutional capacities. The network is designed as a bidirectional system. Cities and practitioners provide needs, constraints, and performance data; the network converts these signals into updated training units and practical guidance, then feeds them back as implementable packages. Sustainability is treated as continuous content stewardship and routine capacity renewal, rather than as static project deliverables. The approach is informed by the EU co-funded Erasmus+ project entitled “Filling The Gap: Development of Ecological Planning and Design Learning Network And An Adaptive Smart Training Module For Disaster Resilient And Sustainable Cities (EPD-Net)”.

Keywords: Nature-Based Solutions, Disaster Risk Reduction, Training Network, Collaboration Governance, Capacity Building

GİRİŞ

Dünyamız giderek etkileri daha fazla hissedilen afetlerle sınanmakta, her geçen gün afetlerin sıklığı, şiddeti ve çeşitliliği artış göstermektedir. EM-DAT verilerine göre 2022 yılında dünyada 387 doğal afet kaydedilmiş, bu afetlerde 30704 kişinin hayatını kaybettiği, 185 milyon kişinin olumsuz etkilendiği ve afetlerin neden olduğu ekonomik kaybın maliyetinin 222.8 milyar USD olarak hesaplandığı bildirilmiştir. 2023 yılında ülkemizde yaşanan depremler ise şimdiye kadar yaşanan en yüksek etkili afetler arasında yerini almış durumdadır (http-1). Bu çerçevede etkin bir bütünleşik afet yönetimi ve mevcut uygulamaların etkililiği giderek kritik bir gündem maddesi olmaktadır.

Afet yönetimi alanında son yirmi yılda belirginleşen temel dönüşüm, riskin artık sadece olay sonrası müdahale kapsamında değil, kentleşme, ekolojik bozulma, altyapı ve yönetim ihtiyaçlarının iç içe geçtiği sistemik bir süreç olarak ele alınmasıdır. Bu dönüşüm tesadüfi değildir. Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi’nde, afet riskini anlama ve afet risk yönetişimini güçlendirme konuları öncelikli alanlar olarak tanımlanmış, böylece afet yönetimi sadece müdahale kapasitesine indirgenen dar çerçeveden çıkartılmıştır (UNDRR, 2015). Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi, aşağıdakileri önermektedir:

- Ortak bir bilgi sistemi oluşturmak ve iş birliği ve kapasite geliştirme için iyi uygulamaları ve programları paylaşmak (madde 28/a)
- Dayanıklılığı artırmak ve afet riskini azaltmak için ekosistem tabanlı yaklaşımların uygulanmasını planlamak (madde 28/d)
- Uygun tasarım ve inşaat yoluyla tehlikelere karşı daha iyi dayanacak şekilde baştan inşa etmek (madde 30/c)
- Afet risk değerlendirmelerinin, kentsel planlama da dahil olmak üzere, arazi kullanım politikası geliştirme ve uygulamasına entegre edilmesini teşvik etmek (madde 30/f)
- Afet risk değerlendirmesi, haritalama ve yönetiminin kırsal kalkınma planlama ve yönetimine entegre edilmesini teşvik etmek (madde 30/g)
- Arazi kullanım planlaması ve yapısal standartların iyileştirilmesi gibi afet sonrası yeniden yapılanmaya hazırlık için kılavuz geliştirmek (madde 33/k)
- Ekosistemlerin sürdürülebilir kullanımını ve yönetimini güçlendirmek ve afet risk azaltımını içeren entegre çevre ve doğal kaynak yönetimi yaklaşımlarını uygulamak (madde 30/n)

Benzer biçimde Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (International Panel on Climate Change / IPCC), maruziyet ve kırılganlığın kentlerde hızla arttığını, özellikle uyum kapasitesi sınırlı yerleşimlerde riskin yoğunlaştığını vurgulamaktadır (Dodman vd., 2022). Bu nedenle güncel tartışmanın merkezinde riskin hangi mekânsal, ekolojik ve kurumsal ilişkiler içinde üretildiği sorusu yer almaktadır. Bunun yanı sıra ekolojik ve kurumsal ihtiyaçlar çerçevesinde kentlerin dirençli hale getirilmesi ihtiyacı doğa temelli çözümlerin mekânsal planlama ve tasarım yaklaşımlarına entegrasyonu konusu ile birlikte sıklıkla tartışılmaktadır (Maes ve Jacobs, 2017).

Bu bağlamda doğa temelli çözümler, afet yönetimini merkezî bir müdahale alanına dönüşmüştür. Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (International Union for Conservation of Nature / IUCN) “doğa temelli çözümleri, doğal ya da değiştirilmiş ekosistemlerin korunması, sürdürülebilir yönetimi ve restorasyonu yoluyla toplumsal sorunlara yanıt üretmeyi amaçlayan eylemler” olarak tanımlamaktadır. IUCN Global Standardında bu yaklaşım, doğrulama, tasarım ve ölçkleme ilkeleriyle daha da sistematik hâle getirilmiştir (Cohen-Shacham vd., 2016; IUCN, 2020). Buradaki kritik nokta, doğa temelli çözümlerin yalnızca “yeşil” oldukları için değil, bağlama duyarlı, uyarlanabilir ve çoklu fayda üretme kapasitesine sahip müdahaleler oldukları için önem taşıdığıdır. Nitekim, Birleşmiş Milletler Afet Risk Azaltma Ofisinin (United Nations Office for Disaster Risk Reduction / UNDRR) ekosistem temelli afet risk azaltımı rehberleri de bu yaklaşımı güçlendirerek, doğa temelli çözümleri dirençlilik için temel bilgi ve uygulama alanlarından biri olarak konumlandırmaktadır (Renaud vd., 2020; UNDRR, 2021).

Ne var ki, literatürün olgunlaşması, uygulamadaki belirsizlik ve kopuklukları ortadan kaldıramamıştır. Tam tersine, doğa temelli çözümler açısından kavramsal genişleme ile kurumsal uygulama arasındaki boşluk daha da artmaktadır. Anderson vd. (2022), kavramların yanlış ya da bilinçsiz kullanımının doğa temelli çözümlerin gerçek potansiyelini gizlediğini açık biçimde belirtmektedir. Nehren vd. (2023) ise afet risk azaltımı bağlamında doğa temelli çözümler için sistematik bir genel bakışa ihtiyaç bulunduğunu vurgulayarak, asıl eksikliğin örnek yetersizliği değil, sınıflandırma ve karar desteği eksikliği olduğunu açıklamaktadır. Castelo vd. (2023) daha da ileri giderek gelecekteki iklim belirsizliği, yerele özgü teknik tasarım ölçütleri, yönetim stratejileri

ve etkililik değerlendirmesi alanlarında belirgin boşluklar bulunduğunu ortaya koymaktadır. Kısacası, sorun artık doğa temelli çözümlerin bilinmemesi değil, bu bilginin öğretilebilir, karşılaştırılabilir, yerelleştirilebilir ve kurumsal olarak sürdürülebilir bir yapıya dönüştürülebilmesidir.

Bu noktada eğitim ve iş birliği ağları, yalnızca destekleyici araçlar olmalarının ötesinde doğrudan kurumsallaştırıcı ve kapasite geliştirici mekanizmalar olarak da önem kazanmaktadır. Bununla birlikte, kapasite geliştirme faaliyetlerinin değerlendirilmesi ve yarattığı etkinin ölçümüne dair belirsizlikler vardır (Sterling vd., 2022). Üstelik afet yönetimi bağlamında sunulan eğitim, sabit içerik aktarımından ibaret değildir. Bu açıdan, doğa temelli çözümlere yönelik eğitim ağlarının basit bir içerik deposu olmaktan çıkıp, sürekli güncellenen, yerel bağlama uyarlanan ve çok aktörlü etkileşimle yaşayan bir öğrenme sistemi olarak tasarlanması önemlidir.

Avrupa Birliği (AB) tarafından desteklenen ve Eskişehir Teknik Üniversitesi koordinatörlüğünde yürütülen EPD-Net Projesi bu ihtiyacın giderilmesi anlamında kritik bir öneme sahiptir. Proje, ekolojik planlama ve tasarım için bir öğrenme ağı vasıtasıyla afetlere dirençli ve sürdürülebilir kentler için uyarlanabilir bir eğitim modülü geliştirmeyi hedeflemektedir.

Bu çerçeve, tek seferlik eğitim mantığından daha fazlasını hedeflemekte olup modüler öğrenme, uluslar ötesi iş birliği, uyarlanabilir içerik ve proje sonrası sürdürülebilirlik bileşenleriyle güçlendirilmiştir. 13 ülkeden 32 ortaklı bir konsorsiyum ile yürütülüyor olması projenin öğretim materyali üretiminin ötesinde kurumsal ağ oluşumuna odaklandığının da açık göstergesidir ([http-1](http://1)). Dolayısıyla, EPD-Net Projesi, afet yönetiminde doğa temelli çözümlerin nasıl öğretileceği, nasıl paylaşılacağı ve nasıl sürdürülebilir kılınacağı sorularını birlikte ele alan kurumsal bir deneyim alanıdır.

Bu nedenle, bu bildiride sunulan çalışma, doğa temelli çözümleri yeniden tanımlamaktan ziyade çok daha zor bir soruya odaklanmakta, afet yönetiminde doğa temelli çözümler için gerekli bilgi ve beceri altyapısının nasıl bir eğitim ve iş birliği ağı içinde kurumsallaştırılabileceğine yanıt aramaktadır. Bu kapsamda, bildiride, EPD-Net Projesi, modüler eğitim mimarisi, iş birliği katmanı ve yerelleştirme mekanizması üzerinden değerlendirilmektedir.

Bu kapsamda, bildiride, kavramsal çerçevenin kısaca özetlenmesinin ardından, EPD-Net Projesi'nde ortaya koyulan kurumsal mantık ve işleyişi tartışılmış, son olarak da sürdürülebilirlik ve proje sonrası süreklilik konusu değerlendirilmiştir.

KURAMSAL ÇERÇEVE

Kuramsal çerçeve üç eksene dayanmaktadır. Bunlar; doğa temelli çözümler, afet risk azaltımı ve öğrenme ağlarıdır. Bu üç eksen birbirinden ayrı düşünülemez. Çünkü doğa temelli çözümler, afet yönetimi bağlamında ancak belirli bir bilgi ve uygulama altyapısı içinde anlam kazanır; öğrenme ağları ise ancak somut bir müdahale alanına bağlandıklarında kurumsal değer üretir. Bu nedenle burada amaç, kavramları tek tek tanıtmak değil, aralarındaki yapısal ilişkiyi kurmaktır.

İlk eksen doğa temelli çözümlerdir. Frantzeskaki (2019,) doğa temelli çözümlerin toplumların afetlere karşı daha dirençli, sürdürülebilir ve kentsel dayanıklılığı sağlamayı hedefleyen aynı zamanda çevreyi koruyarak ekolojik süreçlerden ilham alan tasarımlar bütünü olduğunu

belirtmektedir. IUCN'nin temel çerçevesi ve Global Standardı ortak bir anlayış olmadan doğanın toplumsal sorunlara etkili bir müttefik olarak devreye sokulamayacağını açıkça vurgulamaktadır. Dolayısıyla, doğa temelli çözümler için standartlaşma, doğrulama ve ölçekleme ihtiyacı daha da görünür hale gelmiştir. Bu bildiride doğa temelli çözümler, “yeşil olan her şey” gibi jenerik ve belirsiz bir çerçevede değil, belirli riskler ve yönetim bağlanlarında tasarlanması gereken müdahale aileleri olarak ele alınmaktadır. Bu çerçevenin neden gerekli olduğu, literatürdeki kavramsal dağınıklık tartışmalarında daha da netleşmektedir. Anderson vd. (2022), doğa temelli çözümlerin gerçek potansiyelinin, kavramsal tartışmalar arasında yitirildiğini vurgulayarak önemli bir tespit gerçekleştirmektedirler. Çünkü kavramın sınırları belirsiz kaldığında eğitim içeriği de belirsizleşmekte, kurumlar arası iletişim zayıflamakta, uygulama rehberleri ilişkisel olmaktan çıkmaktadır.

İkinci eksen afet risk azaltımıdır. Doğa temelli çözümlerin çevresel politika gündemlerinin bir parçası olması yeterli değildir; afet risk azaltımı için doğrudan işlevsel bir çerçeve sunulması gereklidir. UNDRR'nin ekosistem temelli afet risk azaltımı yaklaşımı bu gerekliliğe açık vurgu yapmakta, “Nature-based Solutions for Disaster Risk Reduction” Rehberi de ihtiyaca göre ölçeklendirme yapmanın gerekliliğini ön plana çıkartmaktadır. Bu kapsamda, asıl sorunun doğa temelli çözümlerin nasıl yaygınlaştırılacağı ve nasıl kurumsallaştırılacağı ekseninde yoğunlaştığı daha iyi anlaşılmaktadır. Yani afet yönetiminde problem, kavramın yokluğu değil; bilgi ile uygulama arasındaki kopukluktur. Bu nedenle bu çalışmada, doğa temelli çözümler, afet yönetiminin çevresel eklentisi değil, uygulamaya taşınması gereken bilgi altyapısı olarak görülmektedir.

Afet risk azaltımı literatüründeki bir diğer kritik gelişme, tipoloji ve sistematikleştirme arayışının ön plana çıkmasıdır. Nehren vd. (2023)'nin belirttiği gibi, afet risk azaltımı için doğa temelli çözümlere yönelik sistematik bir bakışa ihtiyaç vardır. Bahsi geçen sistematik bakış, artık basit örnekler (iyi uygulama örnekleri) toplamanın ötesine geçilmesi, karşılaştırılabilir ve öğretilebilir bilgi üretme aşamasının kritik hale geldiğini savunmaktadır. Başka bir ifadeyle, doğa temelli çözümler afet yönetiminde ancak sistematik bilgiye dönüştüklerinde öğretilebilir; öğretilebilir olduklarında ise yaygınlaştırılabilir. Bu yüzden EPD-Net Projesinin önemi, sadece iyi içerik üretmeye odaklanmasında değil, dağınık bilgiyi kurumsal öğrenme formatına çevirme yaklaşımına dayanmasındadır.

Kuramsal çerçevede üçüncü eksen, öğrenme ağlarıdır. Literatür bu konuda kapasite geliştirme faaliyetlerinin çok yaygın, ama etkilerinin nasıl değerlendirildiğine dair sağlam bilginin sınırlı olduğunu belirtmektedir. Sterling vd. (2022), koruma ve doğal kaynak yönetimi açısından kapasite geliştirme çalışmalarının yeterince etkili şekilde değerlendirilemediğini, bu alandaki uygulama ve yaklaşımlarının yetersiz olduğunu belirtmektedirler. Bu tespit, EPD-Net Projesi için kritik bir öneme sahiptir. Çünkü eğitim, ağ kurma ve modüler içerik geliştirme faaliyetleri kendiliğinden etki üretmez; bunların nasıl izlendiği, nasıl değerlendirildiği ve nasıl sürdürüldüğü asıl belirleyici olandır. Eğitim var diye kapasite oluşmaz. Ağ var diye kurumsal öğrenme gerçekleşmez. Bu nedenle öğrenme ağlarının kuramsal arka planı, yalnızca pedagojik değil, aynı zamanda yönetsel ve değerlendirmeci bir zeminde kurulmalıdır.

Benzer biçimde Porzecanski vd. (2022), kapasite geliştirme için birey odaklı ve kısa vadeli eğitim mantığının aşılması gerektiğini, kurumsal işleyiş, örgütler arası etkileşim ve bilgi akışının birlikte ele alınmasının önemli olduğunu tartışmaktadırlar. Bu tartışma, EPD-Net gibi çok ortaklı ve çok ölçekli girişimler için kritiktir. Çünkü proje, modüller ve çıktılar üzerinden değerlendirilirse yalnızca faaliyet listesine dönüşür. Oysa sistem yaklaşımıyla okunduğunda, öğrenme, bilgi bakımı, yerelleştirme ve kurumlar arası senkronizasyonu içeren bir kapasite mimarisi olarak görünür. Campagnaro vd. (2022), çevresel yönetim bağlamında karma ve çok katmanlı öğrenme biçimlerinin gerekliliğini ön plana çıkartmaktadırlar. Bu, doğa temelli çözümler gibi disiplinler arası bir alan için daha da önemlidir. Çünkü burada yalnızca teknik uzmanlık değil, ortak dil, uygulama rehberi, saha deneyimi, yönetim farkındalığı ve yerel uyarlama kapasitesi birlikte gereklidir.

Afet bağlamında eğitim gereksiniminin statik olmadığı da açıktır. Utunen vd. (2024), doğru zamanda ve uyarlanabilir öğrenme desteğinin önemine vurgu yapmakta, Malcolm vd. (2022) TRAIN Learning Network örneğinde açık erişimli çevrimiçi eğitim ağlarının afet ve halk sağlığı açısından ölçeklenebilir kapasite üretiminde önemli bir yere sahip olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmalar, afet yönetiminde eğitimin, yalnızca önceden hazırlanmış içeriklerle ve belirli takvimlere göre sunulmasının yeterli olmadığını, ihtiyaç anında devreye girebilen, güncellenebilir ve paylaşılabılır bir bilgi rejimine ihtiyaç bulunduğunu göstermektedir. EPD-Net'in uyarlanabilir eğitim modülü ve öğrenme ağı mantığı bu ihtiyacı karşılayan bir anlayışla yapılandırılmıştır.

Sonuç olarak, doğa temelli çözümler alanı, tanım ve standart üretiminde önemli ilerleme kaydetmiştir. Afet risk azaltımı literatürü, bu çözümlerin risk yönetimi açısından neden kritik olduğunu yeterince göstermiştir. Öğrenme ve kapasite geliştirme literatürü ise çok aktörlü, sistem yaklaşımına dayalı ve uyarlanabilir öğrenme tasarımlarının neden gerekli olduğunu ortaya koymuştur. Buna rağmen, bu üç hattı aynı kurumsal çerçevede birleştiren çalışmalar sınırlıdır. Bu noktada EPD-Net Projesi, doğa temelli çözümler, afet yönetimi ve öğrenme altyapısı arasındaki bağı yalnızca teorik olarak değil, kurumsal olarak da ele almasıyla ön plana çıkmaktadır.

YÖNTEM

Bu bildiriye, AB tarafından eş finansmanı sağlanan bir Erasmus + projesi olan EPD-Net Projesi (Filling The Gap: Development of Ecological Planning and Design Learning Network and an Adaptive Smart Training Module for Disaster Resilient and Sustainable Cities) deneyimleri aktarılmıştır. Proje, afetlere dirençli ve sürdürülebilir kentler için ekolojik planlama ve tasarım (EPD) odağında; ulus ötesi bir öğrenme ağı ile bunu besleyen, yapay zekâ destekli ve uyarlanabilir bir "akıllı eğitim modülü" (LMS + öz-değerlendirme bileşeni) geliştiren, 13 ülkeden 32 partnerin yer aldığı bir girişimdir. Projenin amacı, planlama ve tasarım disiplinlerinin afet yönetimindeki rolünü güçlendirmek; yeşil, dijital ve dirençlilik becerilerini birlikte ele alan eğitim içerikleriyle istihdam edilebilirliği ve kurumsal kapasiteyi artırmaktır (<http-1>).

EPD-Net Projesi, afet yönetimi ile ekolojik planlama ve tasarım arasındaki yapısal boşluğu kapatmaya odaklanmaktadır. Projedeki kurumsal bağlam son derece önemlidir. Çünkü EPD-Net, tek kurumlu ya da tek disiplinli bir eğitim faaliyeti olarak tasarlanmamıştır. Yeni beceriler, yeni müfredatlar ve dönüşen toplumsal ihtiyaçlara cevap verebilen öğrenme modelleri geliştirmeyi

amaçlamaktadır. EPD-Net yalnızca ders içeriği üretmekle yetinmeyen; yeşil beceriler, dijitalleşme ve afet yönetimi arasında köprü kurmaya çalışan bir tasarım mantığını esas almaktadır.

Projenin tasarım mantığı, üç katmanlı ihtiyaca odaklanmaktadır. Bunlar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

- **Bilgi:** Afet yönetiminde ekolojik planlama ve tasarım bilgisi mevcuttur, ancak bu bilgi çoğu zaman dağınık, disiplinler arasında parçalı ve uygulamaya çevrilmesi güç bir formdadır.
- **Beceri:** Ekolojik planlama, uzaktan algılama, coğrafi bilgi sistemleri, yapay zekâ ve afet yönetimi arasındaki ilişki, çoğu kurumda ortak bir yetkinlik setine dönüşmemiştir.
- **Kurumsallaşma:** EPD-Net, yalnızca farkındalık üretmeyi değil, afet dirençliliği için planlama ve tasarım becerilerini geliştirecek bir akıllı eğitim modülü ve bu modülü taşıyacak bir öğrenme ağı oluşturmaya amaçlamaktadır.

EPD-Net'in tasarım mantığında uyarlanabilirlik, yani esnek ve senaryo bazlı eğitim yapısı, ön plana çıkan diğer önemli yaklaşımlardan biridir. Çünkü afet yönetiminde eğitim, durağan müfredat mantığıyla çalışmaz. Farklı tehlike profilleri, farklı mekânsal bağlamlar ve farklı kurumsal kapasiteler, aynı içeriğin her yerde aynı biçimde işlenmesini engeller. Bu süreçte dijital ve yeşil becerilerin kazandırılması, coğrafi bilgi sistemleri, uzaktan algılama ve yapay zekâ gibi teknolojilerin ekolojik planlama süreçlerine entegre edilmesi projedeki çabaların odak noktaları arasındadır.

Buradan hareketle EPD-Net'in kurumsal bağlamı üç temel özellik üzerinden özetlenebilir. Birincisi, proje ulusötesi ve çok paydaşlıdır; bu da yerelleştirme ile ölçeklenebilirlik arasındaki gerilimi yönetebilmek için gereklidir. İkincisi, proje modüler ve uyarlanabilir eğitim mantığına dayanır; bu da afet yönetimi alanındaki değişken ihtiyaçlara daha uygun bir öğrenme modeli sunar. Üçüncüsü, proje öğrenme ağı ile eğitim modülünü birlikte düşünür; yani bilgi üretimi ile bilgi dolaşımı birbirinden ayrılmaz. Şekil 1'de EPD-Net Projesinin temel yapısı özetlenmiştir.



Şekil 1. EPD-Net Projesinin temel özellikleri ve yapısı

Bu yapı, EPD-Net'i salt bir Erasmus+ faaliyeti olmaktan çıkarıp, doğa temelli çözümler alanında kurumsal kapasite inşasına dönük daha geniş bir tasarım denemesi hâline getirmektedir.

BULGULAR

EPD-Net Projesi'nin ayırt edici yönü, eğitimi iş birliği, uygulama ve geri besleme ile birlikte çalışan bir ağ modeli olarak kurgulamasıdır. Projenin kendi tanıtımında bu yaklaşım açık biçimde görülmekte ve web sayfasında paylaşılmaktadır.

Bu bölümde projenin genel yapı ve hedefleriyle uyum kapsamında eğitim modeli bileşenleri ve proje süresi sonunda sürdürülebilir bir yapıya kavuşturulmasına yönelik çabalar kısaca özetlenmiştir.

EPD-Net Projesi Eğitim Modelinin Bileşenleri

EPD-Net Projesinin ilk bileşeni, modüler eğitim mimarisidir. EPD-Net'in uyarlanabilir akıllı eğitim modülü vurgusu, sabit ve tek biçimli bir ders yapısından bilinçli biçimde uzaklaştığını göstermektedir. Eğitim sürecinde senaryo temelli ve esnek bir sistem tasarlanmaktadır; bu da eğitimin tek bir bağlam için değil, farklı tehlike profilleri, farklı kurumsal kapasiteler ve farklı kullanıcı grupları için uyarlanabilir olması gerektiği varsayımına dayanmaktadır. Bu tercih, literatürdeki harmanlanmış öğrenme (blended learning) ve çok katmanlı kapasite geliştirme tartışmalarıyla uyumludur.

İkinci bileşen, iş birliği katmanıdır. EPD-Net öğrenme ağını, profesyonelleri, eğitimcileri ve paydaşları bir araya getiren ortak bir platform olarak tanımlanmaktadır. Bu ifade, bilginin doğrusal biçimde üretildiği ve tek yönlü dağıtıldığı klasik eğitim modelinden önemli ölçüde ayrılmaktadır. Burada amaç, yalnızca uzman bilgisini sahaya indirmek değildir; farklı aktörlerin deneyim, ihtiyaç ve uygulama bilgisini aynı ağ içinde dolaşıma sokmaktır. Bu mantık, öğrenme ağlarını yalnızca iletişim kanalı değil, bilgi üretim mekanizması olarak görmektedir. Ilgen vd. (2019), kentler arası öğrenmenin doğrudan kopyalama değil; çeviri, benimseme, içselleştirme ve yansıtma süreçlerinden geçtiğini göstermektedir. EPD-Net Projesinin iş birliği katmanı da benzer biçimde, bilgi paylaşımını çok aktörlü bir dönüşüm süreci olarak kurgulamaktadır. Bu yönüyle proje, mesleki eğitim ile kurumsal öğrenmeyi aynı zeminde birleştirmeye çalışmaktadır.

Üçüncü bileşen, yeşil ve dijital becerilerin entegrasyonudur. EPD-Net, yeşil becerileri teknik olmayan bir etik söylem olarak değil, dijital içerik, coğrafi analiz, yapay zekâ ve planlama bilgisinin birlikte çalıştığı hibrit bir yetkinlik alanı olarak ele almaktadır. Bu tercih, afet yönetiminde doğa temelli çözümleri yalnızca normatif olarak savunmak yerine, uygulanabilir ve öğretilebilir karar repertuarına dönüştürme potansiyeli taşır.

Dördüncü bileşen, geri besleme ve güncelleme mantığıdır. EPD-Net, esnek ve senaryo bazlı eğitim modülü ve öğrenme ağını bir arada kurgulayarak önemli bir adım atmaktadır. Böyle bir yapıda eğitim modülleri, yalnızca başlangıçta tasarlanıp bırakılan ürünler olmanın ötesine geçerek sahadan gelen yeni ihtiyaçlar, yeni tehlikeler, yeni araçlar ve yeni uygulama deneyimleri doğrultusunda gözden geçirilir, güncellenir ve geliştirilir.

Beşinci bileşen, çok paydaşlılık ve ölçekler arası dolaşımdır. Projenin çok ortaklı yapısı yalnızca niceliksel büyüklük değildir; modelin neden ulus ötesi ve çok aktörlü kurgulandığını da

açıklamaktadır. Afet yönetimi ve doğa temelli çözümler alanında bilgi, yalnızca üniversite içinde ya da yalnızca saha aktörlerinde toplanmaz. Planlama kurumları, araştırma merkezleri, meslek profesyonelleri, yerel yönetimler ve diğer paydaşlar farklı tür bilgi ve deneyimler üretirler. EPD-Net bu dağınık bilgi kümelerini ortak öğrenme zeminine taşımaya çalışan bir yapı sunmaktadır. Bu noktada projenin öğrenme ağı, farklı ölçeklerdeki aktörleri birbirine bağlayan kurumsal bir eşleştirme mekanizması olarak da düşünülmelidir. Bu, özellikle yerelleştirme ve proje sonrası sürdürülebilirlik açısından belirleyicidir.

Altıncı ve belki en kritik bileşen, proje mantığından ağ mantığına geçiştir. Çok sayıda eğitim projesi, değerli içerikler üretmesine rağmen proje sona erdiğinde kurumsal hafıza dağılmakta, dijital araçlar güncellenmemekte, modüller kullanılmamakta ve bilgi kaybedilmektedir. EPD-Net'in ağ modeli bu riski doğrudan aşmayı hedeflemektedir. Çünkü eğitim modülünü ve öğrenme ağını aynı sistem içinde düşünmektedir. Eğitim çıktısı tek başına sürdürülebilirlik üretmez. Sürdürülebilirlik ancak içeriğin bakımı, kullanıcı topluluğunun devamı, kurumlar arası temasın sürmesi ve yerle uyumlaştırma kapasitesinin korunmasıyla mümkün olur

Sürdürülebilirlik, Yerelleştirme ve Proje Sonrası Süreklilik

EPD-Net Projesi, proje süresince üretilen (üretilmesi hedeflenen) içerik miktarına değil, bu içeriğin proje sonrasında nasıl yaşatılacağına odaklanan bir sürdürülebilirlik politikasını ön plana çıkartmaktadır. Genelde eğitim projelerinin en zayıf olduğu aşama budur. Çoğu zaman modüller hazırlanır, ağlar ilan edilir, pilotlar uygulamalar gerçekleştirilir ancak sonrasında sistemin bakım, güncelleme ve sahiplenme süreçleri başıboş kalır. Bu riske karşılık, projede, öğrenme ağı ve uyarlanabilir eğitim modülünü bir arada ve birbirini tamamlayan bileşenler olarak tasarlanmaktadır.

Bu noktada sürdürülebilirlik, çıktı arşivleme yaklaşımının ötesine geçerek içeriklerin bakımı, güncellenmesi, geliştirilmesi ve kapasite yenilenmesi olarak tanımlanmaktadır. IUCN Global Standardı'nın da vurguladığı gibi doğa temelli çözümlerin doğrulanabilir, tasarlanabilir ve ölçeklenebilir müdahale rejimleri olarak benimsenmesi hayati öneme sahiptir. Bu ise bilgi üretiminin sabit değil, güncellenebilir olması gerektiği anlamına gelmektedir. Benzer biçimde kapasite geliştirme çalışmaları incelendiğinde, öğrenme faaliyetlerinin etkilerinin değerlendirilmesi gerekliliğinin tartışıldığı, uzun vadeli öğrenme döngülerinin sıklıkla yetersiz kaldığının vurgulandığı görülmektedir. Sterling vd. (2022), bu alandaki eksikliği, kapasite geliştirme çalışmalarına ait sağlam temelli ve kapsamlı bir değerlendirme yaklaşımının bulunmadığı şeklinde ifade ederken, Porzecanski vd. (2022) kapasite geliştirme için sistemsel bir yaklaşımın önemine dikkatleri çekmektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere proje sonrası süreklilik, içeriğin revizyonu, kullanıcı topluluğunun devamı ve kurumlar arası bilgi akışının sürmesiyle mümkündür.

Yerelleştirme, sürdürülebilirlik mantığının merkezindedir. Çünkü doğa temelli çözümler alanında aynı eğitim içeriğinin, aynı kontrol listesinin ya da aynı uygulama mantığının her kentte ve her kurumda aynı etkiyi üretmesi beklenemez. EPD-Net Projesinde bu yüzden esneklik, pedagojik bir tercih olmanın ötesinde, yerel tehlike profilleri ve kurumsal kapasite farklarına verilen yapısal bir karşılık olarak değerlendirilir. Kentler arası öğrenme literatürü de bunu desteklemektedir. EPD-Net

Projesi bağlamında yerelleştirme, içeriği yerel risk rejimi, kurumsal yetkinlik ve uygulama kültürü içinde yeniden çalışabilir hâle getirmektir.

Özet olarak proje sonrası süreklilik için en az dört kurumsal koşul gereklidir. Bunlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Modüllerin ve araçların düzenli güncellenmesi
- Ağın yalnızca proje ortaklarından ibaret kalmaması, kullanıcı topluluğuna dönüşmesi
- İçeriklerin farklı ülke ve kurum bağlamlarında uyarlanmasını üstlenecek yerel odakların oluşması
- Sürdürülebilirlik iddiasının gerçekten işleme için izleme ve değerlendirme mekanizması

Burada çok paydaşlı yapı avantaj sağladığı kadar riskler de içermektedir. Temel avantaj farklı bilgi türlerini ve uygulama deneyimlerini bir araya getirme potansiyelinin güçlü oluşudur. Fakat aynı yapı, koordinasyon maliyeti, önceliklerin belirsizleşmesi ve sahiplenme belirsizliği de yaratabilir. Topluluk-üniversite iş birliği çerçevesinde yapılan çalışmalar, çok yıllık ve çok ölçekli iş birliklerinin ancak açık roller, karşılıklı fayda ve süreklilik mekanizmaları ile ayakta kalabildiğini göstermektedir. Bu nedenle EPD-Net'in proje sonrası başarısı, web sitesinin açık kalmasından çok, öğrenme ağının örgütlü biçimde yaşamaya devam edip etmemesi ile son derece ilişkilidir.

TARTIŞMA

Doğa temelli çözümler alanı tanım, standart ve tipoloji bakımından önemli bir olgunluk düzeyine ulaşmıştır. EPD-Net Projesi bu kapsamda doğa temelli çözümlerin yeniden tanımlanması yerine uyarlanabilir akıllı bir eğitim platformu ve sürekli öğrenme ağı sayesinde geleneksel yaklaşım ve uygulamalardan farklılık arz eden bir yapı tasarlamayı hedeflemektedir. Bu tasarım mimarisi, doğa modüler eğitim, ortak öğrenme ve kurumsal iş birliğini aynı sistem içine entegre etmeye odaklanmaktadır.

Bununla birlikte, EPD-Net'in sağlaması hedeflenen katkıyı her şeye çözümler sunan mucizevi bir çıktı olarak görmemek gerekir. Çünkü çok ortaklı ve çok ülkeli ağlar teorik olarak güçlü görünse de, pratikte koordinasyon maliyeti, rol belirsizliği ve iş sorumluluğu/sahiplenme konusunda isteksizlik üretme eğilimindedir. Hedeflenen ağın proje sonrasında nasıl yönetileceği, kim tarafından güncelleneceği, hangi içeriklerin hangi sıklıkla revize edileceği ve yerel bağlamlara uyarlama sorumluluğunun nasıl paylaşılacağı kurumsal başarının asıl sınavıdır. Eğitim ağı kurmak ile o ağı yaşatmak şüphesiz farklı şeylerdir. Bu nedenle EPD-Net'in güçlü yanı ağ kurması değil, ağı sürdürebilecek yönetim ve bakım kapasitesini gerçekten üretip üretemeyeceğidir.

İkinci kritik mesele, yerelleştirmedir. Kentler arası öğrenme literatürünün bilginin basit transferlerle işlemediğini, çeviri, benimseme, içselleştirme ve yansıtma evrelerinden geçtiğini ön plana çıkardığı düşünüldüğünde, EPD-Net içeriğinin değer üretmesi için yerel uygulama kültürleri içinde bilginin içselleştirilmesi gerekecektir. EPD-Net'in proje sonrasındaki gücü ve sürdürülebilirlik başarısı bu çerçevede ölçülecektir.

Diğer tartışma konusu, değerlendirme ve kanıt meselesidir. EPD-Net gibi projeler genellikle modül sayısı, etkinlik sayısı, ortak sayısı veya katılımcı sayısı üzerinden görünürlük olmasına rağmen bunlar aslında faaliyet göstergeleridir; kurumsal etki göstergeleri değildir. Eğer proje gerçekten afet

yönetiminde doğa temelli çözümler için kalıcı kapasite üretebilirse, şu soruların da yanıtlanması gerekecektir:

- Eğitim sonrasında hangi kurumlarda karar üretme pratikleri değişti?
- Hangi içerikler yerleştirildi?
- Hangi kullanıcı toplulukları aktif kaldı?
- Hangi araçlar rutin kullanıma dahil oldu?
- Hangi bilgi akışları proje sonrasında da devam etti?

Yeşil ve dijital becerilerin entegrasyonu kritik konulardan bir diğeri olarak ele alınabilir. EPD-Net Projesindeki bu hedef, her ne kadar çağdaş ve stratejik bir iddia olsa da, bazı önemli riskleri de barındırmaktadır. Öncelikle teknolojik söylemin proje anlatısının önüne geçmesi durumunda ekolojik planlama ve doğa temelli çözümler gereğinden fazla teknikleştirilir. İkinci olarak, dijital araçların varlığı, kurumsal benimseme ve uygulama kalitesinin otomatik olarak yükseleceği anlamına gelmez. Bu nedenle EPD-Net Projesindeki dijitalleşme iddiası, pedagojik ve yönetsel işlevler üzerinden değerlendirilmelidir. Asıl başarı, yapay zekâ vurgusunun görünür kılınmasından ziyade dijital araçların gerçekten ortak öğrenmeyi, senaryo temelli analizi ve karar destek kapasitesini güçlendirip güçlendirmedir.

SONUÇ

Bu bildiriye, 32 ortaklı bir AB Projesi olarak yürütülmekte olan EPD-Net Projesi, amaç ve hedeflerinin yanı sıra, sağladığı özgün katkılar, projenin kendi başarı riskleri ve sürdürülebilirlik kapsamındaki hedef ve kaygılarla birlikte tartışılarak sunulmuştur. Giderek artan afet riskleri ve yaşanan kayıplar göz önüne alındığında sadece ülkemizde değil dünyanın pek çok bölgesinde eylem ve söylem arasında ciddi boşluklar oluştuğu kaçınılmaz bir gerçektir. İyi niyetlerle başlatılan girişim ve projelerin önemli bir kısmı hızlı ve süreli biçimde tüketilmekte, doğru ihtiyaçlara odaklanma konusunda kritik unsurları gözden kaçırmakta ve bir süre sonra raf ömrünü dolduran çıktılara dönüşmektedir. Bu sorunlar da göz önüne alınarak EPD-Net Projesinde kullanılan ve ihtiyaç duyulan uyarlanabilirlikte bir öğrenme ve uygulama zemini bulması beklenen bir öğrenme platformu, bu platformun tozlu raflarda kalmasını engelleyecek ve sürekli fayda üretmesi güvence altına alınacak bir ağ yapılanması / iş birliği modeli bir arada ve entegre biçimde sunulmuştur.

EPD-Net Projesi, doğa temelli çözümleri bir kez daha teorik olarak savunmaktan çok, onları öğretilebilir, paylaşılabilir, yerleştirilebilir ve proje sonrasında da yaşatılabilir bir bilgi rejimine dönüştürme girişimi olarak okunmalıdır. Bu, literatürdeki boşluğa denk düşen anlamlı bir çabadır. Ancak burada başarı iddiası peşinen verilmemelidir. Proje, kurduğu ağın canlılığını, içeriklerin uyarlanabilirliğini ve proje sonrası bakım kapasitesini gösterebildiği ölçüde güçlü olacaktır. Dolayısıyla EPD-Net'in değeri, vaat ettiği şeyde değil; vaat ettiği şeyi proje sonrasında kurumsal rutine dönüştürüp dönüştüremeyeceğinde yatmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, Avrupa Birliği tarafından eş finansmanı sağlanan bir Erasmus+ Programı projesi olan “Filling The Gap: Development of Ecological Planning and Design Learning Network And An Adaptive Smart Training Module For Disaster Resilient And Sustainable Cities (EPD-Net)” kapsamında geliştirilen kuramsal ve uygulamalı birikimden yararlanmıştır. Yazarlar, proje

ortaklarının katkıları ve iş birliği için teşekkür eder. Bu yayında ifade edilen görüşler yalnızca yazarlara aittir; Avrupa Birliği ve ilgili program otoriteleri bu görüşlerden sorumlu tutulamaz.

KAYNAKÇA

Anderson, V., Gough, W. A., Agic, B., Cohen-Shacham, E., Cumming, G. S., DeClerck, F., Geijzendorffer, I. R., Jacob, C., Kertész, Á., Krawchuk, M. A., Kumar, R., Maginnis, S., Mirzabaev, A., Pfeifer, M., Pinto-Correia, T., et al. (2022). A typology of nature-based solutions for sustainable development: An analysis of form, function, nomenclature, and associated applications. *Land*, 11(7), 1072. <https://doi.org/10.3390/land11071072>

Campagnaro, T., Sitzia, T., Bridgewater, P., Evans, D., & Ellis, E. C. (2022). Capacity development challenges and solutions for Natura 2000: An approach through blended learning. *Oryx*, 56(5), 717-726. <https://doi.org/10.1017/S0030605322000679>

Castelo, S., Silva, C. M., & Marques, C. P. (2023). Challenges and opportunities in the use of nature-based solutions for urban adaptation. *Sustainability*, 15(9), 7243. <https://doi.org/10.3390/su15097243>

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (Eds.). (2016). Nature-based solutions to address global societal challenges. IUCN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en>

Dodman, D., Hayward, B., Pelling, M., Castán Broto, V., Chow, W., Chu, E., Dawson, R., Khirfan, L., McPhearson, T., Prakash, A., Zheng, Y., & Ziervogel, G. (2022). Cities, settlements and key infrastructure. In H.-O. Pörtner et al. (Eds.), *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability* (pp. 907-1040). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.008>

Frantzeskaki, N. (2019). Seven lessons for planning nature-based solutions in cities. *Environmental Science and Policy*, 93, 101–111. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.033>

Ilgen, S., Sengers, F., & Wardekker, A. (2019). City-to-city learning for urban resilience: The case of water squares in Rotterdam and Mexico City. *Water*, 11(5), 983. <https://doi.org/10.3390/w11050983>

International Union for Conservation of Nature. (2020). IUCN global standard for nature-based solutions: A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS (1st ed.). IUCN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.en>

Maes, J., & Jacobs, S. (2017). Nature-Based Solutions for Europe's Sustainable Development. *Conservation Letters*, 10(1), 121–124. <https://doi.org/10.1111/conl.12216>

Malcolm, T. R., Kman, N. E., Khandelwal, S., & Martin, C. (2022). Utilization of the TRAIN Learning Network for online disaster medicine and public health training during the COVID-19 pandemic. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 16(6), 2483-2487. <https://doi.org/10.1017/dmp.2022.170>

Nehren, U., Arce-Mojica, T., Barrett, A. C., Cueto, J., Doswald, N., Janzen, S., Lange, W., Minucci, G., Sandholz, S., & Walz, Y. (2023). Towards a typology of nature-based solutions for disaster risk reduction. *Nature-Based Solutions*, 3, 100057. <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2023.100057>

Porzecanski, A. L., Sterling, E. J., Copsey, J. A., Appleton, M. R., Barborak, J. R., Bruyere, B. L., et al. (2022). A systems framework for planning and evaluating capacity development in conservation: Recommendations for practitioners. *Oryx*, 56(5), 671-680. <https://doi.org/10.1017/S003060532100154X>

Renaud, F. G., Sudmeier-Rieux, K., Estrella, M., & Nehren, U. (2020). Ecosystem-based disaster risk reduction: Implementing nature-based solutions for resilience. *UNDRR*.

Sterling, E. J., Sigouin, A., Betley, E., Zavaleta Cheek, J., Solomon, J. N., Landrigan, K., et al. (2022). The state of capacity development evaluation in biodiversity conservation and natural resource management. *Oryx*, 56(5), 728-739. <https://doi.org/10.1017/S0030605321000570>

United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2015). Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030. United Nations.

United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2021). Words into Action: Nature-based solutions for disaster risk reduction. *UNDRR*.

Utunen, H., Balaciano, G., Arabi, E., Tokar, A., Bhatiasevi, A., & Noyes, J. (2024). Learning interventions and training methods in health emergencies: A scoping review. *PLOS ONE*, 19(7), e0290208. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290208>

İnternet Kaynakları

http-1. Project overview. www.epd-net.org. Erişim tarihi: 5.03.2026

DEATHS DUE TO INDOOR AIR POLLUTION: A SYSTEMATIC REVIEW

Sabina KHANAM

Department of Zoology

Maulana Abul Kalam Azad Faiz-e-Aam Mahavidyalaya,
Asalatganj, Kanpur (Kanpur University, India)

ABSTRACT

Indoor (household) air pollution—primarily from burning solid fuels (biomass, coal) and kerosene for cooking and heating—remains a major global health risk, especially in low- and middle-income countries. This review synthesizes evidence on mortality attributable to indoor air pollution and its main causes.

Electronic databases were searched for observational studies, burden-of-disease analyses, and randomized or quasi-experimental interventions reporting mortality outcomes associated with indoor/household air pollution. Eligible studies included adults or children with quantified exposure to indoor combustion sources or household air pollution indicators and reported all-cause or cause-specific mortality. Data were extracted on study design, population, exposure metrics, outcomes, and effect estimates. Where appropriate, results were summarized narratively and, when sufficiently homogeneous, pooled using random-effects meta-analysis. Across included studies, indoor air pollution was consistently associated with increased mortality. Household air pollution from solid fuel use was linked to higher all-cause mortality and elevated cause-specific mortality from:

- Cardiovascular disease (ischemic heart disease, stroke)
- Chronic respiratory disease (COPD, chronic bronchitis)
- Acute lower respiratory infections in children under 5

Pooled estimates from multiple studies generally indicated a 10–50% higher risk of major cardiorespiratory mortality among individuals exposed to household air pollution compared with those using cleaner fuels. Global burden estimates attribute millions of deaths annually to indoor air pollution, with the greatest burden in sub-Saharan Africa and South/Southeast Asia. Women and young children, who spend more time near household combustion sources, were disproportionately affected.

Evidence from observational studies, meta-analyses, and burden-of-disease assessments indicates that indoor air pollution is a major, preventable cause of premature death worldwide. Transition from solid fuels to clean household energy (e.g., LPG, electricity, biogas), alongside improved housing and ventilation, is likely to yield substantial reductions in mortality, particularly from cardiovascular and respiratory diseases and childhood pneumonia.

DİJİTAL ŞİDDET VE KADIN SAĞLIĞI DIGITAL VIOLENCE AND WOMEN'S HEALTH

Beyza ERÇEN

Arş. Gör., Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Yusuf Şerefoğlu Sağlık Bilimleri Fakültesi, Doğum ve Kadın Hastalıkları Hemşireliği ABD, Kilis, TÜRKİYE

ORCID: 0009-0005-1092-9627

Ebru GÖZÜYEŞİL

Prof., Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik, Adana, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-9193-2182

ÖZET

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı dönüşümün bir sonucu olarak ortaya çıkan kadına yönelik dijital şiddet olgusunu, özellikle dijital ısrarlı takip ve kadın sağlığı üzerindeki biyopsikososyal etkileri çerçevesinde derinlemesine incelemeyi amaçlamaktadır. Dijital şiddet; anonimlik, kalıcılık ve mekândan bağımsızlık gibi karakteristik yapısal özellikleriyle geleneksel şiddet türlerinden keskin bir biçimde ayrılmakta ve modern dünyada kadın sağlığını çok boyutlu bir risk alanına taşımaktadır. Yapılan kapsamlı literatür analizi sonucunda; siber zorbalık, dijital flört şiddeti ve yapay zekâ destekli siber saldırıların kadınlarda hipotalamus-hipofiz-adrenal (HPA) aksını kronik olarak aktive ettiği; bu durumun ise kronik ağrılar, mide-bağırsak sistem bozuklukları, şiddetli uyku düzensizlikleri ve travma sonrası stres belirtileri gibi somut fiziksel ve ruhsal sağlık sorunlarına yol açtığı saptanmıştır.

Çalışmada ayrıca, dijital ısrarlı takip eylemlerinin kadınları "dijital yalnızlığa" sürükleyerek mevcut sosyal destek ağlarından kopardığı ve bu durumun yarattığı ağır toplumsal işlev kaybı nedeniyle iyileşme süreçlerini ciddi düzeyde engellediği vurgulanmıştır. Türkiye’de yasal mevzuata eklenen ısrarlı takip suçunun klinik pratikle tam entegrasyonu, şiddet döngüsünün kırılması ve mağdurların korunması açısından hayati bir önem taşımaktadır. Sonuç olarak; dijital şiddetle mücadelede sağlık profesyonellerinin ilk gözlemci, eğitici ve savunucu rollerini klinik ortamda aktif bir şekilde kullanmaları, sağlık sisteminin her basamağında kanıta dayalı standart tarama protokollerinin oluşturulması ve koruyucu teknolojik araçların yaygınlaştırılması önerilmektedir. Dijital şiddetle mücadele, kadının yaşam hakkını ve insanlık onurunu korumayı hedefleyen, teknolojik gelişmeleri güvenli bir bakım ortamına dönüştüren multidisipliner ve bütüncül bir strateji olarak ele alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Dijital Şiddet, İsrarlı Takip, Kadın Sağlığı, Halk Sağlığı, Hemşirelik.

ABSTRACT

It aims to examine in depth the phenomenon of digital violence against women, which has emerged as a result of the rapid transformation in information and communication technologies, particularly within the framework of digital stalking and its biopsychosocial effects on women's health. Digital violence sharply differs from traditional forms of violence due to its characteristic structural features such as anonymity, permanence, and independence from location, and it poses a multidimensional risk to women's health in the modern world. As a result of the comprehensive literature review conducted; cyberbullying, digital dating violence, and AI-assisted cyberattacks chronically activate the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis in women; and that this condition leads to concrete physical

and mental health problems such as chronic pain, gastrointestinal disorders, severe sleep disturbances, and post-traumatic stress symptoms. The study also emphasizes that persistent digital stalking drives women into "digital isolation," disconnecting them from their existing social support networks and seriously hindering their recovery processes due to the severe loss of social functioning that this situation creates. The full integration of the crime of persistent stalking, added to the legal framework in Turkey, is of vital importance in terms of breaking the cycle of violence and protecting victims. In conclusion, it is recommended that healthcare professionals actively utilize their roles as initial observers, educators, and advocates in the clinical setting to combat digital violence, that evidence-based standard screening protocols be established at every level of the healthcare system, and that protective technological tools be widely disseminated. Combating digital violence should be approached as a multidisciplinary and comprehensive strategy that aims to protect women's right to life and human dignity, transforming technological developments into a safe care environment.

Keywords: Digital Violence, Stalking, Women's Health, Public Health, Nursing.

GİRİŞ

Bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan devrim niteliğindeki gelişmeler, toplumsal etkileşim biçimlerini kökten değiştirmiş ve insan yaşamının her alanını dijital platformlara taşımıştır. Bu dijital dönüşüm bir yandan bilgiye erişim ve küresel iletişim imkânlarını artırırken, diğer yandan bireylerin maruz kaldığı risk ve tehditlerin boyut değiştirmesine zemin hazırlamıştır (Özgür, 2022; Machado ve ark., 2024). Bu bağlamda şiddet olgusu, artık sadece fiziksel alanla sınırlı kalmayıp teknolojik araçlar vasıtasıyla sanal ortamlara evrilerek "dijital şiddet" kavramını doğurmuştur (Kurt, 2021; Turan ve Akdeniz, 2021). Dijital şiddet; internet, sosyal medya, mesajlaşma uygulamaları ve çeşitli dijital araçlar kullanılarak bireylerin kontrol edilmesi, tehdit edilmesi, aşağılanması veya taciz edilmesini kapsayan çok boyutlu bir fenomen olarak tanımlanmaktadır (Zorlu, 2021; Karakuş, 2024).

Dünya genelinde dijital şiddet her yaştan ve her cinsiyetten bireyi etkilese de literatürdeki veriler bu şiddet türünün toplumsal cinsiyet temelinde şekillendiğini ve kadınların orantısız bir şekilde hedef alındığını açıkça göstermektedir (Akan ve Gürhan, 2020; Henry ve ark., 2020). Kadına yönelik dijital şiddet, geleneksel şiddetin bir uzantısı olarak karşımıza çıkmakta; ancak anonim kalabilmesi, şiddetin mekândan bağımsız olarak 7/24 devam edebilmesi ve içeriğin dijital ortamda hızla yayılması gibi nedenlerle mağdur üzerindeki yıkıcı etkisini derinleştirmektedir (Çarkıcı ve Akarçay Ulutaş, 2025; Vahedi ve ark., 2024). Özellikle genç yetişkin kadınlar arasında dijital flört şiddeti ve siber zorbalık deneyimlerinin artması, bu durumun kadının biyopsikososyal bütünlüğünü tehdit eden evrensel bir sorun haline geldiğini göstermektedir (Kurtuluş ve Yıldız, 2023; Özpişkin ve ark., 2025).

Dijital şiddetin son yıllarda öne çıkan alt başlıklarından biri, "Dijital Israrlı Takip" (Digital Stalking) eylemleridir. Israrlı takip; mağdurun rızası olmaksızın çevrimiçi faaliyetlerinin sürekli gözlenmesi, sosyal medya üzerinden konumunun ve özel yaşamının takip edilmesi, sahte hesaplarla sistematik olarak taciz edilmesi gibi davranışlar bütünüdür (Taşkın, 2023; İmret, 2024). Bu durum, kadınların mahremiyet alanlarını ihlal ederek ciddi bir güvenlik kaygısı yaratmakta ve bireyi "dijital yalnızlığa" sürükleyerek sosyal hayattan koparmaktadır (Akbaş, 2026; Coşkun, 2023). Araştırmalar, ısrarlı takip davranışlarının sadece bir rahatsızlık değil, kadın sağlığını derinden sarsan bir travma kaynağı olduğunu ortaya koymaktadır (Boydağ, 2025; Løkkeberg ve ark., 2024).

Kadın sağlığı perspektifinden bakıldığında, dijital şiddetin etkileri anlık bir tepkinin çok ötesine geçmektedir. Literatürde; dijital şiddet ve ısrarlı takibe maruz kalan kadınlarda yüksek düzeyde

anksiyete, depresyon, travma sonrası stres bozukluğu, uyku sorunları ve ileri vakalarda intihar düşüncesi gibi ağır ruh sağlığı tabloları bildirilmektedir (Chen ve Chan, 2022; Srivastava ve ark., 2023). Günümüzde yapay zekâ teknolojilerinin gelişmesiyle ortaya çıkan sahte (deepfake) içerikler ve dijital şantaj (sextortion) gibi yeni nesil şiddet türleri, kadınlarda "dijital travma" olarak tanımlanan ve onarılması güç psikolojik hasarlar bırakabilen bir boyuta ulaşmıştır (Umar, 2025; Hong ve ark., 2020). COVID-19 pandemisi gibi kriz dönemlerinde dijital araç kullanımının zorunlu artışı, bu risk faktörlerini daha da tetikleyerek ev içi şiddetin dijital platformlarda görünmez bir biçimde sürmesine neden olmuştur (Emezue, 2020; Emezue ve Bloom, 2021).

Tüm bu güncel gelişmeler, sağlık profesyonellerinin dijital şiddet olgusuna yaklaşımını yeniden şekillendirmeyi zorunlu kılmaktadır. Kadınların sağlık sistemine başvurduğu pek çok noktada dijital şiddet bulgularını tanıyabilmek, riskli grupları belirlemek ve kanıta dayalı müdahale stratejileri geliştirmek büyük önem arz etmektedir (Huang ve ark., 2022; Oh ve Ahn, 2025). Özellikle adli ve klinik vakalarda dijital kanıtların yönetimi ve mağdurlara sunulan psikososyal destek mekanizmalarının etkinliği, kadının iyilik halinin yeniden sağlanması için önemlidir (Russo ve ark., 2019; Cezlan, 2022). Bu derleme çalışması, kadına yönelik dijital şiddetin kavramsal çerçevesini çizmek, özellikle dijital ısrarlı takip davranışlarının kadın sağlığı üzerindeki etkilerini güncel literatür verileriyle ortaya koymak ve sağlık disiplinleri için çözüm önerileri sunmak amacıyla hazırlanmıştır.

DİJİTAL ŞİDDET KAVRAMI VE TÜRLERİ

Dijital şiddet; bilgi ve iletişim teknolojilerinin sağladığı hız, anonimlik ve süreklilik gibi özelliklerin bir baskı aracına dönüştürülmesiyle karakterize edilen karmaşık bir olgudur (Kurt, 2021; Özgür, 2022; Turan ve Akdeniz, 2021). Kavramın teorik temeli incelendiğinde; fiziksel şiddetin dijital bir uzantısı olmanın ötesinde, mekândan bağımsız ve mağdura 7/24 ulaşabilen kendine özgü bir saldırganlık biçimi olduğu görülmektedir (Zorlu, 2021; Karakuş, 2024; Çarkıcı ve Akarçay Ulutaş, 2025). Bu süreçte şiddetin türleri birbirinden keskin çizgilerle ayrılmamakta, aksine siber zorbalıktan dijital flört şiddetine, ısrarlı takipten yapay zekâ destekli saldırılara kadar geniş bir yelpazede iç içe geçmektedir (Henry ve ark., 2020; Seçgin ve Tarı Selçuk, 2023; Turan ve Akdeniz, 2021). Özellikle risk toplumunda siber zorbalık eylemlerinin, genç yetişkinlerde yalnızlık duygusunu pekiştirdiği ve çevresel faktörlerle birleşerek mental sağlığı ciddi düzeyde bozduğu saptanmaktadır (Phan ve ark., 2022; Özgür, 2022; Karakuş, 2021).

Siber zorbalık ve taciz eylemleri, dijital şiddetin en yaygın görünen yüzü olarak, bireylerin sosyal medya ve mesajlaşma platformları üzerinden sistematik nefret söylemiyle dışlanmasını hedeflemektedir (Kurt, 2021; Phan ve ark., 2022; Ho ve ark., 2025). Ancak bu tacizlerin şiddeti, "dijital flört şiddeti" olarak adlandırılan partnerler arası kontrol mekanizmalarıyla birleştiğinde daha yıkıcı bir boyuta ulaşmaktadır (Samav Gürcü, 2025; Løkkeberg ve ark., 2024; Kurtuluş ve Yıldız, 2023). Partnerlerin birbirlerinin dijital izlerini denetlemesi, şifre paylaşımına zorlaması ve sürekli konum takibi yoluyla çevrimiçi hareketlerini kısıtlaması, flört şiddetinin sadece duygusal değil gözetim aracına dönüştüğünü göstermektedir (Seçgin ve Tarı Selçuk, 2023; Schokkenbroek ve ark., 2022; Machado ve ark., 2024). Literatürde, yetişkin kadınların maruz kaldığı bu çevrimiçi psikolojik şiddetin, çevrimdışı şiddet deneyimleriyle paralellik gösterdiği, mağdurun özsaygısını derinden sarstığı ve sosyal geri çekilmeye yol açtığı vurgulanmaktadır (Schokkenbroek ve ark., 2022; Samav Gürcü, 2025; Løkkeberg ve ark., 2024). Bu durum literatürde "dijital ısrarlı takip" (digital stalking) ile doğrudan ilişkilendirilmekte;

mağduru dijital araçlarla rızası dışında adım adım izlemesi, TCK 123/A kapsamında cezai karşılığı olan hukuki bir suç olarak ele alınmaktadır (Taşkın, 2023; İmret, 2024; Boydağ, 2025).

Teknolojik evrimin şiddet üzerindeki en güncel ve tehlikeli yansıması ise yapay zekâ ve "deepfake" teknolojilerinin kötüye kullanımındır (Umar, 2025; Karakuş Umar, 2020; Ho ve ark., 2025). Mağdurun görüntüsünün veya sesinin rızası dışında sahte cinsel içerikli materyallere dönüştürülmesi, kadının itibarını hedef alan ideolojik bir şiddet biçimi olarak literatürde "dijital travma" başlığı altında incelenmektedir (Umar, 2025; Sarkar, 2025; Hong ve ark., 2020). Bu eylemler sıklıkla cinsel şantaj (sextortion) ile birleşerek mağdurun toplumsal bağlarını koparmayı ve onu dijital bir yalnızlığa itmektedir (Srivastava ve ark., 2023; Akbaş, 2026; Coşkun, 2023). Araştırmalar, bu tür dijital cinsel şiddet maruziyetinin adölesanlar arasında intihar riskini anlamlı düzeyde artırdığını ve dijital iyi oluşu (digital well-being) kalıcı olarak zedelediğini göstermektedir (Srivastava ve ark., 2023; Ho ve ark., 2025; Henry ve ark., 2020). Şiddetin bu çok boyutlu yapısı; dijital oyunların eril diliyle pekişmekte ve profesyonel hayatın bir parçası olan video mülakatlar gibi alanlara dahi sızarak kadınların mahremiyetini ve güvenliğini her platformda tehdit etmektedir (Vatandaş, 2021; Karakuş Umar, 2020; Ho ve ark., 2025).

Sonuç olarak dijital şiddet; tanımı, kapsamı ve sürekli evrilen türleriyle kadının fiziksel ve ruhsal sağlığını doğrudan tehdit eden bir halk sağlığı problemidir (Akan ve Gürhan, 2020; Özgür, 2022; Çıtak ve Yücel, 2022). Literatür, dijital istismar deneyimlerinin uyku bozuklukları, anksiyete, depresyon ve travma sonrası stres belirtileri gibi somut kadın sağlığı sorunları doğurduğunu bildirmektedir (Løkkeberg ve ark., 2024; Chen ve Chan, 2022; Phan ve ark., 2022). Bu bütünlük yapı, dijital şiddetle mücadelede sadece teknik önlemlerin değil, toplumsal cinsiyet eşitliği temelli ve "mor dijital uygulama"lar gibi teknolojik destekleri de içeren kapsamlı kadın sağlığı stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (Hanikoğlu ve Akman, 2024; Oh ve Ahn, 2025; Taşkın, 2023).

DİJİTAL ISRARLI TAKİP

Dijital ısrarlı takip; bir bireyin rızası olmaksızın, bilgi ve iletişim teknolojileri aracılığıyla sistematik bir biçimde izlenmesi, denetlenmesi ve rahatsız edilmesini kapsayan ağır bir şiddet eylemidir (Taşkın, 2023; İmret, 2024; Boydağ, 2025). Literatürde bu olgu; mağdurun sosyal medya hareketlerinin sürekli kontrol edilmesi, casus yazılımlar (stalkerware) ile cihazlarına sızılması, konum verilerinin rızasız takibi ve sahte hesaplar üzerinden yürütülen tacizleri içeren geniş bir saldırganlık yelpazesi olarak tanımlanmaktadır (Boydağ, 2025; Løkkeberg ve ark., 2024; Taşkın, 2023). İsrarlı takip eylemleri, mağdur üzerinde sürekli bir denetim altında olma hissi yaratarak bireyin mahremiyet alanını ihlal etmekte ve ciddi bir güvenlik kaygısına yol açmaktadır (Akbaş, 2026; Coşkun, 2023; Boydağ, 2025). Özellikle kadınlar, dijital dünyada bu tür sistematik takibin birincil hedefi haline gelmiş olup, bu durum bireyin toplumsal hayattan çekilmesine ve dijital yalnızlığa sürüklenmesine neden olmaktadır (Akbaş, 2026; Coşkun, 2023; Karakuş, 2021).

Hukuki boyutuyla ele alındığında, Türkiye’de 5237 sayılı Türk Ceza Kanunu’na eklenen 123/A maddesi ile "İsrarlı Takip Suçu", bağımsız bir suç tipi olarak düzenlenmiş ve dijital araçlarla gerçekleştirilen takip eylemleri de bu kapsamda cezai müeyyideye bağlanmıştır (Taşkın, 2023; İmret, 2024). Bu yasal düzenleme; mağdurun huzur ve sükûnunun bozulmasını, kendisi veya yakınlarının güvenliğine yönelik ciddi endişe duymasını hedefleyen sistematik davranışları cezalandırmayı amaçlamaktadır (İmret, 2024; Taşkın, 2023). Ancak literatürde, yasal düzenlemelerin varlığına rağmen ısrarlı takip eylemlerinin dijital ortamdaki anonimlik ve delil karartma kolaylığı nedeniyle kanıtlanmasının zor olduğu, bu durumun ise

mağdurların adli makamlara başvuru sürecini olumsuz etkilediği vurgulanmaktadır (Taşkın, 2023; İmret, 2024; Karakuş, 2024).

Dijital ısrarlı takibin kadın sağlığı üzerindeki etkileri, kronik bir travma süreci olarak değerlendirilmektedir (Boydağ, 2025; Løkkeberg ve ark., 2024). Mağdur kadınlarda; sürekli izlenme korkusuna bağlı olarak gelişen yoğun anksiyete, panik ataklar, travma sonrası stres bozukluğu ve derin depresif belirtiler en sık rastlanan ruh sağlığı sorunlarıdır (Boydağ, 2025; Løkkeberg ve ark., 2024; Chen ve Chan, 2022). Araştırmalar, ısrarlı takip maruziyetinin kadınlarda özsaygıyı azalttığını, sosyal izolasyonu tetiklediğini ve bireyin günlük yaşam aktivitelerini sürdürmesini güçleştirdiğini bildirmektedir (Boydağ, 2025; Coşkun, 2023; Schokkenbroek ve ark., 2022). Ayrıca, bu psikolojik baskının somatik yansımaları olarak kronik baş ağrıları, mide-bağırsak sorunları ve şiddetli uyku bozuklukları somut sağlık çıktıları olarak kaydedilmiştir (Boydağ, 2025; Løkkeberg ve ark., 2024; Chen ve Chan, 2022).

DİJİTAL ŞİDDETİN KADIN SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Dijital şiddet ve ısrarlı takip maruziyeti, organizmanın homeostatik dengesini bozan kronik bir stresör olarak işlev görmekte ve kadın sağlığını çok katmanlı bir risk alanına hapsedmektedir (Løkkeberg ve ark., 2024; Chen ve Chan, 2022). Bu şiddet türünün yarattığı biyolojik stres yanıtı; sürekli izlenme, taciz edilme ve tehdit hissi nedeniyle hipotalamus-hipofiz-adrenal (HPA) aksının kronik aktivasyonuna yol açarak kortizol gibi stres hormonlarının kontrolsüz salınımını tetiklemektedir (Boydağ, 2025; Løkkeberg ve ark., 2024; Srivastava ve ark., 2023). Literatürde, dijital şiddet mağduru kadınlarda bu fizyolojik bozulmanın somatik yansıması olarak kronik baş ağrıları, çarpıntı, mide-bağırsak sorunları ve yaygın kas ağrıları gibi semptomlar geleneksel şiddet türlerine oranla daha sık ve kalıcı olarak kaydedilmektedir (Boydağ, 2025; Chen ve Chan, 2022; Russo ve ark., 2019). Özellikle dijital ortamdaki ısrarlı takip eylemleri sonucu gelişen "tetikte olma" (hypervigilance) hali, kadınların sirkadiyen ritmini bozarak uykuya dalma güçlüğü, kabuslar ve yetersiz uyku kalitesi gibi kronik uyku bozukluklarına neden olmaktadır (Løkkeberg ve ark., 2024; Boydağ, 2025; Phan ve ark., 2022).

Psikolojik etkiler boyutu incelendiğinde, dijital şiddetin yarattığı travmanın derinliği; saldırganın anonimliği, içeriğin dijital ayak izi bırakarak kalıcı olması ve mekândan bağımsızlık özellikleri nedeniyle katlanarak artmaktadır (Umar, 2025; Henry ve ark., 2020; Srivastava ve ark., 2023). Araştırmalar, özellikle deepfake gibi yapay zekâ destekli cinsel içerikli materyallere maruz kalan kadınlarda, Travma Sonrası Stres Bozukluğu (TSSB) belirtilerinin geleneksel cinsel saldırı mağdurlarıyla benzer düzeylerde seyrettiğini ortaya koymaktadır (Umar, 2025; Karakuş Umar, 2020; Ho ve ark., 2025). Mağdur kadınlarda gelişen yoğun anksiyete, panik bozukluklar ve kontrol kaybı hissi; sıklıkla özsaygının yitirilmesi ve kendini suçlama eğilimleriyle birleşerek ağır klinik depresyon tablolarının oluşmasına zemin hazırlamaktadır (Srivastava ve ark., 2023; Chen ve Chan, 2022; Samav Gürcü, 2025). Literatürde, dijital şantaj (sextortion) ve rızasız cinsel içerik paylaşımı gibi eylemlerin ardından kadınlarda intihar düşüncesi ve girişimi riskinin anlamlı düzeyde yükseldiği, dijital iyi oluşun (digital well-being) ise telafisi güç şekilde hasar gördüğü vurgulanmaktadır (Srivastava ve ark., 2023; Ho ve ark., 2025; Henry ve ark., 2020).

Dijital şiddetin yarattığı sosyal yıkım, "dijital yalnızlık" ve "sosyal izolasyon" kavramları etrafında kadının toplumsal varlığını tehdit etmektedir (Akbaş, 2026; Coşkun, 2023; Karakuş, 2024). Mağdur kadınlar, sistematik dijital ısrarlı takipten ve siber tacizden korunabilmek adına sosyal medya hesaplarını kapatmakta, dijital dünyadan tamamen çekilmekte ve bu durum bireyin sosyal destek ağlarından kopmasına neden olan bir izolasyon süreci başlatmaktadır (Akbaş, 2026; Coşkun, 2023; Karakuş, 2024;

Karakuş, 2021). Sosyal izolasyon ve mahremiyet ihlalleri sonucu ortaya çıkan "toplumsal damgalanma" (stigma) korkusu, kadınların sağlık kuruluşlarına veya adli makamlara başvurmasını engelleyerek maruz kaldıkları sağlık sorunlarının "görünmez" kalmasına ve kronikleşmesine yol açmaktadır (Akan ve Gürhan, 2020; Seçgin ve Tarı Selçuk, 2023; Ho ve ark., 2025). Özellikle üniversite kampüslerinde teknoloji aracılı cinsel saldırılara maruz kalan genç kadınlarda, okul başarısında düşüş, akademik motivasyon kaybı ve kampüs alanlarında güvensizlik hissi gibi sosyal fonksiyon bozuklukları somut bulgular olarak bildirilmektedir (Ho ve ark., 2025; Hernando-Gómez ve ark., 2024; Özpişkin ve ark., 2025).

Sonuç olarak dijital şiddetin kadın sağlığı üzerindeki etkileri; biyolojik stres yanıtlarından ağır ruh sağlığı bozukluklarına, somatik şikayetlerden toplumsal işlev kaybına kadar uzanan girift bir yelpazede seyretmektedir (Akan ve Gürhan, 2020; Özgür, 2022; Çıtak ve Yücel, 2022). Literatür, adolesan ve genç yetişkin partner ilişkilerindeki dijital istismar deneyimlerinin sadece ruhsal değil, sosyal geri çekilme ve ilişki kalitesinde bozulma gibi uzun vadeli kadın sağlığı sorunları doğurduğunu vurgulamaktadır (Løkkeberg ve ark., 2024; Chen ve Chan, 2022; Samav Gürcü, 2025). Bu biyopsikososyal tablo, kadın sağlığı profesyonellerinin dijital şiddeti bir "halk sağlığı krizi" olarak ele almasını ve müdahale süreçlerinde kadının güvenliğini, dijital mahremiyetini ve psikososyal bütünlüğünü kapsayan bütüncül (holistik) stratejiler geliştirmesini zorunlu kılmaktadır (Hanikoğlu ve Akman, 2024; Oh ve Ahn, 2025; Taşkın, 2023; Cezlan, 2022).

DİJİTAL ŞİDDETLE MÜCADELE VE KORUYUCU YAKLAŞIMLAR

Dijital şiddetle mücadele; hukuki düzenlemeler, teknolojik çözümler ve sağlık disiplinlerinin entegrasyonunu gerektiren çok boyutlu bir süreci kapsamaktadır (Altıok ve ark., 2025; Hanikoğlu ve Akman, 2024; Taşkın, 2023). Türkiye’de bu mücadelenin yasal zeminini güçlendiren 5237 sayılı TCK’nın 123/A maddesi, ısrarlı takip eylemlerini cezai müeyyideye bağlayarak kadınlar için önemli bir koruma kalkını oluşturmuştur (Taşkın, 2023; İmret, 2024; Boydağ, 2025). Bu noktada sağlık profesyonelleri, klinik ortamda dijital şiddet bulgularını tanıyan "ilk gözlemci" ve mağdurun adli sürece erişimini kolaylaştıran "savunucu" rolleriyle bu mücadelenin içerisinde yer almaktadır (Cezlan, 2022; Huang ve ark., 2022; Russo ve ark., 2019). Literatürde, bakım verenlerin somatik şikayetlerle başvuran kadınlarda dijital şiddet riskini sistematik olarak sorgulamasının ve adli süreçlerde mahremiyeti gözeten bir yaklaşımla yönlendirme yapmasının önemi vurgulanmaktadır (Taşkın, 2023; Karakuş, 2024; Çarkıcı ve Akarçay Ulutaş, 2025).

Teknolojik gelişmeler, dijital şiddeti beslediği kadar koruyucu sağlık girişimleri için de yenilikçi çözüm yolları sunmaktadır (Hanikoğlu ve Akman, 2024; Oh ve Ahn, 2025). Özellikle literatürde "mor dijital uygulamalar" olarak adlandırılan ve acil yardım butonu gibi özellikler barındıran yazılımların kullanımı konusunda kadınlara rehberlik etmek, modern sağlık hizmetlerinin "eğitici" fonksiyonunun bir uzantısı haline gelmiştir (Hanikoğlu ve Akman, 2024; Taşkın, 2023). Sağlık profesyonelleri, dijital okuryazarlık eğitimleri aracılığıyla kadınların siber güvenlik stratejilerini geliştirmelerine yardımcı olarak koruyucu sağlık hizmetlerine doğrudan katkı sağlamaktadır (Özgür, 2022; Machado ve ark., 2024; Karakuş, 2021). Bu teknolojik destek süreci, mağdurların kriz anlarında profesyonel birimlere hızlı ulaşmasını sağlarken, bakım süreçlerinde dijital iyi oluşu (digital well-being) artırmaya yönelik kanıt dayalı müdahalelerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Hanikoğlu ve Akman, 2024; Oh ve Ahn, 2025; Huang ve ark., 2022).

Sosyal destek mekanizmalarının yönetimi ve "dijital yalnızlık" ile mücadelede profesyonel bakım süreçleri, multidisipliner bir iş birliği içerisinde yürütülmektedir (Altıok ve ark., 2025; Akbaş, 2026;

Coşkun, 2023). Mağdur kadınların yaşadığı toplumsal damgalanma korkusunu aşabilmeleri için sağlık disiplinleri; anonim başvuru hatları, online psikososyal destek ağları ve sivil toplum kuruluşları arasında stratejik bir köprü vazifesi görmektedir (Coşkun, 2023; Akan ve Gürhan, 2020; Ho ve ark., 2025). Araştırmalar, bakım sürecinin merkezinde yer alan empatik yaklaşım ve terapötik iletişimin, kadınların dijital travma sonrası iyileşme süreçlerini hızlandırdığını ve şiddet döngüsünden çıkma motivasyonlarını artırdığını göstermektedir (Altıok ve ark., 2025; Coşkun, 2023; Schokkenbroek ve ark., 2022). Sonuç olarak, dijital şiddetle mücadelede yasal mekanizmaların takibi, teknolojik araçların etkin kullanımı ve psikososyal desteğin sağlanması gibi bütüncül (holistik) girişimler, kadın sağlığının yeniden sürdürülebilmesi için vazgeçilmez bir parçadır (Hanikoğlu ve Akman, 2024; Oh ve Ahn, 2025; Taşkın, 2023; Cezlan, 2022).

SONUÇ

Kadına yönelik dijital şiddet ve ısrarlı takip olgusu, teknolojinin sağladığı olanakların şiddet aracına dönüştüğü gerçeğini ortaya koymaktadır. Dijital şiddetin geleneksel şiddetin basit bir uzantısı olmaktan ziyade; anonimlik, kalıcılık ve 7/24 ulaşılabilirlik gibi yapısal özellikleriyle kadının yaşam alanını tamamen etkileyen özgün bir şiddet biçimi olduğu görülmektedir (Turan ve Akdeniz, 2021; Henry ve ark., 2020; Zorlu, 2021). Literatürde yer alan Karakuş (2024) ve Çarkcı ve Akarçay Ulutaş (2025) çalışmaları, dijital şiddetin mekânsal sınırları ortadan kaldırarak mağdurda sürekli bir "gözetim altında olma" hissini yarattığı saptanmıştır. Özellikle dijital ısrarlı takibin, TCK 123/A kapsamında müstakil bir suç tipi olarak tanımlanması, yasal zeminde önemli bir kazanım olsa da (Taşkın, 2023; İmret, 2024), adli süreçlerdeki ispat güçlüğü ve bilişim okuryazarlığındaki eksiklikler bu kazanımın pratikteki etkisini sınırlamaktadır (Boydağ, 2025; Taşkın, 2023).

Dijital şiddet sadece bir siber suç değil, hipotalamus-hipofiz-adrenal aksı üzerinden kronik somatik hastalıklara, travma sonrası stres bozukluğuna ve "dijital yalnızlık" olarak tanımlanan derin bir sosyal izolasyona yol açan bütüncül bir sağlık tehdididir (Løkkeberg ve ark., 2024; Chen ve Chan, 2022; Srivastava ve ark., 2023). Bu süreçte öne çıkan en kritik engellerden biri, "dijital yalnızlık" ve sosyal izolasyonun kadının iyileşme sürecindeki kısıtlayıcı rolüdür. Tanımlanan bu izolasyon süreçleri, kadının destek ağlarından kopmasına ve maruz kaldığı şiddetin daha görünmez hale gelmesine neden olmaktadır (Coşkun, 2023; Akbaş, 2026). Mağdur kadınlarda görülen kronik uyku bozuklukları ve tetikte olma durumunun, kadının genel sağlık durumunu ve yaşam kalitesini geleneksel şiddet türlerine göre daha görünmez bir biçimde bozduğu saptanmıştır (Boydağ, 2025; Løkkeberg ve ark., 2024; Phan ve ark., 2022). Bununla birlikte, dijital şiddet literatüründe "dijital travma" ve "sextortion" kaynaklı intihar riskinin daha belirgin bir tehdit olarak öne çıkması göz ardı edilemez bir bulgudur (Srivastava ve ark., 2023; Ho ve ark., 2025). Geline nokta, dijital şiddetle mücadelenin sadece failin cezalandırılmasına odaklanan yasal bir süreçten, mağdurun güvenliğini ve bütüncül iyilik halini merkeze alan proaktif bir sağlık politikasına evrilmesi zorunluluk arz etmektedir (Taşkın, 2023; Oh ve Ahn, 2025; Cezlan, 2022). Ayrıca sağlık profesyonellerinin tarama protokollerini bu yeni nesil risk faktörlerine göre güncellemesi zorunlu hâle gelmektedir (Oh ve Ahn, 2025; Huang ve ark., 2022).

Elde edilen sonuçlar ışığında, sağlık sisteminin tüm basamaklarında dijital şiddet riskini saptayabilecek standart tarama protokollerinin oluşturulması ve somatik stres belirtileriyle başvuran kadınlarda dijital şiddet öyküsünün sistematik olarak sorgulanması gereklidir (Huang ve ark., 2022; Oh ve Ahn, 2025). Sağlık profesyonellerinin "eğitici" ve "savunucu" rolleri kapsamında; "mor uygulamalar" gibi teknolojik

desteklerin ve sosyal hizmet müdahalelerinin bakım sürecine entegre edilmesi kritik öneme sahiptir (Hanikoğlu ve Akman, 2024). Kadınların bu koruyucu teknolojileri kullanma becerilerinin artırılması ve dijital okuryazarlık düzeylerinin güçlendirilmesi, şiddet döngüsünün kırılmasında stratejik bir öneme sahiptir (Machado ve ark., 2024). Ayrıca, TCK 123/A maddesiyle sağlanan hukuki kazanımların klinik pratikle entegrasyonu sağlanmalı; sağlık disiplinleri, adli makamlar ve bilişim uzmanları arasında mağdurların mahremiyetini koruyan güçlü bir koordinasyon ağı kurulmalıdır (İmret, 2024; Boydağ, 2025). Nihayetinde dijital şiddetle mücadele, kadının yaşam hakkını ve onurunu korumayı hedefleyen, teknolojik gelişmeleri güvenli bir bakım ortamına dönüştüren bütüncül bir strateji olarak ele alınmalıdır (Akan ve Gürhan, 2020; Taşkın, 2023).

KAYNAKÇA

- Akbaş, A. (2026). Kadınların dijital yalnızlığı: Holofeminizm ve sosyal medya çağında kadın mahremiyeti. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 36(Kadın Araştırmaları), 97–118. <https://doi.org/10.18069/firatsbed.1714751>
- Boydağ, B. (2025). Israrlı takip davranışının mağdur kadınlar üzerindeki etkisine yönelik derleme. *Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi Psikoloji Dergisi*, 3(2), 75-95.
- Chen, M., & Chan, K. L. (2022). Effectiveness of digital health interventions on unintentional injury, violence, and suicide: Meta-analysis. *Trauma, Violence, & Abuse*, 23(2), 605–619. <https://doi.org/10.1177/1524838020967346>
- Coşkun, H. K. (2023). *Türkiye’de kadınların yaşadığı dijital şiddet ve sosyal destek mekanizmaları* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi]. ProQuest Dissertations and Theses Global.
- Çarkıcı, D., & Akarçay Ulutaş, D. (2025). Kadına yönelik dijital şiddetin kavramsal çerçevesi ve yansımaları: Alanyazın çalışmaları üzerine bibliyometrik ve tematik bir inceleme. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi*, 25(68), 761–802. <https://doi.org/10.21560/spcd.vi.1714582>
- Çıtak, G., & Yücel, Y. (2022). Kadına el kalkmaz: Peki ya dijital şiddet? *MEYAD Akademi*, 3(2), 162–169. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/meyadakademi/article/1188874>
- Emezue, C. (2020). Digital or digitally delivered responses to domestic and intimate partner violence during COVID-19. *JMIR Public Health and Surveillance*, 6 (3), Makale e19831. <https://doi.org/10.2196/19831>
- Emezue, C., & Bloom, T. L. (2021). PROTOCOL: Technology-based and digital interventions for intimate partner violence: A meta-analysis and systematic review. *Campbell Systematic Reviews*, 17(1), Makale e1132. <https://doi.org/10.1002/cl2.1132>
- Hanikoğlu, M., & Akman, Ç. (2024). Mor dijital uygulamalar. *Pamukkale Journal of Eurasian Socioeconomic Studies*, 11(2), 49–67. <https://doi.org/10.34232/pjess.1483892>
- Henry, N., Flynn, A., & Powell, A. (2020). Technology-facilitated domestic and sexual violence: A review. *Violence Against Women*, 26(15-16), 1828–1854. <https://doi.org/10.1177/1077801219875821>
- Hernando-Gómez, Á., Montero-Fernández, D., García-Rojas, A. D., & Del Río Olvera, F. J. (2024). Digital violence in university student couples: England vs. Spain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(7), Makale 926. <https://doi.org/10.3390/ijerph21070926>
- Ho, M. H. S., Gupta, S., Lee, J., Wadhwa, B., & Fu, X. (2025). Detrimental to our digital well-being: Campus sexual misconduct and technology-facilitated sexual violence among university students in Singapore. *Violence Against Women*, 31(14), 3603–3631. <https://doi.org/10.1177/10778012241283498>

- Hong, S., Lu, N., Wu, D., Jimenez, D. E., & Milanaik, R. L. (2020). Digital sextortion: Internet predators and pediatric interventions. *Current Opinion in Pediatrics*, 32(1), 192–197. <https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000000854>
- Huang, K. Y., Kumar, M., Cheng, S., Urcuyo, A. E., & Macharia, P. (2022). Applying technology to promote sexual and reproductive health and prevent gender based violence for adolescents in low and middle-income countries: Digital health strategies synthesis from an umbrella review. *BMC Health Services Research*, 22(1), Article 1373. <https://doi.org/10.1186/s12913-022-08673-0>
- İmret, H. Y. (2024). Kadına Karşı Şiddetin Bir Türü Olarak Israrlı Takip Suçu (TCK'nın 123/A Maddesi). *İstanbul Medipol Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 11(1), 1-24.
- Karakuş Umar, E. (2020). Video temelli mülakatlarda kadına yönelik şiddet. *Fe Dergi*, 12(2), 174–186.
- Karakuş, M. (2021). Sosyal medya ve dijital şiddet üzerine sosyolojik bir analiz. *Uşak Üniversitesi İslami İlimler Fakültesi Dergisi*, 7(2), 241–266. <https://doi.org/10.47101/usuifade.994151>
- Karakuş, M. (2024). Dijital şiddet ve sosyal medya üzerine bibliyometrik bir araştırma. *TRT Akademi*, 9(20), 206–224. <https://doi.org/10.37679/trta.1401797>
- Kurt, G. (2021). *Dijital şiddet ölçeği: Geçerlik ve güvenilirlik çalışması* [Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi]. Akdeniz Üniversitesi Akademik Arşiv Sistemi. <http://dspace.akdeniz.edu.tr/handle/123456789/6140>
- Kurtuluş, E., & Yıldız, E. (2023). Genç yetişkin kadınlarda dijital şiddete maruz kalma ve dijital şiddet eğiliminin incelenmesi. *KADEM Kadın Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 77–108. <https://doi.org/10.22630/kademkad.1227215>
- Løkkeberg, S. T., Ihlebæk, C., Brottveit, G., & Del Busso, L. (2024). Digital violence and abuse: A scoping review of adverse experiences within adolescent intimate partner relationships. *Trauma, Violence, & Abuse*, 25(3), 1954–1965. <https://doi.org/10.1177/15248380231201816>
- Machado, B., de Faria, P. L., Araújo, I., & Caridade, S. (2024). Cyber interpersonal violence: Adolescent perspectives and digital practices. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(7), Article 832. <https://doi.org/10.3390/ijerph21070832>
- Oh, M., & Ahn, S. (2025). Effect of a digital sexual violence prevention education program on digital sexual violence prevention knowledge, self-protection behavior, and digital citizenship among fifth-grade children: A quasi-experimental study. *Women's Health Nursing*, 31(4), 379–391. <https://doi.org/10.4069/whn.2025.12.08.1>
- Özgür, H. O. (2022). Risk toplumunda kuşakların yeni şiddet deneyimi: Dijital şiddet. *Selçuk İletişim*, 15(1), 346–371. <https://doi.org/10.18094/selcukiletisim.1013444>
- Özpişkin, N., Kapar, H., & Demirbaş, E. (2025). Dijital dünyada kadın: Yükseköğretim öğrencileri arasında dijital şiddet deneyimleri. *Akademik MATBUAT*, 9(2), 102–121. <https://doi.org/10.62809/matbuat.1803066>

- Phan, T. C., Chau, B., Do, H. N., Vu, T. B. T., Vu, K. L., Nguyen, H. D., Nguyen, D. T., Do, H. M., Nguyen, N. T. T., La, L. B. T., Dam, V. A. T., Nguyen, H. T., Nguyen, L. H., Do, A. L., Vu, T. M. T., Vu Le, M. N., Vu, G. T., Le, L. K., Latkin, C. A., . . . Ho, R. C. M. (2022). Determinants of mental health among youths and adolescents in the digital era: Roles of cyber and traditional bullying, violence, loneliness, and environment factors. *Frontiers in Public Health*, 10, Makale 971487. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.971487>
- Russo, A., Reginelli, A., Pignatiello, m., Cioce, F., Mazzei, G., Fabozzi, O., Parlato, V., Cappabianca, S., & Giovine, S. (2019). Imaging of violence against the elderly and the women. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*, 40(1), 18-24. <https://doi.org/10.1053/j.sult.2018.10.004>
- Samav Gürcü, F. D. (2025). Kadına yönelik dijital flört şiddeti. *İmgelem*, 17, 383–416. <https://doi.org/10.53791/imgelem.1801152>
- Sarkar, S. (2025). Trolling is not the point: Ideological violence and the limits of digital safety. *The British Journal of Sociology*. Baskı öncesi çevrimiçi yayın. <https://doi.org/10.1111/1468-4446.70073>
- Schokkenbroek, J. M., Van Ouytsel, J., Hardyns, W., & Ponnet, K. (2022). Adults' online and offline psychological intimate partner violence experiences. *Journal of Interpersonal Violence*, 37(15-16), NP14656–NP14671. <https://doi.org/10.1177/08862605211015217>
- Seçgin, L., & Tarı Selçuk, K. (2023). Sanal ağların distopyası: Kadına yönelik dijital şiddet. *Dünya İnsan Bilimleri Dergisi*, (1), 203–217. <https://doi.org/10.55543/insan.1110952>
- Srivastava, A., Rusow, J., Schragar, S. M., Stephenson, R., & Goldbach, J. T. (2023). Digital sexual violence and suicide risk in a national sample of sexual minority adolescents. *Journal of Interpersonal Violence*, 38(3-4), 4443–4458. <https://doi.org/10.1177/08862605221116317>
- Taşkın, Ş. C. (2023). Israrlı takip suçu. *İstanbul Medipol Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 10(1), 91-136.
- Turan, G., & Akdeniz, S. (2021). Siber şiddet: Kavramsal bir değerlendirme. *Uluslararası İnsani Bilimler ve Eğitim Dergisi*, 7(16), 567–589. <https://dergipark.org.tr/pub/uicd/article/974250>
- Umar, M. (2025). Digital trauma: Deepfake victimisation and AI-generated violence. *The Lancet Psychiatry*. Baskı öncesi çevrimiçi yayın. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(25\)00275-5](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(25)00275-5)
- Zorlu, Ö. (2021). *Kadınlara yönelik dijital şiddet ve sonuçları: Bursa ili örneği* [Yüksek lisans tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. Bursa Uludağ Üniversitesi Akademik Arşiv Sistemi. <https://acikerisim.uludag.edu.tr/handle/11452/22792>

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A WIND-POWERED TURBO VENTILATOR GREENHOUSE DRYER: A SUSTAINABLE BUILDING TECHNOLOGY SOLUTION FOR POST-HARVEST PRESERVATION

Rabiu Ahmad Abubakar

ORCID: 0000-0001-8001-9788

Institute of Mechanical Engineering Design Department of Mechanical Engineering, Zhejiang
University, Hangzhou 310058China

Tasán Cruz Dany

ORCID: 0000-0001-5778-4633

Higher Technical School of Building Engineering, Polytechnic University of Madrid, Spain;
Faculty of Engineering, Architecture Program, National University of Chimborazo. Ecuador.

Oviedo Salas Gonzalo Paul

orcid:0 000-0003-3140-4684

Molina Ruiz Victor

orcid: 0009-0007-9465-6041

Becerra Martinez Marcelo Alejandro

orcid: 0000-0003-3163-5802

Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingenieria, Carrera de Arquitectura

ABSTRACT

This study evaluates the performance of a greenhouse vegetable dryer integrated with a wind-driven turbo ventilator, developed to enhance natural convection and improve the drying process through renewable energy utilization. The design targets small-scale farmers in remote or off-grid areas, where access to electricity and mechanical drying systems is limited or non-existent. The experimental setup involved drying freshly harvested leafy vegetables, which had an initial moisture content of approximately 80%. The test was conducted over a continuous 10-hour period under clear sunlight and moderate natural wind conditions. Key performance parameters—including internal and ambient temperatures, relative humidity, and vegetable moisture content—were systematically measured at two-hour intervals. The results revealed a consistent increase in internal temperature within the dryer, peaking at 49°C, which significantly exceeded the maximum ambient temperature of 33°C. This thermal gain was attributed to the greenhouse effect and the enhanced air circulation enabled by the wind-powered ventilator. Relative humidity within the drying chamber ranged from 55% to 62%, establishing an optimal environment for moisture evaporation. At the end of the drying cycle, the final moisture content of the vegetables was reduced to 15%, marking a 65% total reduction. Compared to conventional passive solar dryers documented in the literature, this system demonstrated improved drying efficiency while maintaining simplicity and requiring no external power. Its performance aligns well with semi-passive systems and even rivals some electrically assisted dryers in efficiency. The ventilator played a key role by preventing internal heat saturation and promoting consistent airflow. Overall, the system offers a promising, cost-effective, and sustainable approach for post-harvest preservation of perishable crops in resource-limited settings.

Keywords: Greenhouse Drying, Vegetable Dehydration, Wind-Driven Ventilation, Turbo Ventilator, Passive Solar Drying, Energy-Efficient Drying, Sustainable Agriculture, Post-Harvest Technology

EMERGING PATHOLOGICAL IMPLICATIONS OF MICRO- AND NANOPLASTIC EXPOSURE IN FOOD-PRODUCING ANIMALS: A CALL FOR STRUCTURED SURVEILLANCE IN NIGERIA

Dr. Ochuko ORAKPOGHENOR (DVM, MSc, PhD, FCVSN)

Abubakar Tafawa Balewa University Bauchi, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Veterinary Pathology, Bauchi-Nigeria

ORCID: 0000-0003-0833-1640

ABSTRACT

Microplastic and nanoplastic contamination has gained global scientific attention due to its environmental persistence and bioaccumulation potential. While substantial evidence exists for aquatic ecosystems, data on terrestrial food-producing animals in low- and middle-income countries remain limited. In Nigeria, rapid urbanization, poor waste management systems, and widespread plastic use create conditions conducive to environmental dissemination of plastic particulates. Yet, systematic pathological evaluation of exposed livestock is scarce. This review synthesizes current evidence on micro- and nanoplastic exposure in cattle, sheep, goats, and poultry, with emphasis on pathological manifestations relevant to veterinary diagnostic practice. Experimental and field studies from Europe and Asia demonstrate gastrointestinal mucosal irritation, altered gut microbiota, oxidative stress-mediated hepatic injury, pulmonary granulomatous reactions, and potential endocrine disruption. Nanoplastic particles, due to their small size, may translocate across epithelial barriers, accumulating in liver, kidney, and lymphoid tissues, thus, raising concerns for food safety and chronic inflammatory sequelae. Within the Nigerian context, abattoir-based surveillance offers a practical entry point for detection through gross examination, histopathology, and emerging analytical techniques such as Raman spectroscopy and pyrolysis-GC/MS. However, baseline prevalence data, tissue distribution patterns, and dose-response relationships in indigenous breeds are unknown. The absence of harmonized protocols further limits comparability of findings across regions. The paper highlights critical research gaps and proposes a framework for integrating microplastic assessment into routine veterinary pathology workflows. The establishment of collaborative networks between veterinary faculties, environmental scientists, and public health agencies is essential to generate region-specific evidence. Also, strengthening diagnostic capacity will support food safety policies and align Nigeria with global efforts to address plastic pollution under initiatives led by bodies such as United Nations Environment Programme and the World Organisation for Animal Health. Furthermore, advancement of pathological surveillance of micro- and nanoplastics in livestock is imperative for safeguarding animal health, protecting consumers, and informing environmental policy in West Africa.

Keywords: microplastics; nanoplastics; veterinary pathology; food safety; Nigeria

MARANGONI-INDUCED BIOCONVECTIVE MAXWELL NANOFUID FLOW AND THERMAL TRANSPORT OVER A POROUS ROTATING DISK

Ephesus O. Fatunmbi¹, O. E. Omotola²

¹⁻²Department of Mathematics and Statistics, Federal Polytechnic Ilaro, Nigeria.

ABSTRACT

This study investigates magneto-Marangoni convection and radiative heat transfer in a bioconvective Maxwell nanofluid over a rotating porous disk, motivated by applications in solar collectors and rotating thermal receivers requiring enhanced energy conversion and cooling performance. The steady flow and thermal behaviour are analyzed under Marangoni surface effects and nonlinear thermal radiation. The model incorporates variable thermal conductivity, an inclined magnetic field, Brownian motion, thermophoretic diffusion, and chemotactic microorganisms. The governing partial differential equations are transformed into coupled nonlinear ordinary differential equations using similarity transformations and solved numerically with shooting and Runge-Kutta Felberg scheme. Parametric results are illustrated graphically to describe variations in velocity and temperature fields. Findings indicate that velocity decreases with increasing magnetic field inclination, whereas temperature distributions intensify with stronger linear and nonlinear radiation effects. Heat transfer rates improve with increasing radiative flux but decline under enhanced Brownian motion and thermophoretic diffusion. The study provides new insights into the coupled roles of Marangoni convection and bioconvection in Maxwell nanofluids over rotating porous configurations, an area that remains insufficiently explored in existing literature.

Keywords: Bioconvection; Maxwell nanofluid; Marangoni convection; Rotating porous disk; Nonlinear thermal radiation

INTRODUCTION

Conventional dentistry undoubtedly provides effective preventive and treatment options to maintain, improve, or restore patients' oral health-related quality of life (OHRQoL).¹ However, digital dentistry offers additional tools to achieve this goal.²

Dentists can be more precise in diagnosis, prevention, and therapeutic intervention using digital technologies.³ In addition, digital workflows can make the treatment process more convenient for patients. Describing digitalization's potential and actual effects in dentistry would fill at least one book. Therefore, this paper will focus on the expected benefits of digitization as perceived by the patients on their OHRQoL, excluding artificial intelligence (AI), and will provide an overview of current imaging tools, software, and manufacturing equipment with clinical examples in an interdisciplinary setting, without claiming to be complete.

We will evaluate which effects on OHRQoL are already proven, where there may be potentially unproven effects, and speculate which outcomes may be coming soon. This paper will assess the impact of digitization processes in dentistry according to the 4 dimensions of OHRQoL, covering the different dental disciplines. However, many changes will affect more than 1 dimension or multiple disciplines. Since prevention is better than cure, we will start by avoiding disruption and thus maintaining OHRQoL unimpaired. Finally, we will review new developments in digital dentistry that may affect patients' OHRQoL.

Oral Health-Related Quality of Life

Oral health-related quality of life is a multidimensional construct that includes a subjective assessment of an individual's oral health, functional well-being, emotional well-being, expectations and satisfaction with care, and sense of self. It has broad applications in survey and clinical research.⁴ OHRQoL is an integral part of overall health-related quality of life.^{5,6} Due to its subjective nature, OHRQoL dimensions are assessed using empirically derived questions. Several questionnaires have been developed to collect this information.

The most commonly used questionnaires are the Oral Health Impact Profile (OHIP), the General Oral Health Assessment Index in adults and seniors, and the Child Perceptions Questionnaire in children and adolescents.

To reduce the burden on patients, there has been a tendency in scientific practice to develop subversions that specialize in specific disorders or diseases, such as temporomandibular disorders or edentulous

people.¹⁴ However, this specialization trend has proven unfavorable due to the need for comparability between disease impacts and therapeutic effects. The OHIP is the most internationally translated, scientifically validated, and widely used OHRQoL questionnaire. Fortunately, for this patient-reported outcome measure, the trend to reduce patient burden could be achieved much more efficiently by reducing the number of items through short and ultra-short versions.

The ultra-short version with 5 items (OHIP-5) still contains 90 percent of the information of the original version with 49 items.¹⁵ Therefore, the OHIP-5 has recently been recommended for general routine use and scientific application, covering all the relevant dimensions.¹⁶ While the original, empirically derived dimension of the OHRQoL proved to be clinically less meaningful, a long process has been reforming it based on the available data.^{17,18} Four major dimensions, clinically relevant aspects of the OHRQoL, have been derived: oral function, orofacial pain, orofacial aesthetics, and psychosocial impact.

Digital Dentistry

Digital dentistry has already had a significant impact on everyday dentistry since its first concepts in the 1970s.²² Initially born as an idea to make chairside dental restorations out of ceramics instead of metal,²³ a whole new industry has developed over the last few decades. There were disruptive changes, such as the introduction of computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM), causing tremendous changes in available materials and, therefore, dentists' preferences.²⁴ This makes new materials available for dental purposes and others obsolete. However, there are also many more or less subtle changes in dentistry, ranging from introducing software and other medical imaging tools to manufacturing devices.²⁵ Many will affect workflows, communication between practitioners and patients, the choice of materials, and clinical outcomes. Most digital technologies start as stand-alone solutions but will be implemented in more extensive digital networks soon after. While digitalization will increase investment costs, there must be gains in other areas to offset them. These can be the speed and quality of communication, reduced time for technical or clinical procedures, improved quality and predictability of outcomes, and patient comfort. However, we must distinguish between digitalization's effects and AI. AI is a logical subset of digitization that uses algorithms and machine learning to automate tasks that traditionally require human intelligence.

Prevention and Diagnosis

The World Health Organization defines prevention as “approaches and activities to reduce the likelihood that a disease or disorder will affect an individual, interrupting or slowing the disorder's progression or reducing disability”.²⁶ But how does digitization in dentistry help prevent disease or disorder? The first and

most obvious point is the intraoral digitization of the dental arches with an intraoral scanner (IOS), now opening up a wide range of diagnostic options.²⁷ But how does it help maintain the patients'? The idea is to take a full-arch scan at the annual dental check-up, which can be superimposed on the previous situation. Calculation algorithms could detect surface changes (eg, gingival recession, swelling, tooth migration, tooth wear) before they are visible to the dentist. Some IOS manufacturers already offer internal 3D analysis software for the superimposition of different scan datasets (eg, OraCheck, Dentsply Sirona, Bensheim, Germany), Trios Patient Monitoring [3Shape, Copenhagen, Denmark).

This allows early prediction of increased tooth wear rates due to extrinsic or intrinsic erosion, attrition, and/or abrasion. Initial clinical study results have shown that IOS can already be used to monitor tooth structure loss on a micrometer level for individual teeth, much earlier than is possible with the naked eye.²⁸ Also, tooth movement due to periodontal inflammation, lack of antagonists or adjacent teeth, or relapse after orthodontic treatment can be detected early. Therefore, monitoring with IOS allows patient-specific dentistry with individual prognosis for tooth wear and movement, thus avoiding repetitive or invasive treatments that may cause temporary or permanent impairment of the patients' OHRQoL.²⁹

A novel feature of IOS with color display is that it is also possible to display intraorally stained areas with plaque accumulation.³⁰ This can be helpful in visualization, documenting, and teaching oral hygiene to help patients and parents improve daily oral hygiene and, therefore, maintain their oral health. Digital technologies have been used in pediatric dentistry for about ten years.³¹ The focus has been on digital impression-taking, a popular alternative to conventional impression-taking that can be uncomfortable for children. The studies published are mostly case reports regarding feasibility studies for space maintainers, orthodontic retainers, various splints, and devices for cleft patients.³² The improvement in the quality of life of children with these more gentle technologies has been hypothesized, but it has yet to be measured with appropriate instruments. However, it is known that adolescents prefer IOS to conventional impression-taking.³³ While traditional impression-taking in very young patients can be potentially life-threatening due to the risk of airway obstruction and aspiration of impression material, IOS is a fast, safe, and feasible procedure that can be routinely used even in neonates and infants.^{34,35}

A well-known stand-alone digital device for radiation-free caries diagnostic function is the DIAGN Cam (KaVo, Biberach, Germany). However, some IOS have already implemented this technology, eg, Emerald S (Planmeca Oy, Helsinki, Finland) iTero Element 5D (Align Technology, Or Yehuda, Israel). These devices use light waves to detect caries. **Near-infrared light reflection** technology enables early detection of interproximal caries. Reflected near-infrared light images generated simultaneously with 3D intra-oral

scanning can be reliably used to detect, screen, and monitor proximal caries, thus potentially minimizing the traditional use of ionizing radiation and its subsequent consequences.³⁶ A similar but promising different approach is **quantitative light-induced fluorescence**.^{37,38} An IOS-integrated version is already commercially available (Trios 4/5, 3Shape).³⁹ However, there are still some limitations in differentiating pathological changes from structural anomalies, so their routine use is still a work in progress with the potential to support reliable monitoring of early caries lesions.

A home-based approach uses mobile applications to promote oral health. Standard program features include tools for tracking or reminding one to brush teeth and assisting in scheduling dental appointments.^{40,41} Others are paired with a device such as “smart” **electric toothbrushes** with sensors for tracking things like timing, pressure, and position. Coupled with apps on the phone, this information can motivate and guide patients to clean their teeth more adequately.⁴²

Other apps are available to digitally assess chewing function in a home setting (eg, ViewGum software, dHAL Software, Kifissia, Greece).⁴³ In contrast, others are currently available as apps for research purposes only (eg, Mini Dental Assessment, Giessen, Germany).⁴⁴ These chewing function tests were not developed to replace routine dental examinations but could help to identify the need for dental treatment even for (dental) laypersons.⁴⁵

One step further is telemedicine, offering health services at a distance. While some disciplines, such as maxillofacial surgery, have begun to routinely consult patients by telephone after minor dentoalveolar surgery,⁴⁶ dentistry needs digital equipment and software offering more than a video conferencing tool. In children, telemedicine saves money by reducing unnecessary travel, improving patient and provider satisfaction, and enabling better patient self-management. However, clinical outcomes have not been affected by telemedicine services.⁴⁷ Especially in the care of the very old, this could help to narrow a dental healthcare gap.⁴⁸ However, digital literacy is a significant barrier for seniors and the very old.

In orthodontics, mobile/tablet-based applications are available (eg, ClearCorrect Sync, Straumann, Basel, Switzerland). These can capture, edit, and quickly upload patient case photos. In brief, they fit into the practice workflow by simplifying the process of patient photo capture. However, data on patients' OHRQoL comparing conventional and digital methods is unavailable. The combination of the 3D-intra oral scan, CBCT, advanced software, use of mobile phones, and individual CAD/CAM-tailored appliances significantly impacts our patients' treatment experience.^{49,50} The first step is individual software-based information and education before treatment. With these utilities, the patient and, if applicable, the parents are involved and prepared for shared decision-making. Linking intra-oral scan with the consultation, a

simulated 3D outcome of the desired tooth position is vivid. Individualized patient education can be compiled in a further step, including texts, videos, and pictures (informadent, HeideSoft GmbH & Co. KG, Soltau, Germany). This data can be shared and accessed via mobile devices for the patient or parents. So, there is always a source of individualized information available at your fingertips.⁵¹ The involvement of the patient and the parents in the therapeutic process continues when 3D treatment plans and the goal of the therapy are discussed together, and special requests can be accommodated.⁵²

For oral and maxillofacial surgery, digital planning in connection with an additive manufacturing process such as 3D printing also enables the production of models for patient information, intraoperative haptic control, and the visualization of complex anatomical conditions or the reconstruction result.^{25,53}

Digital technologies could support the early detection of caries and periodontitis as well as the health behavior of patients and thus improve their oral well-being.^{54, 55, 56, 57, 58} This would prevent unnecessary treatment, reduce the number of visits patients have to make to the doctor's office or clinic, and preserve patients' OHRQoL. This probably includes all dimensions. Therefore, preventive approaches are the most valuable for the patient.

However, there are risks as well as benefits. Known for “beauty filters” in online communication tools, video platforms, and advertising, the urge to conform to the digital alter ego can become pathological.⁵⁹ This can lead to harm from medically unnecessary aesthetically driven treatments such as highly white “perfect” teeth, permanent damage from veneers or even fixed dentures, or extraction of healthy teeth. While this may improve perceived oral health in the esthetic dimension in the short term, it may cause impairment in the other dimensions. For example, impairment in the pain dimension due to increased tooth sensitivity caused by tooth whitening procedures is a known but reversible side effect.⁶⁰

Therapeutic Intervention

Digitization is occurring not only in new devices but also in **software**. While studies can demonstrate the general benefit of various therapeutic approaches, we know that the therapeutic success of specific procedures depends on the skill of the individual clinician.⁶¹ With the OHRQoL routine patient quality assessment, it is possible to automate small surveys—online or combined with an update of the patient's medical history at check-up visits before and after treatments. Monitoring one's treatment success from the patients' perspective enables the clinician to recognize their success from their perspective. It also provides the basis for value-based oral health care as an additional incentive to provide the best possible care.⁶² In addition, new telemedicine infrastructure is accelerating the exchange and availability of medical data, reducing information loss and unnecessary duplication of testing, potentially leading to faster and

better treatment decisions. The latest advancement is continuous monitoring of treatment progress through the patient's own activity.⁶³ He regularly scans his teeth with the smartphone and a special adapter, and monitors with support of artificial neural networks the progress of the orthodontic treatment (www.dentalmonitoring.com, Paris, France). The orthodontist is alerted in case of deviations and can thus remain in direct contact with the patient and communicate at any time about the progress of the treatment. With the same quality of treatment, this system requires fewer visits to the orthodontist.⁶⁴ Positive effects on oral hygiene have also been reported.⁶⁵ Other software applications have a direct therapeutic approach. A habit control software (BruxAPP, BruxApp Team, Pontedera, Italy) is dedicated to studying and managing bruxism and its health consequences, reducing OHRQoL impairment by offering help to change unfavorable habits.⁶⁶ Optionally, ambulatory electromyography, and contingent electrical stimulation devices are available to detect and interfere with bruxism events (Grindcare, Sunstar Suisse SA, Etoy, Switzerland).⁶⁷ Both are viable approaches for reducing bruxism-associated pain and subsequent functional and aesthetic impairment due to tooth damage or muscle hypertrophy.

The use of **IOS** is not only good for preventive purposes. It also saves time in many situations requiring precise impressions (immediate chairside quality control of the preparation and local impression correction). In addition, patients are more comfortable, and sometimes entire sessions can be saved, resulting in less disruption to the patient's quality of life.^{68,69} In addition, overlay with previous scan data allows for more similar tooth shapes, making functional adaptation to the new prosthesis easier. However, there is scarce evidence that the digital manufacturing process is superior to the conventional one regarding patients' OHRQoL.⁷⁰ A digital impression has shown to be a viable alternative to traditional protocols for implant-supported crowns and implant-retained full-arch immediate loading prostheses.^{71,72} Computer-aided manufacturing made millable, printable, and laser sinterable materials available for dental purposes, such as various ceramics, composites, and polymers or complicated designs.^{73,74} This allows for more tooth-colored restorations, improves fit and esthetics and provides options for patients with dental material allergies.^{70,75} While the traditional lab-based workflow requires light or chemical curing under varying and suboptimal conditions, CAM allows for industrial-grade material, ensuring consistently high material quality. Improving movement flexibility and milling strategies and increasing resolution in printing and sintering processes have already enhanced the trueness and precision of dental medical products.⁷⁶ This hopefully results in improved OHRQoL due to better fit, enhanced surface properties, and duration of these products.⁷⁷ However, this is not always the case. Milled dentures offer many equal or better properties in mechanical and surface parameters and fit compared to conventional dentures.⁷⁸ While patients perceive

milled dentures to be at least similar to traditional dentures when given a choice, most patients still prefer conventional dentures to 3D-printed dentures.⁷⁹

Nonetheless, digital data storage allows identical copies to be made if a splint, temporary crown, or full denture is broken or lost. Finally, digital data can be done without physical transportation. Therefore, one-way delivery is possible in long-distance transport, ie, rural areas, saving time in restoring impaired OHRQoL. The digitization of patient data continues beyond the IOS. In the design process, the use of **virtual facebow** and jaw movement recording data (eg, Zebris, Zebris Medical, Isny, Germany; Tech in motion, Modjaw, Villeurbanne, France) assists in a dental laboratory setting simulating vertical changes in the jaw relationship.⁸⁰ Merging hinge axis, jaw movement data, and data from IOS of the upper and lower jaw in virtual articulators may improve simulation and identify colliding teeth in dynamic occlusion during the virtual design process. However, the clinical relevance of such data is under discussion. **Three dimensional facial scan** data is already enabling better esthetic simulation of maxillofacial surgery,⁸¹ surgical prosthetic and epithetic outcomes, and orthodontic procedures,⁸² helping to find the best approach for the individual, both functionally and esthetically.⁸³ Cone beam computed tomography is used for various clinical indications, including resorption, preoperative assessment of surgical and non-surgical endodontic retreatment, location of missing canals, and differential diagnosis.⁸⁴ Preventing tooth loss through proper treatment planning in complex situations avoids loss of function and pain. However, reconciling all available data (intraoral, extraoral, and radiographic) is still time-consuming, with limited support, and is not routine. However, computer-aided simulation is helpful for collaborative interdisciplinary planning of complex surgeries with subsequent prosthetic restoration, orthodontic treatment, or fabrication of surgical appliances and customized plates, splints, and implants in oral and maxillofacial surgery.⁸⁵ This improves positioning accuracy and saves surgical time, which subsequently reduces postoperative pain and helps to optimize functional, esthetic, and psychosocial aspects by achieving the desired position.⁸⁶

Currently, matching extraoral and intraoral data is routinely available for daily dental practice only in 2 dimensions to assist orthodontic patients in their esthetic decision-making (Smile Design, 3Shape). This is done by importing the patients' photos into the software and virtually determining the tooth shape and color. Soon, matching 3D X-rays, 3D face scans, IOS data, and 3D printed splints will become increasingly popular for virtual planning, especially in orthognathic surgery.

Some IOS, particularly in aligner technology, offer a simulation of the treatment result in a 3-dimensional representation of tooth movement. This virtual simulation should be used with caution when

communicating with the patient. It is important to emphasize that this simulation does not always reflect the treatment outcome due to the limitations of tooth preparation, tooth movement, and surgical procedures. This may be because the teeth do not move as predicted or because the simulation overcorrects tooth movement, assuming that only part of the planned movement will be achieved.

Nevertheless, 3D simulation of orthodontic treatment can significantly improve communication with the patient, especially when correcting anterior teeth. Some practitioners perform an instant simulation during the initial consultation to explain the need for orthodontic treatment. With digital workflow, technology has provided the modern clinician with the ability for visual collaboration of surgical, orthodontic, facial esthetic, and prosthetic principles. This visual and accurate simulation allows the patient to interact and connect with the treatment plan. It empowers the patient to try the treatment virtually before committing and connect emotionally to their desires.

Future Developments

Many additional benefits are possible in future scenarios. Other technologies can be used to evaluate teeth and surrounding tissues. There is optical coherence tomography, which allows near-surface evaluation of composite and ceramic restorations.^{91,92} Potential software targets may be facilitating diagnosis, eg, of temporomandibular disorders, or supporting current treatment decisions with the best available evidence.⁹³ There may be a future where IOS replaces a daily routine's manual tooth, plaque, and pocket evaluation. Therefore, in contrast to today, the focus of the discussion about IOS will not be on whether it can completely replace the conventional impression but rather on what additional benefits an IOS offers. Today, the most common IOS offers at least similar precision and accuracy to traditional impression techniques with less discomfort for the individual patient.⁹⁴ In the future, IOS will open up a whole new field of dentistry in simulation, predictability, monitoring, and prevention. This will enhance the preventive aspect and is the key to a lifelong best possible unimpaired OHRQoL. Combined with new materials offered by digitized processes, therapeutic options will include longer-lasting restorations with less damage to the patient's oral structures. Better simulation of treatment outcomes will improve shared decision-making and reduce the risk of decision conflicts.⁹⁵ In 2023, a unique dental-dedicated Magnetic Resonance Imaging has been presented, offering new diagnostic options in x-ray-free 3D-diagnostic.⁹⁶ While today, hard tissues can be replaced routinely, in the future, 3D printing of soft tissues may become an option. Same with digital impression taking with IOS. Today, only attached hard and soft tissue can be scanned. However, correct display of movable oral mucosa is crucial and not feasible today for impression taking in removable prosthodontics. All this will impact patients' OHRQoL in different ways, not comprehensively imaginable today. An important consideration seems to be the potential increase in cost and patient burden. Therefore,

traditional approaches should not be abandoned as long as the benefits associated with digital dentistry can be proven to outweigh the relevant risks and costs. However, the immense potential impacts on oral health make it imminent to use a standard metric to measure these impacts (Table 2).¹⁹

Table 1. Benefits of digital dentistry in terms of OHRQoL.

Precision and Accuracy: Digital tools like intraoral scanners and 3D imaging provide more precise measurements and impressions, leading to better-fitting restorations and reduced discomfort for patients.

Faster Treatment: Digital workflows streamline the treatment process, reducing the time patients spend in the dental chair. This can improve OHRQoL by minimizing the inconvenience of multiple appointments.

Improved Communication: Digital technologies enable better communication between dental professionals and patients through visual aids and 3D models, helping patients understand their treatment options and outcomes.

Customization: Digital dentistry allows for highly customized treatments, ensuring that restorations and prosthetics fit comfortably and function effectively, enhancing overall quality of life.

Reduced Anxiety: For patients with dental anxiety, digital dentistry can offer a more comfortable and less intimidating experience, potentially improving their OHRQoL.

Remote Consultations: Tele-dentistry, facilitated by digital tools, allows patients to consult with their dentists remotely, reducing the need for travel and time off work, thus positively affecting their quality of life.

Digital Records: Digital patient records and treatment histories ensure continuity of care, making it easier for patients to access their dental information and track their oral health progress.

Proactive Care: Digital technologies enable dentists to detect issues earlier, potentially preventing more significant problems and the associated impact on OHRQoL.

Patient Engagement: Interactive digital tools can engage patients in their oral health management, motivating them to maintain good oral hygiene practices and habits.

Table 2. Current, main research gaps in terms of digital dentistry and OHRQoL.

Long-term Impact: Many studies focus on short-term outcomes. There's a need for more research to assess the long-term effects of digital dentistry interventions on patients' OHRQoL, especially for prosthetic restorations and orthodontic treatments.

Patient Perspectives: More research is needed to understand the patient's perspective and experiences with digital dentistry. Qualitative studies can help uncover patient's preferences by patient-reported outcomes measures in a comparable manner.

Cost-effectiveness: The cost-effectiveness of various digital dental technologies and their impact on OHRQoL should be studied comprehensively. This can guide decision-makers and insurers in allocating resources.

Standardization: There is a lack of standardized protocols and guidelines for incorporating digital dentistry into OHRQoL assessments. Using current standards would improve the consistency and comparability of research findings.

Comparative Studies: Comparative studies that directly compare traditional dental techniques with their digital counterparts in terms of OHRQoL outcomes are limited. Such studies could provide valuable insights.

Diverse Populations: Research often focuses on specific patient groups or demographics. More studies should include diverse populations to better understand how digital dentistry affects OHRQoL across different groups.

Psychosocial Impact: While the physical aspects of OHRQoL are often studied, there's a need for more research on the psychosocial impact of digital dentistry. This could include factors like body image, self-esteem, and social well-being.

Access and Equity: Research should examine how the adoption of digital dentistry may affect access to care and equity in oral healthcare delivery, ensuring that advancements benefit all segments of the population.

Education and Training: As digital dentistry continues to evolve, research on the educational and training needs of dental professionals to effectively utilize these technologies is essential.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

1. Most potential advantages of digitization could be more proven regarding OHRQoL benefits, but plausible theoretical thoughts.

2. Therefore, many research questions open up which can deal with the potential of the described manifold digital applications in the light of OHRQoL.

3. Much is estimated, but far less proven by data.

4. Patient-reported outcome measures with a low patient burden could help lower the boundaries for more frequent applications and, therefore, more data.

5. Furthermore, a standard metric would help make research results comparable.

6. Ideally, these data could feed a database usable for AI technologies, offering the best evidence for individualized dental medicine.

RECENT ADVANCES IN GNSS-BASED DYNAMIC DISPLACEMENT FORECASTING FOR CABLE-STAYED BRIDGES: FROM STATISTICAL METHODS TO HYBRID DEEP LEARNING ARCHITECTURES – A CRITICAL REVIEW

Dr. Khanh Giang LE

Faculty of Civil Engineering, University of Transport
and Communications, Hanoi, Vietnam
ORCID: 0000-0002-6295-8578

ABSTRACT

Real-time displacement monitoring plays a crucial role in the structural health monitoring (SHM) of large-span cable-stayed bridges. While GNSS-RTK technology provides continuous and efficient displacement measurements, the resulting time-series data are often affected by multipath noise and complex environmental influences, such as thermal effects and wind loading. Classical statistical approaches, including Kalman filtering and ARIMA models, have been widely applied for displacement estimation and short-term analysis; however, their ability to support reliable time-series prediction under nonlinear and non-stationary conditions remains limited. This paper presents a critical review of GNSS-based time-series displacement prediction methods developed between 2015 and 2025, with emphasis on the methodological evolution from statistical models to machine learning and hybrid deep learning approaches. Particular attention is given to hybrid frameworks that integrate signal decomposition techniques, such as Variational Mode Decomposition (VMD), with recurrent neural networks, including LSTM-based architectures. Rather than focusing on absolute prediction accuracy, this review examines the assumptions, strengths, and limitations of different methodological categories under practical monitoring conditions. Based on the reviewed literature, hybrid deep learning models have shown promising potential for improving robustness and stability in displacement prediction when appropriately designed and validated. The findings of this review provide methodological insights to support future research and practical implementation of GNSS-based displacement prediction for cable-stayed bridges, particularly in the context of early warning and predictive maintenance for long-span bridge management.

Keywords: Cable-stayed bridges; GNSS monitoring; Displacement forecasting; Deep Learning; Hybrid Models; VMD-LSTM; Structural Health Monitoring (SHM).

1. Introduction

1.1. Background and importance of structural health monitoring for cable-stayed bridges

Long-span cable-stayed bridges play a key role in modern transportation infrastructure, serving as critical links in major traffic networks. Due to their flexible structural behavior, large span lengths, and complex cable systems, these bridges are highly sensitive to dynamic loads such as wind, traffic, and seismic actions, as well as to slowly varying environmental factors, including temperature changes and solar radiation. Therefore, ensuring operational safety and extending the service life of cable-stayed bridges through structural health monitoring (SHM) has become an essential component in modern bridge management and maintenance practices [1-2].

Within SHM systems, displacement monitoring is considered one of the most direct and effective indicators for evaluating the global stiffness and load-carrying capacity of bridge structures. Abnormal

changes in vibration amplitude or long-term accumulated displacement trends may serve as early signs of material degradation, bearing damage, or loss of tension in the cable system [3].

1.2. Role of GNSS-RTK and challenges of displacement time-series data

The development of Global Navigation Satellite Systems (GNSS), particularly real-time kinematic GNSS (GNSS-RTK) and high-rate receivers operating at frequencies up to 10–20 Hz, has significantly expanded the capability of displacement monitoring for large-scale bridge structures. Compared with traditional measurement techniques, such as total stations or accelerometers, GNSS provides continuous absolute three-dimensional coordinates under all weather conditions without requiring a direct line of sight between monitoring points [4].

Despite these advantages, GNSS-based displacement time-series data face several challenges. First, GNSS observations are often contaminated by multipath effects, atmospheric disturbances, and receiver-related noise, especially in complex environments such as urban areas or regions with high humidity [5–7]. Second, the structural response of cable-stayed bridges exhibits pronounced nonlinear and non-stationary behavior. Bridge displacements result from the combined effects of high-frequency vibrations induced by traffic and wind and low-frequency deformations associated with thermal loading, leading to time-dependent response patterns that limit the applicability of conventional linear and stationary analysis methods [8,9].

1.3. Transition from monitoring to prediction

Bridge management strategies are gradually shifting from reactive maintenance toward predictive maintenance [10]. In this context, the analysis of historical monitoring data alone is no longer sufficient. Bridge operators increasingly require information on the near-future structural condition ($t + \Delta t$) to support early warning and timely decision-making [10,11].

As a result, research interest has progressively moved beyond displacement estimation and noise reduction toward time-series displacement prediction. While estimation techniques focus on reconstructing the current or past structural response from noisy observations, prediction aims to learn the underlying temporal behavior of the structure and forecast future displacements based on historical data. This distinction is particularly important in GNSS-based SHM, where high filtering accuracy does not necessarily imply reliable predictive capability [10–12].

1.4. Research gap and objectives of the paper

Over the past two decades, classical statistical methods such as Kalman filtering and ARIMA models have been widely applied in structural monitoring studies. Although effective for displacement estimation and short-term trend analysis, recent studies have shown that these linear models are often unable to capture the complex and highly nonlinear responses of cable-stayed bridges under variable environmental and dynamic loading conditions [13,14].

The rapid development of artificial intelligence, particularly deep learning techniques based on recurrent neural networks such as LSTM and GRU, has introduced new possibilities for displacement analysis and prediction [6,15]. However, direct application of deep learning models to raw GNSS time-series data often leads to overfitting or unstable convergence due to strong noise and non-stationary components. This limitation has motivated increasing interest in hybrid modeling strategies that integrate signal decomposition techniques, optimization algorithms, and deep neural networks [16,17].

Although numerous studies have investigated individual prediction methods, a comprehensive and systematic review that critically examines the transition from classical statistical approaches to modern hybrid models in the specific context of GNSS-based displacement prediction for cable-stayed bridges remains limited. The objective of this paper is therefore to review representative methods developed between 2005 and 2025, assess their applicability and limitations, and provide methodological insights to support future research and practical implementation under real-world monitoring conditions.

To provide an overview of the methodological landscape, Figure 1 illustrates a taxonomy of GNSS-based time-series displacement prediction methods reviewed in this paper, highlighting the progression from classical statistical models to hybrid deep learning approaches.

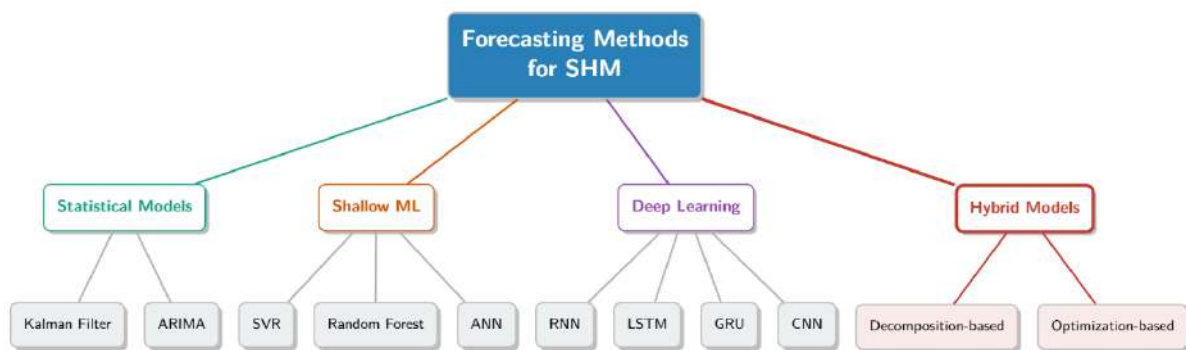


Figure 1. Taxonomy of GNSS-based time-series displacement prediction methods for structural health monitoring of cable-stayed bridges.

2. Statistical methods and traditional machine learning approaches

Before the widespread adoption of deep learning techniques, displacement prediction in structural health monitoring was primarily based on classical statistical models and traditional machine learning methods, often referred to as shallow learning approaches. These methods have been extensively applied to GNSS-based monitoring data and have contributed to improvements in noise reduction and short-term trend analysis. However, their applicability becomes increasingly limited when dealing with high-frequency GNSS time series and the complex, nonlinear response behavior of cable-stayed bridges under real operating conditions [18].

2.1. Filtering and state estimation methods: the Kalman filtering family

The Kalman Filter (KF) and its variants have long been regarded as standard tools for real-time processing and estimation of GNSS-based displacement measurements [19]. In structural health monitoring applications, KF-based methods are primarily used to smooth noisy observations and estimate the current structural state.

The Kalman Filter is formulated within a state-space framework and requires an assumed state transition model, which describes the evolution of the system state over time. In practical SHM applications, this model is often simplified to kinematic or random-walk representations rather than derived from full structural dynamic equations. Under the assumption that both process noise and measurement noise follow Gaussian distributions, the KF aims to minimize the mean squared estimation error covariance [19].

KF-based approaches have been widely applied to GNSS monitoring data for bridge displacement estimation. For example, Kim and Sohn [20] applied the Kalman Filter to reduce high-frequency noise

in RTK-GNSS data collected on the Yeongjong Bridge in South Korea, demonstrating that KF can effectively track structural displacements in real time. To address nonlinear system behavior, extended variants such as the Extended Kalman Filter (EKF) and the Unscented Kalman Filter (UKF) were subsequently introduced. These methods attempt to handle nonlinearity through local linearization or sigma-point approximations.

Despite their practical value, Kalman filtering methods exhibit several limitations when used for displacement prediction. First, KF-based approaches rely on prior specification of the state transition model. For cable-stayed bridges subjected to stochastic wind loads and temperature-induced effects, accurately defining the underlying dynamic equations is highly challenging, which directly affects estimation and prediction quality [20]. Second, KF-based smoothing and filtering are primarily designed for state estimation rather than forecasting. In dynamic deformation analysis, KF estimates may exhibit phase lag relative to the true structural response, which reduces their effectiveness for early warning purposes. Moreover, predictive use of KF without appropriate model adaptation may lead to divergence over longer prediction horizons.

2.2. Linear time-series models: ARIMA and related approaches

The Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) model is one of the most widely used linear time-series analysis tools in econometrics and has been introduced into engineering surveying and structural monitoring studies since the early 2010s.

An ARIMA (p, d, q) model represents a time series as a linear combination of its past values and random error terms, with differencing operations applied to enforce stationarity. Under these assumptions, ARIMA models are well suited for modeling linear temporal dependencies in stationary or near-stationary time series [22].

In GNSS-based structural monitoring, ARIMA models have been used to model stochastic components of displacement time series and reduce background noise, thereby facilitating the extraction of structural displacement signals. Xin et al. [21] applied ARIMA-based models to GNSS monitoring data to support short-term deformation analysis in bridge structures.

ARIMA models suffer from several inherent limitations when applied to cable-stayed bridge displacement prediction. First, ARIMA relies strongly on the assumption of stationarity. GNSS displacement time series from cable-stayed bridges are often non-stationary due to thermal drift and time-varying environmental loads, and differencing operations used to enforce stationarity may distort long-term structural trends [22]. Second, ARIMA models are highly sensitive to the choice of model order and window length, which limits their robustness in practical applications. Finally, as purely linear models, ARIMA approaches are unable to capture the nonlinear dynamic behavior commonly observed under strong wind excitation or seismic loading, reducing their effectiveness for long-term or event-driven prediction tasks [23].

2.3. Traditional machine learning methods: support vector regression and random forest

To overcome some of the limitations associated with linear statistical models, traditional machine learning methods were introduced as an intermediate step toward more flexible data-driven modeling approaches. Among these methods, Support Vector Regression (SVR) and Random Forest (RF) have been widely applied in structural health monitoring and deformation prediction problems [24].

SVR employs kernel functions to project input data into high-dimensional feature spaces, enabling the modeling of nonlinear relationships between input variables and displacement responses. Due to its solid theoretical foundation and good generalization properties, SVR has demonstrated satisfactory performance in displacement prediction tasks involving relatively small datasets. In GNSS-based applications, SVR has been used to model nonlinear relationships between displacement and environmental variables such as temperature and wind [24].

Despite its advantages, SVR suffers from scalability issues when applied to high-frequency GNSS time series. The computational complexity of SVR increases rapidly with the number of training samples, making it impractical for large-scale datasets. For example, GNSS monitoring at sampling rates of 10 Hz can easily generate more than 800,000 observations per day, resulting in excessive computational cost and memory requirements for SVR-based models [25].

Random Forest models provide improved robustness by aggregating multiple decision trees and are less sensitive to noise than individual learners. However, both SVR and RF rely heavily on manually engineered input features, such as temperature, humidity, or wind speed. This feature engineering process depends strongly on expert knowledge and may fail to capture latent temporal patterns embedded in raw GNSS displacement time series. In contrast, representation learning approaches aim to automatically extract hierarchical features directly from data, reducing reliance on subjective feature selection [26-27].

Based on the above analysis, statistical methods and traditional machine learning approaches exhibit fundamental limitations when applied to GNSS-based time-series displacement prediction for cable-stayed bridges. While these methods perform reasonably well for displacement estimation and short-term analysis under controlled conditions, they struggle to model the nonlinear, non-stationary, and multi-scale response behavior observed in real-world monitoring environments.

Classical statistical models are primarily suited for state estimation rather than reliable prediction, whereas traditional machine learning methods offer increased flexibility but remain constrained by scalability issues and dependence on manual feature engineering. These limitations highlight the need for more advanced modeling frameworks capable of learning complex temporal dependencies and extracting meaningful features directly from noisy GNSS time series. This motivation has driven the increasing adoption of deep learning and hybrid approaches, which are reviewed in the following section.

3. Deep learning and hybrid models for GNSS-based displacement prediction

The rapid development of deep learning and the increasing availability of computational resources have significantly promoted data-driven methods in structural health monitoring. Unlike classical statistical models, deep learning approaches do not require explicit assumptions regarding data distribution or system linearity, but instead learn complex temporal dependencies and latent representations directly from observed time-series data, making them suitable for modeling nonlinear and non-stationary structural responses [27]. In recent years, deep learning and hybrid frameworks have been increasingly explored for GNSS-based displacement prediction of long-span bridges [28-29].

3.1. Recurrent neural networks for temporal dependency modeling

Time-series displacement prediction requires explicit consideration of temporal dependencies. Feed-forward neural networks, which process input samples independently, are therefore limited in their ability to capture sequential information. Recurrent neural networks (RNNs) address this limitation by

introducing feedback connections that allow information from previous time steps to influence the current network state.

3.1.1. Long Short-Term Memory (LSTM) networks

Long Short-Term Memory (LSTM) networks were originally proposed to address the vanishing gradient problem in conventional recurrent neural networks by introducing memory cells and gating mechanisms that regulate information flow over time [30-31]. In structural health monitoring of cable-stayed bridges, LSTM models have shown strong capability in capturing delayed structural responses to environmental loads, such as thermal lag effects in temperature-induced deformations. However, the performance of LSTM remains sensitive to data quality and model configuration, and direct application to raw GNSS displacement time series may lead to slow convergence or overfitting due to noise, missing data, and non-stationarity [32].

3.1.2. Gated Recurrent Unit (GRU) networks

Gated Recurrent Unit (GRU) networks are a simplified variant of Long Short-Term Memory (LSTM) networks that merge the forget and input gates into a single update gate and do not maintain a separate cell state, resulting in fewer parameters and faster training times while retaining the ability to learn sequence dependencies [33].

In time-series forecasting applications, GRUs have been applied where training data are limited or computational efficiency is important; however, their relative performance compared to LSTM depends on the task, with LSTMs often preferred for capturing long-term dependencies in complex sequences [34].

3.2. Signal decomposition as a preprocessing strategy

Raw GNSS displacement time series typically consist of multiple superimposed components, including long-term trends, seasonal or temperature-related effects, dynamic structural responses, and measurement noise [35]. Directly applying deep learning models to such mixed signals often degrades training efficiency and prediction stability.

To address this issue, signal decomposition techniques have been increasingly incorporated into hybrid prediction frameworks. The general objective of decomposition is to separate the original signal into sub-components with distinct frequency characteristics, allowing learning models to focus on simpler and more interpretable patterns.

3.2.1. Empirical Mode Decomposition and related methods

Empirical Mode Decomposition (EMD) decomposes a signal into a set of intrinsic mode functions (IMFs) through an adaptive, data-driven process. EMD has been applied to GNSS displacement analysis to separate noise and structural response components. However, EMD suffers from mode mixing, where oscillations of different physical origins are incorrectly combined or split across multiple modes, reducing its reliability for predictive modeling.

Wavelet-based decomposition techniques have also been explored as alternatives. While wavelet transforms provide good time–frequency localization, their performance depends strongly on the choice of wavelet basis and decomposition level, which introduces subjectivity into the modeling process.

3.2.2. Variational Mode Decomposition (VMD)

Variational Mode Decomposition (VMD) has emerged as a more robust alternative to traditional decomposition methods. Unlike EMD, VMD formulates signal decomposition as a constrained variational optimization problem, decomposing the signal into a predefined number of band-limited modes with compact frequency support.

Recent studies have shown that VMD is particularly effective in separating high-frequency GNSS noise, such as multipath effects, from low-frequency structural displacement components related to temperature and wind loading. When combined with recurrent neural networks, VMD-based hybrid models allow each decomposed component to be modeled separately, thereby reducing model complexity and improving prediction stability. Several comparative studies suggest that VMD–LSTM frameworks often demonstrate improved robustness compared with EMD–LSTM and wavelet-based hybrid models, particularly under high-noise GNSS monitoring conditions.

Despite these advantages, VMD requires careful selection of decomposition parameters, such as the number of modes, which can significantly influence prediction outcomes. Improper parameter selection may lead to over-decomposition or loss of physically meaningful information.

3.3. Hybrid frameworks with optimization and attention mechanisms

While decomposition-based deep learning models improve robustness, their performance remains sensitive to hyperparameter selection and temporal relevance of historical data. To further enhance predictive capability, recent research has focused on optimization strategies and attention mechanisms within hybrid modeling frameworks.

3.3.1. Optimization-based hybrid models

Hyperparameters such as network depth, number of hidden units, learning rate, and training window length play a critical role in the performance of deep learning models. Manual tuning of these parameters is time-consuming and often suboptimal, particularly for long-term GNSS monitoring data.

To address this issue, swarm intelligence and evolutionary optimization algorithms, including Particle Swarm Optimization (PSO), Grey Wolf Optimization (GWO), and Whale Optimization Algorithm (WOA), have been introduced to automatically search for optimal hyperparameter configurations. In GNSS-based displacement prediction, optimization-assisted hybrid models have demonstrated improved convergence behavior and reduced sensitivity to initial conditions.

However, the incorporation of optimization algorithms significantly increases computational cost, as multiple candidate models must be trained during the optimization process. This limitation may restrict the applicability of such frameworks in real-time monitoring systems unless computational efficiency is carefully considered.

3.3.2. Attention mechanisms and interpretability considerations

Attention mechanisms were originally developed in natural language processing to allow models to focus selectively on relevant parts of an input sequence. In time-series prediction, attention enables a model to assign different weights to past observations based on their relative importance for predicting future values.

In GNSS-based displacement prediction, attention mechanisms have been explored as a means of emphasizing time periods associated with significant environmental or operational events, such as rapid

temperature changes or strong wind loading. By selectively weighting historical inputs, attention-based models may improve prediction stability and provide additional interpretability.

Nevertheless, attention mechanisms introduce additional model parameters and complexity, which may increase the risk of overfitting when training data are limited or noisy. Moreover, the physical interpretation of attention weights remains nontrivial, as high attention scores do not necessarily correspond to causal structural mechanisms. As a result, attention-based extensions should be applied cautiously and evaluated in conjunction with domain knowledge.

3.4. Comparative assessment of deep learning and hybrid approaches

Based on the reviewed literature, deep learning and hybrid models represent a significant advancement over classical statistical and traditional machine learning methods for GNSS-based displacement prediction. Recurrent neural networks offer improved capability for modeling nonlinear temporal dependencies, while hybrid frameworks that integrate signal decomposition and optimization strategies further enhance robustness under noisy and non-stationary conditions.

However, reported prediction accuracy varies widely across studies due to differences in datasets, monitoring durations, displacement components, and evaluation protocols. Consequently, quantitative performance metrics should be interpreted with caution. Rather than focusing solely on numerical accuracy, future research should emphasize model robustness, interpretability, and practical feasibility under real-world monitoring constraints.

Table 1 summarizes representative studies on GNSS-based displacement prediction for bridge structures, highlighting methodological characteristics and reported limitations rather than providing a direct quantitative performance comparison.

Table 1. Summary of representative studies on GNSS-based displacement prediction for bridge structures (2015–2025).

Author (Ref.)	Method	Structure & Data	Key Contribution	Limitation
Xin et al. (2018) [21]	Kalman Filter + ARIMA + GARCH	Cable-stayed bridge / GNSS-based monitoring data	Combined noise filtering and error variance modeling for GNSS-based deformation analysis.	Performance may be limited under strongly nonlinear structural responses; model formulation and calibration can be relatively complex.
Le et al. (2015) [9]	Time-series analysis (trend + temperature effects)	Long-span bridge / GNSS-based displacement time series	Quantitative analysis of temperature-induced bridge deformation using GNSS time-series modeling.	Primarily focused on explanatory analysis; limited predictive capability under nonlinear and transient loading conditions.

Li et al. (2024) [36]	LSTM + EM + GMM (Hybrid)	Structural health monitoring data / bridge	Uses LSTM integrated with EM and GMM for dynamic early warning of bridge safety.	Computational complexity and increased training cost may limit application in real-time systems.
Chen et al. (2023) [17]	VMD–LSTM (Hybrid)	GNSS time series data	Uses VMD to separate noise and trend components, achieving improved prediction accuracy.	Model performance is sensitive to the selection of VMD and LSTM parameters, which were manually determined in the study.
Proposed in this study	VMD–Optimization–LSTM	Cable-stayed bridges in Vietnam / GNSS-RTK	Integrates signal decomposition and optimization strategies tailored to tropical climate conditions.	Requires further investigation of robust strategies for handling missing and irregular monitoring data.

Note: The listed studies are selected to illustrate methodological trends rather than to provide an exhaustive comparison.

Based on the reviewed literature, a generalized conceptual framework for GNSS-based displacement time-series prediction is summarized in Figure 2. The framework reflects common modeling components identified across recent hybrid approaches, including data preprocessing, signal decomposition, hyperparameter optimization, and deep learning-based prediction. It is intended to illustrate methodological integration rather than to represent a specific implementation.

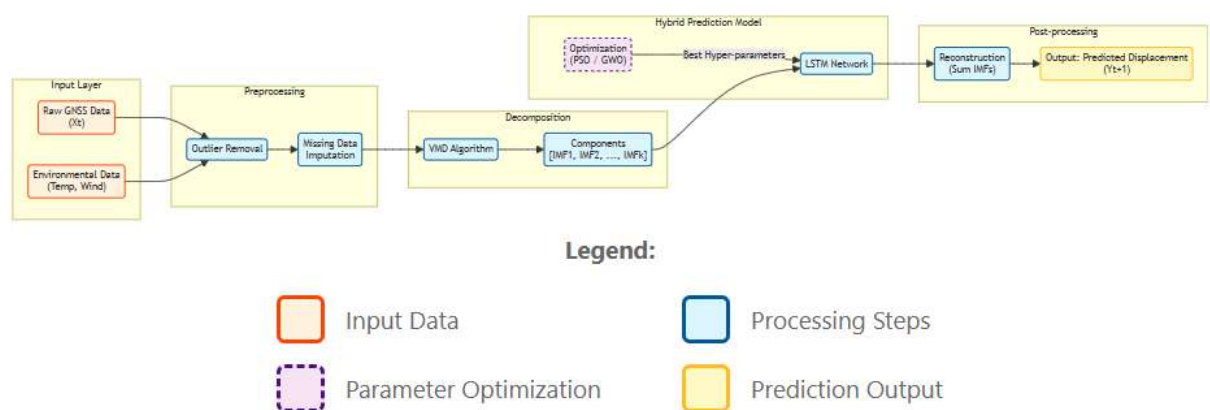


Figure 2. Conceptual framework for GNSS-based displacement time-series prediction derived from the reviewed hybrid modeling approaches.

4. Limitations and open challenges

Despite the rapid development of GNSS-based displacement prediction methods and the increasing adoption of deep learning and hybrid frameworks, several fundamental limitations and open challenges

remain. These issues must be carefully considered to ensure the reliable and practical application of time-series prediction models in structural health monitoring of cable-stayed bridges.

4.1. Data quality, noise, and missing observations

GNSS displacement time series are inherently affected by multiple sources of uncertainty, including multipath effects, atmospheric disturbances, receiver instability, and signal obstructions. In long-term monitoring scenarios, data gaps caused by equipment malfunction, communication failure, or maintenance activities are common. Such missing observations can significantly degrade the performance of prediction models, particularly deep learning architectures that rely on continuous temporal dependencies.

Although recent studies have explored data imputation and noise suppression strategies, including self-supervised learning and adaptive modeling approaches, no unified solution has yet been established. In practice, preprocessing choices related to outlier detection, gap filling, and noise filtering can strongly influence prediction outcomes, introducing uncertainty that is often overlooked in comparative studies.

4.2. Non-stationarity and environmental coupling

A key challenge in GNSS-based displacement prediction lies in the strong non-stationary behavior of bridge responses. Displacements of cable-stayed bridges are governed by complex interactions between structural properties and environmental factors such as temperature, wind, and solar radiation. These interactions vary over time and may change abruptly during extreme events, including heat waves, typhoons, or seismic excitation.

Most existing prediction models implicitly assume that historical data are representative of future conditions. However, this assumption may not hold under changing climate patterns or evolving traffic loads. Even advanced deep learning models may fail to generalize when trained on data that do not adequately capture rare or extreme loading scenarios. Addressing non-stationarity remains an open research problem and requires closer integration between data-driven models and physical understanding of structural behavior.

4.3. Model generalization and transferability

Another major limitation concerns the generalization and transferability of prediction models across different structures and monitoring environments. Many published studies report favorable prediction performance based on data from a single bridge or a limited monitoring period. However, models trained under specific structural configurations, sensor layouts, and environmental conditions may not perform well when applied to other bridges or regions.

The lack of standardized datasets and benchmarking protocols further complicates objective model comparison. Differences in sampling rates, displacement components, prediction horizons, and evaluation metrics make it difficult to assess the true robustness of competing approaches. Developing transferable models or domain-adaptive learning strategies remains a critical challenge for advancing GNSS-based displacement prediction beyond case-specific applications.

4.4. Interpretability and physical consistency

While deep learning and hybrid models offer increased flexibility and predictive power, they often operate as black-box systems with limited interpretability. For safety-critical infrastructure such as long-span bridges, the inability to clearly relate prediction results to physical mechanisms poses a significant

barrier to practical adoption. Attention mechanisms and feature attribution techniques have been proposed to enhance interpretability, but their physical meaning in the context of structural response is not always clear.

Moreover, purely data-driven models may produce predictions that are mathematically plausible but physically inconsistent, particularly when extrapolating beyond the range of observed data. Ensuring physical plausibility and consistency with structural mechanics principles remains an important challenge and highlights the need for hybrid approaches that combine data-driven learning with physical constraints.

4.5. Computational cost and real-time implementation

Finally, the computational complexity of deep learning and optimization-based hybrid frameworks presents challenges for real-time or near-real-time implementation. High-frequency GNSS monitoring generates large volumes of data, and advanced models often require significant computational resources for training and inference. Optimization strategies and attention mechanisms further increase computational demands, which may limit their applicability in resource-constrained monitoring systems.

Balancing predictive performance with computational efficiency is therefore a key practical consideration. Future research should place greater emphasis on lightweight model architectures, efficient training strategies, and incremental learning schemes that can support long-term, real-time monitoring applications.

5. Conclusion and future research directions

This paper has presented a comprehensive and critical review of GNSS-based time-series displacement prediction methods for cable-stayed bridges. By systematically examining the evolution from classical statistical approaches to traditional machine learning techniques and, more recently, hybrid deep learning frameworks, this review highlights both the progress achieved and the limitations that remain in current research.

Classical statistical models, such as Kalman filtering and ARIMA, have played an important role in displacement estimation and short-term trend analysis. However, their predictive capability is fundamentally constrained by linear assumptions and sensitivity to non-stationary environmental effects. Traditional machine learning methods offer increased flexibility but remain limited by scalability issues and reliance on manually engineered features. These limitations reduce their effectiveness when applied to high-frequency GNSS time series collected under complex and evolving operational conditions.

Recent advances in deep learning, particularly recurrent neural networks such as LSTM and GRU, have demonstrated improved capacity to model nonlinear temporal dependencies in GNSS displacement data. Nevertheless, the direct application of these models to raw monitoring data is often hindered by noise, missing observations, and limited generalization. Hybrid modeling strategies that integrate signal decomposition, optimization techniques, and deep learning architectures have therefore emerged as a promising direction. Rather than offering a universal solution, these hybrid frameworks provide a flexible means of improving robustness and stability when carefully adapted to data characteristics and application requirements.

Despite encouraging results reported in the literature, this review emphasizes that reliable displacement prediction for cable-stayed bridges remains a challenging task. Key issues related to data quality, non-stationarity, model interpretability, and transferability across structures have yet to be fully resolved. In particular, improvements in prediction accuracy do not necessarily guarantee enhanced reliability for early warning or decision support unless supported by rigorous validation under realistic monitoring conditions.

Based on the findings of this review, several directions for future research can be identified. First, greater attention should be given to the integration of data-driven models with physical insights from structural mechanics to improve interpretability and physical consistency. Second, adaptive and transferable learning strategies capable of coping with changing environmental conditions and limited training data are needed to enhance model generalization. Third, the development of standardized benchmarking datasets and evaluation protocols would facilitate objective comparison of prediction methods and promote reproducible research. Finally, future studies should consider computational efficiency and real-time feasibility as primary design objectives, particularly for long-term monitoring systems deployed in practice.

In summary, GNSS-based time-series displacement prediction for cable-stayed bridges remains an active and evolving research area. Continued progress will depend not only on methodological innovation but also on careful problem formulation, transparent evaluation, and close alignment with the practical needs of structural health monitoring systems.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research is funded by University of Transport and Communications (UTC) under grant number T2025-CT-007TD.

REFERENCES

- [1] Shen, N., Chen, L., Liu, J., Wang, L., Tao, T., Wu, D., & Chen, R. (2019). A review of global navigation satellite system (GNSS)-based dynamic monitoring technologies for structural health monitoring. *Remote Sensing*, 11(9), 1001.
- [2] Wang, X., Zhao, Q., Xi, R., Li, C., Li, G., & Li, L. A. (2021). Review of bridge structural health monitoring based on GNSS: From displacement monitoring to dynamic characteristic identification. *IEEE Access*, 9, 80043-80065.
- [3] Yi, T. H., Li, H. N., & Gu, M. (2013). Recent research and applications of GPS-based monitoring technology for high-rise structures. *Structural control and health monitoring*, 20(5), 649-670.
- [4] Psimoulis, P. A., & Stiros, S. C. (2013). Measuring deflections of a short-span railway bridge using a robotic total station. *Journal of Bridge engineering*, 18(2), 182-185.
- [5] Huong, H. T. L., Cong, T. D., Vu, L. V., & Giang, L. K. (2025). Latent pattern recognition in GNSS-based SHM using t-SNE and adaptive time-series modeling. *Journal of Civil Structural Health Monitoring*, 15(8), 3743-3766.
- [6] Le Khanh, G., Duc, C. T., & Lan, H. H. T. (2026). Self-supervised deep learning for gnss time series imputation: a comparative study of neural network architectures. *Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải*, 77(1), 127-141.

- [7] Richardson, T., Hill, C., Moore, T., & Toor, P. (2016, January). Analysis of multi-constellation GNSS signal quality. In *Proceedings of the 2016 International Technical Meeting of The Institute of Navigation* (pp. 631-638).
- [8] Cao, Y., Yim, J., Zhao, Y., & Wang, M. L. (2011). Temperature effects on cable stayed bridge using health monitoring system: a case study. *Structural Health Monitoring, 10*(5), 523-537.
- [9] Van Le, H., & Nishio, M. (2015). Time-series analysis of GPS monitoring data from a long-span bridge considering the global deformation due to air temperature changes. *Journal of Civil Structural Health Monitoring, 5*(4), 415-425.
- [10] Shahrivar, F., Sidiq, A., Mahmoodian, M., Jayasinghe, S., Sun, Z., & Setunge, S. (2025). AI-based bridge maintenance management: a comprehensive review. *Artificial Intelligence Review, 58*(5), 135.
- [11] Gopalakrishnan, K. (2017). Deep learning for structural health monitoring: a review. *Struct. Health Monit, 16*(2), 91-113.
- [12] Chen, X., Kumar, A., & Lee, S. (2020). Deep learning for structural health monitoring: A review. *Sensors, 20*, 1496.
- [13] Chen, J., Jiang, X., Yan, Y., Lang, Q., Wang, H., & Ai, Q. (2022). Dynamic warning method for structural health monitoring data based on ARIMA: Case study of Hong Kong–Zhuhai–Macao bridge immersed tunnel. *Sensors, 22*(16), 6185.
- [14] Deng, Y., Zhao, Y., Ju, H., Yi, T. H., & Li, A. (2024). Abnormal data detection for structural health monitoring: State-of-the-art review. *Developments in the Built Environment, 17*, 100337.
- [15] Tabar, M. E., & Sisman, Y. (2025). Deep learning-based modeling and prediction of GNSS time series: A comparative analysis of adaptive optimization algorithms. *Advances in Space Research*.
- [16] Wu, J., Cao, C., Fei, L., Han, X., Wang, Y., & Chan, T. O. (2025). A Hybrid Framework Integrating Past Decomposable Mixing and Inverted Transformer for GNSS-Based Landslide Displacement Prediction. *Sensors, 25*(19), 6041.
- [17] Chen, H., Lu, T., Huang, J., He, X., Yu, K., Sun, X., ... & Huang, Z. (2023). An improved VMD-LSTM model for time-varying GNSS time series prediction with temporally correlated noise. *Remote Sensing, 15*(14), 3694.
- [18] Etim, B., Al-Ghosoun, A., Renno, J., Seaid, M., & Mohamed, M. S. (2024). Machine learning-based modeling for structural engineering: a comprehensive survey and applications overview. *Buildings, 14*(11), 3515.
- [19] Grewal, M. S., & Andrews, A. P. (2015). Kalman Filtering: Theory and Practice with MATLAB, John Wiley & Sons, Inc.
- [20] Kim, K., & Sohn, H. (2020). Dynamic displacement estimation for long-span bridges using acceleration and heuristically enhanced displacement measurements of real-time kinematic global navigation system. *Sensors, 20*(18), 5092.
- [21] Xin, J., Zhou, J., Yang, S. X., Li, X., & Wang, Y. (2018). Bridge structure deformation prediction based on GNSS data using Kalman-ARIMA-GARCH model. *Sensors, 18*(1), 298.

- [22] Box, G. E., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time series analysis: forecasting and control*. John Wiley & Sons.
- [23] Worden, K., & Manson, G. (2007). The application of machine learning to structural health monitoring. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 365(1851), 515-537.
- [24] Smola, A. J., & Schölkopf, B. (2004). A tutorial on support vector regression. *Statistics and computing*, 14(3), 199-222.
- [25] Hsu, C. W., Chang, C. C., & Lin, C. J. (2003). A practical guide to support vector classification.
- [26] Bengio, Y., Courville, A., & Vincent, P. (2013). Representation learning: A review and new perspectives. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 35(8), 1798-1828.
- [27] LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *nature*, 521(7553), 436-444.
- [28] Ye, X. W., Jin, T., & Yun, C. B. (2019). A review on deep learning-based structural health monitoring of civil infrastructures. *Smart Struct. Syst*, 24(5), 567-585.
- [29] Cha, Y. J., Ali, R., Lewis, J., & Büyüköztürk, O. (2024). Deep learning-based structural health monitoring. *Automation in Construction*, 161, 105328.
- [30] Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. *Neural computation*, 9(8), 1735-1780.
- [31] Gers, F. A., Schmidhuber, J., & Cummins, F. (2000). Learning to forget: Continual prediction with LSTM. *Neural computation*, 12(10), 2451-2471.
- [32] Yue, Z., Ding, Y., Zhao, H., & Wang, Z. (2022). Mechanics-Guided optimization of an LSTM network for Real-Time modeling of Temperature-Induced deflection of a Cable-Stayed bridge. *Engineering Structures*, 252, 113619.
- [33] Song, L., Liu, J., Wang, L., Wang, Z., & Yuan, Y. (2025). A comparative study on different machine learning approaches with periodic items for the forecasting of GPS satellites clock bias. *Scientific Reports*, 15(1), 2709.
- [34] ArunKumar, K. E., Kalaga, D. V., Kumar, C. M. S., Kawaji, M., & Brenza, T. M. (2022). Comparative analysis of Gated Recurrent Units (GRU), long Short-Term memory (LSTM) cells, autoregressive Integrated moving average (ARIMA), seasonal autoregressive Integrated moving average (SARIMA) for forecasting COVID-19 trends. *Alexandria engineering journal*, 61(10), 7585-7603.
- [35] Zhou, Y., Ma, Z., & Fu, L. (2025). A review of key signal processing techniques for structural health monitoring: Highlighting non-parametric time-frequency analysis, adaptive decomposition, and deconvolution. *Algorithms*, 18(6), 318.
- [36] Li, S., Xin, J., Jiang, Y., Yang, C., Wang, X., & Ran, B. (2024). A novel hybrid model for bridge dynamic early warning using LSTM-EM-GMM. *Advances in Bridge Engineering*, 5(1), 8.

**GEOMETRY OF TOTALLY UMBILICAL SCREEN GENERIC TRANSVERSAL
CAUCHY-RIEMANN LIGHTLIKE SUBMANIFOLDS OF INDEFINITE KAEHLER
MANIFOLDS**

Assoc. Prof. Dr. Nergiz POYRAZ

Çukurova University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Mathematics, Adana, Türkiye

ORCID: 0000-0002-8110-712X

Prof. Dr. Mehmet Akif AKYOL

Uşak University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mathematics,
Uşak, Türkiye

ORCID: 0000-0003-2334-6955

ABSTRACT

In the generalization from Riemannian to semi-Riemannian manifolds, the induced metric may be degenerate (lightlike) therefore there is a natural existence of lightlike submanifolds and for which the local and global geometry is completely different than non-degenerate case. In lightlike case, the standard text book definitions do not make sense and one fails to use the theory of non-degenerate geometry in the usual way. It is well known that the intersection of the normal bundle and the tangent bundle of a submanifold of a semi-Riemannian manifold may be not trivial, it is more difficult and interesting to study the geometry of lightlike submanifolds than non-degenerate submanifolds. Duggal-Bejancu and Küpeli initiated the geometry of lightlike submanifolds of semi-Riemannian manifolds. Küpeli's approach is intrinsic while Duggal-Bejancu's approach is extrinsic. Later, they were studied by many authors. We study totally umbilical screen generic transversal Cauchy-Riemann lightlike submanifolds of indefinite Kaehler manifolds. This class generalizes and unifies several existing subclasses, including CR, radical screen transversal (ST), ST anti-invariant and screen transversal CR-lightlike submanifolds. We show that there exist no totally umbilical proper screen generic transversal Cauchy-Riemann lightlike submanifold of an indefinite complex space form $M(c), c \neq 0$. Moreover, we find some necessary and sufficient conditions for minimal totally umbilical screen generic transversal Cauchy-Riemann lightlike submanifolds and give two examples.

Keywords: Screen generic transversal Cauchy-Riemann Lightlike Submanifold, Indefinite Kaehler manifold, Lightlike submanifold, Minimal lightlike submanifold

Acknowledgement: The study is supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) with project number 123F450.

GRAPHENE-BASED FLEXIBLE SUPERCAPACITORS FOR NEXT-GENERATION WEARABLE ENERGY STORAGE

Monesh M, Narasapuram Neeraj, Nitheesh M, Ragavan R S, Dr. M. Meena

R.M.K. Engineering College, Thiruvallur District, Tamil Nadu, India

ABSTRACT

The rapid growth of wearable electronics has created a strong demand for lightweight, flexible, and high-performance energy storage devices. This study focuses on the development of graphene-based flexible supercapacitors capable of delivering high power density and mechanical stability for wearable applications. Graphene is selected due to its exceptional electrical conductivity, large surface area, and flexibility. The proposed work involves the synthesis of graphene-based electrode materials followed by fabrication of flexible supercapacitor devices using polymer gel electrolytes. Structural and electrochemical characterization will be carried out using spectroscopic techniques, cyclic voltammetry, and charge–discharge analysis to evaluate capacitance, energy density, and cycling stability. The expected outcome is the development of a flexible energy storage device with enhanced electrochemical performance and mechanical durability suitable for smart textiles and portable electronics. This research contributes to the advancement of sustainable and flexible energy technologies supporting next-generation wearable systems.

Keywords: Graphene, Flexible supercapacitors, Wearable electronics, Energy storage, Conductive nanomaterials

RİSKLİ GEBELİK SÜRECİNDE SAĞLIĞI GELİŞTİRME VE ÖZ BAKIM: PENDER VE OREM MODELLERİ IŞIĞINDA BİR DERLEME

HEALTH PROMOTION AND SELF-CARE DURING HIGH-RISK PREGNANCY: A REVIEW
BASED ON THE PENDER AND OREM MODELS

Arş. Gör. Gülnaz ERDİ

Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ebelik Anabilim Dalı, Adana, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-9371-6571

Prof. Dr. Şule GÖKYILDIZ SÜRÜCÜ

Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Adana, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-0088-4219

ÖZET

Gebelik dönemi, fizyolojik ve psikolojik açıdan önemli değişimlerin yaşandığı bir süreçtir. Riskli gebelikler, anne ve fetüs sağlığı üzerinde morbidite ve mortalite riski oluşturarak gebelik sürecinin normal seyrini tehdit etmektedir. Riskli gebelikler, anne ve fetüs sağlığı üzerinde ciddi morbidite ve mortalite riski oluşturarak gebelik sürecinin normal seyrini tehdit etmektedir. Dünya genelinde 2023 yılında her gün 700'den fazla kadının, hamilelik ve doğumla ilgili önlenemez nedenlerden dolayı hayatını kaybettiği düşünüldüğünde, gebelik sürecinde sağlığı geliştirme ve öz bakım davranışlarının desteklenmesi hayati bir öneme sahiptir. Bu derlemenin amacı, riskli gebeliklerde sağlığı geliştirme davranışlarını ve öz bakım uygulamalarını Nola Pender'in "Sağlığı Geliştirme Modeli" ve Dorothea Orem'in "Öz Bakım Modeli" çerçevesinde incelemek; bu süreçte ebelik ve diğer sağlık profesyonellerinin üstlendiği rolleri tartışmaktır. Çalışma kapsamında güncel literatür ışığında; riskli gebeliklerde davranışları etkileyen faktörler, öz bakım gücü ve multidisipliner yaklaşımların etkinliği değerlendirilmiştir. Sağlığı Geliştirme Modeli, gebelerin sağlık davranışlarını şekillendiren bireysel ve çevresel faktörlere odaklanırken; Öz Bakım Modeli, bireyin kendi sağlık sorumluluğunu üstlenmesini, öz bakım gücünü ve terapötik gereksinimlerini sistematik bir yapıda ele almaktadır. Literatür riskli gebeliklerde beslenme, düzenli fiziksel aktivite, zararlı madde (sigara/alkol) kullanımıyla mücadele ve rutin kontroller gibi sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının komplikasyonları azaltmada temel rol oynadığını ortaya koymaktadır. Sağlık profesyonelleri liderliğindeki eğitim ve danışmanlık hizmetlerinin, gebelerin öz bakım düzeyini ve sağlık algısını anlamlı ölçüde iyileştirdiği görülmektedir. Sonuç olarak riskli gebeliklerde sağlığı geliştirme davranışlarının ve öz bakım uygulamalarının desteklenmesi, komplikasyonların azaltılması ve gebelik sonuçlarının iyileştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu doğrultuda, sağlık profesyonelleri olan ebelerin bakımının kadın merkezli ve güçlendirici yaklaşımla yapılandırılması; eğitim, danışmanlık ve izlem hizmetlerinin kuramsal modeller temelinde planlanması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Riskli Gebelik, Sağlığı Geliştirme, Öz Bakım, Ebelik.

ABSTRACT

Pregnancy is a period of significant physiological and psychological changes. High-risk pregnancies threaten the normal course of pregnancy by posing a risk of morbidity and mortality to both the mother and the foetus. High-risk pregnancies pose a serious risk of morbidity and mortality for both maternal and foetal health, threatening the normal course of pregnancy. Given that more than 700 women worldwide die every day in 2023 from preventable causes related to pregnancy and childbirth, promoting health and supporting self-care behaviours during pregnancy is of vital importance. The aim of this review is to examine health promotion behaviours and self-care practices in high-risk pregnancies within the framework of Nola Pender's 'Health Promotion Model' and Dorothea Orem's 'Self-Care Model'; and to discuss the roles undertaken by midwives and other health professionals in this process. Within the scope of the study, factors affecting behaviours in high-risk pregnancies, self-care capacity, and the effectiveness of multidisciplinary approaches were evaluated in light of the current literature. While the Health Promotion Model focuses on individual and environmental factors that shape the health behaviours of pregnant women, the Self-Care Model addresses the individual's assumption of responsibility for their own health, self-care capacity, and therapeutic needs in a systematic structure. The literature indicates that healthy lifestyle behaviours such as nutrition, regular physical activity, combating harmful substance use (smoking/alcohol), and routine check-ups play a fundamental role in reducing complications in high-risk pregnancies. Healthcare professional-led education and counseling services have been shown to significantly improve pregnant women's self-care levels and health perceptions. Consequently, supporting health-promoting behaviors and self-care practices in high-risk pregnancies is critical for reducing complications and improving pregnancy outcomes. In this context, it is recommended that the care provided by midwives, as healthcare professionals, be structured with a woman-centered and empowering approach; and that education, counseling, and follow-up services be planned based on theoretical models.

Keywords: High-risk pregnancy, Health promotion, Self-care, Midwifery.

GİRİŞ

Gebelik dönemi, kadının yaşamında fizyolojik, psikolojik ve sosyal açıdan önemli değişimlerin yaşandığı dinamik bir süreçtir (Yılmaz & Yar, 2021). Çoğunlukla doğal bir yaşam olayı olarak kabul edilmekle birlikte, bazı durumlarda anne ve fetüs sağlığını tehdit eden komplikasyonların ortaya çıkmasıyla gebelik riskli hale gelebilmektedir. Riskli gebelikler; gebelik öncesinde var olan ya da gebelik sürecinde gelişen sağlık sorunları nedeniyle anne ve fetüs açısından artmış morbidite ve mortalite riski taşıyan, gebeliğin normal seyrini olumsuz etkileyebilen önemli klinik durumlar arasında yer almaktadır (Yanık & Özcanarslan, 2019; Mirzakhani vd., 2020; Eser Hünk vd., 2025).

Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization-WHO) verilerine göre küresel ölçekte anne ölümlerinin büyük bir kısmı gelişmekte olan ülkelerde görülmekte olup bu ölümlerin önemli bir bölümü önlenemez nedenlerden kaynaklanmaktadır. Nitekim dünya genelinde 2023 yılında her gün 700'den fazla kadının gebelik ve doğumla ilişkili önlenemez nedenlerden dolayı yaşamını kaybettiği bildirilmektedir (WHO, 2025). Anne ölümlerinin azaltılması yalnızca tıbbi müdahalelerin geliştirilmesi ile değil, aynı zamanda gebelik sürecinde sağlığı geliştirme davranışlarının ve öz bakım uygulamalarının desteklenmesi ile mümkündür. Gebelik döneminde kadınların sağlık sorumluluğunu üstlenmeleri, risk faktörlerini tanımaları ve uygun sağlık davranışlarını benimsemeleri hem anne hem de fetüs sağlığının korunması açısından büyük

önem taşımaktadır (Çelik & Aksoy Derya, 2019; Dinç, 2023). Özellikle riskli gebeliklerde kadınların kendi sağlıklarına yönelik farkındalıklarının artırılması ve bakım süreçlerine aktif katılım göstermeleri, olası komplikasyonların önlenmesi ve gebelik sonuçlarının iyileştirilmesi açısından kritik bir rol oynamaktadır (Dinçer, 2023; Pazarözyurt, 2023). Bu bağlamda gebelik sürecinde sağlığı geliştirme davranışları ve öz bakım uygulamaları, anne ve fetüsün yaşam kalitesini artıran, doğum sürecini kolaylaştıran ve komplikasyon riskini azaltan önemli unsurlar olarak değerlendirilmektedir (Zhang vd., 2023; Pardes Bektaş, 2024; Tümkaya vd.,2024). Sağlıklı beslenme, düzenli fiziksel aktivite ve düzenli doğum öncesi kontroller gibi sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının gebeliklerde iyilik halinin sürdürülmesinde önemli bir rol oynadığı literatürde vurgulanmaktadır (Goodarzi vd., 2018; Sabuni vd., 2021; Rezaei vd., 2025). Ayrıca sağlık profesyonelleri liderliğinde yürütülen eğitim ve danışmanlık hizmetlerinin gebelerin öz bakım düzeyini ve sağlık algısını anlamlı biçimde iyileştirdiği bildirilmektedir (Daraie vd., 2025; Khang vd.,2026). Sağlığı geliştirme ve öz bakım davranışlarının anlaşılmasında kuramsal modeller önemli bir rehber sunmaktadır. Bu modellerden Nola Pender tarafından geliştirilen Sağlığı Geliştirme Modeli, bireyin sağlık davranışlarını etkileyen bireysel ve çevresel faktörleri açıklarken (Bahar & Açıl, 2014; Jalili Bahabadi vd.,2020); Dorothea Orem tarafından geliştirilen Öz Bakım Modeli bireyin kendi sağlığına ilişkin sorumluluk almasını, öz bakım gücünü ve terapötik öz bakım gereksinimlerini sistematik bir çerçevede ele almaktadır (Çelik & Derya, 2019; Berbiglia & Thuy, 2021).

Bu derlemenin amacı, riskli gebeliklerde sağlığı geliştirme davranışlarını ve öz bakım uygulamalarını Pender'in Sağlığı Geliştirme Modeli ve Orem'in Öz Bakım Modeli çerçevesinde incelemek ve bu süreçte ebelik ile diğer sağlık profesyonellerinin rolünü literatür doğrultusunda tartışmaktır.

PENDER'İN SAĞLIĞI GELİŞTİRME TEORİSİ

Sağlığı Geliştirme Modeli Nola Pender tarafından geliştirilmiş ve 1987 yılında hayata geçmiştir. Pender sağlığın geliştirilmesini, kişinin kendi sağlığını geliştirme ve kendi sağlığı üzerindeki kontrolünü artırma gücünü kazanması olarak tanımlanmıştır (Pender, 1996). Model temellerini "Beklenti-Değer Modeli (Norman Feather)" ve "Sosyal Öğrenme Modeli (Albert Bandura)"nden almaktadır. Beklenti değer modelinde bireylerin, sonuçlarına değer verdikleri hedeflerin gerçekleştirilmesi konusunda daha istekli davrandıkları belirtilirken, sosyal bilişsel teoride ise; düşünce, davranış ve çevre etkileşimi sürekli devam etmekte olduğu, bireyin düşüncelerinin davranışlarını yönlendirdiği ifade edilmektedir. Pender bireyin kendini gerçekleştirme, kendi sağlık sorumluluğunu alması, yeterli fiziksel aktivite yapması, beslenmesine dikkat etmesi, sosyal desteğinin bulunması ve stres yönetimi sağlayabilmesini sağlığı geliştirici yaşam biçimi davranışları olarak kabul etmektedir. Model 'bireysel özellikler ve deneyimler', 'davranışa özgü kavramlar ve etkiler' ve 'davranışın ortaya çıkışı' bileşenlerinden oluşmaktadır (Resim 1.) (Pender, 1996; Pender, 2011; Bahar & Açıl, 2014; Kaya, Tutar Güven & İşler Dalgıç, 2018; Çalık & Kapucu, 2017; Avçin, 2021).

1. Bireysel Özellikler ve Deneyimler

Bireysel özellikler, bireyin sağlık davranışlarını etkileyen ancak değiştirilemeyen faktörlerdir. Pender, bu özellikleri üç grupta ele alır:

- **Biyolojik faktörler:** Cinsiyet, yaş gibi değişkenler
- **Psikolojik faktörler:** Benlik saygısı, öz motivasyon, bireysel yetenek algısı, güdülenme ve sağlık algısı

- **Sosyo-kültürel faktörler:** Eğitim düzeyi, sosyo-ekonomik durum, kültür, etnik köken ve sosyal güvence (Carrol vd.,2018; Ye vd.,2022).

Deneyimler bireyin yeni bir sağlık davranışını benimsemesini önemli ölçüde etkiler. Geçmişte benzer bir davranışın başarılı olması, yeni davranışın sürdürülmesini kolaylaştırır (Ye vd.,2022). Örneğin, yaşam tarzı değişiklikleriyle semptomları azalan bireylerin bu davranışları sürdürme olasılığı daha yüksektir (Wang & Luo, 2019; Ye vd.,2022).

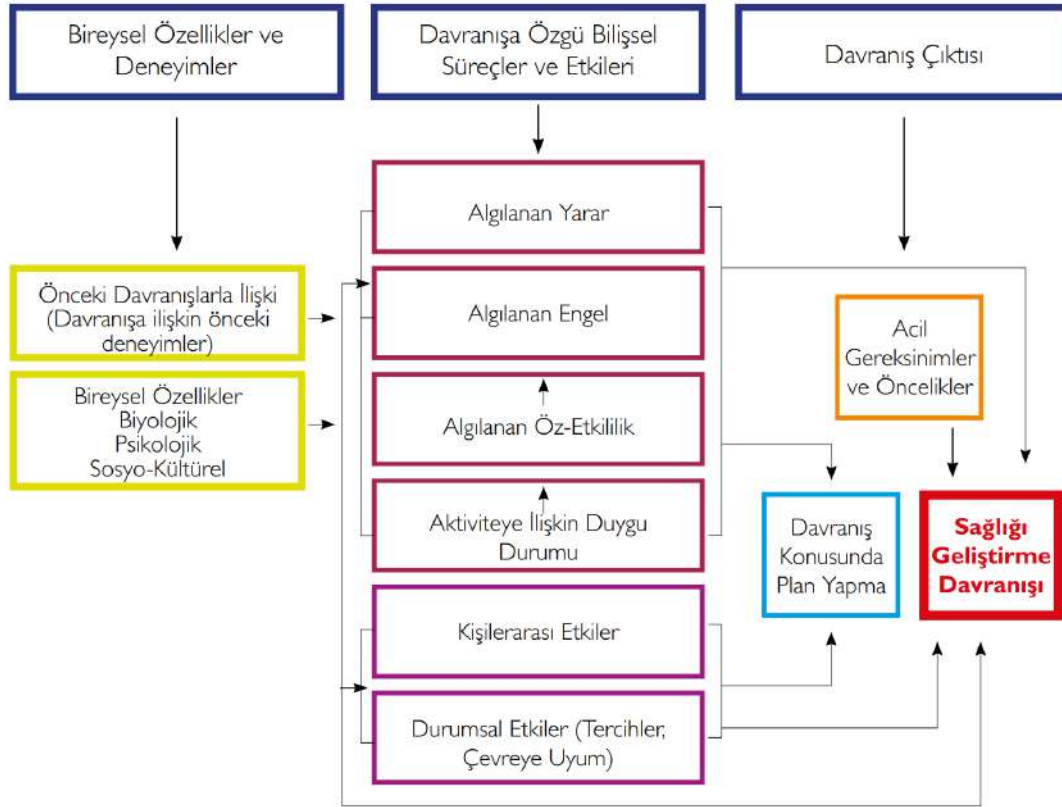
2. Davranışa Özgü Kavramlar ve Etkiler

Bu kavramlar; algılanan yararlar, algılanan engeller, öz-etkililik, duygular, kişilerarası etkiler ve durumsal etkilerden oluşur (Carrol vd.,2018).

- **Algılanan yararlar:** Birey, davranışın sağlığı üzerindeki olumlu etkilerini fark ettiğinde, o davranışı başlatma ve sürdürmede daha istekli olur (Wang & Luo, 2019;Özen, Dalgıç & Aşık, 2020). Örneğin, kadınlar kafein alımını azaltmanın üriner inkontinans semptomlarını hafiflettiğini bildiklerinde bu davranışı uygulama eğilimindedir (Wang & Luo, 2019).
- **Algılanan engeller:** Davranışın zor veya imkânsız olduğuna dair algılar, değişimi olumsuz etkiler. Kültürel, bireysel veya çevresel engeller davranışın sürdürülmesini zorlaştırabilir (Kattini, Hummelen & Kelly 2020,Zhu vd.,2017).
- **Algılanan öz-etkililik:** Bireyin bir davranışı başarılı bir şekilde yapabileceğine dair inancı olarak tanımlanır. Öz-etkililik düzeyi yüksek olan bireyler daha kararlı olurken, düşük olanlar anksiyete, özgüven eksikliği ve çaresizlik hissedebilir (Özen, Dalgıç & Aşık, 2020).
- **Duygusal etkiler:** Davranışa ilişkin olumlu duygular, davranışın sürdürülmesini kolaylaştırır; olumsuz duygular ise tekrarlanmasını engelleyebilir (Kattini, Hummelen & Kelly 2020, Ye vd.,2022,Özen, Dalgıç & Aşık, 2020).
- **Kişilerarası etkiler:** Aile, arkadaşlar ve sağlık profesyonellerinden alınan sosyal destek, bireyin davranış değişikliğini sürdürmesinde önemli rol oynar (Carrol vd.,2018; Özen, Dalgıç & Aşık, 2020). Sağlık personeli bilgilendirme ve duygusal destek sağlayarak olumlu davranış gelişimini güçlendirir (Ye vd.,2022).
- **Durumsal etkiler:** Bireyin çevresel koşulları, sağlık davranışının ortaya çıkmasını doğrudan etkiler. Çevresel destek ve uygun ortam, sağlıklı davranışların sürdürülmesini kolaylaştırır (Kattini, Hummelen & Kelly 2020, Wang & Luo, 2019, Ye vd.,2022,Özen, Dalgıç & Aşık, 2020).

3. Davranışın Ortaya Çıkışı

Davranışın ortaya çıkışı, bireyin planladığı davranışı uygulamaya koyduğu aşamadır. Davranışa ilişkin plan yapma, bireyin hedeflerini belirlemesini ve engelleri yönetmesini sağlar (Kattini, Hummelen & Kelly 2020; Ye vd.,2022,Özen, Dalgıç & Aşık, 2020). Planlanan davranışın uygulanması, uygun çevresel koşulların sağlanmasıyla kolaylaşır. Ev, işyeri veya sosyal ortamın davranışa uygun hale getirilmesi, bireyin kontrol duygusunu artırır (Ye vd.,2022,Özen, Dalgıç & Aşık, 2020). Günümüzde sağlık profesyonelleri tarafında tercih edilen modelde amaç bireyin sağlıklı davranışlar sergilemesini desteklemek, riskli davranışları belirlemek ve bu davranışları önlemeye yönelik uygun bakımı sağlamaktır (Çevik, 2025).



Resim 1. Sağlığı geliştirme modeli (Kaya, Tutar Güven & İşler Dalgıç, 2018)

RİSKLİ GEBELERDE SAĞLIĞI GELİŞTİRME DAVRANIŞLARI VE ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Riskli gebelik sürecinde bulunan kadınların, hem kendi sağlıklarını korumaları geliştirebilmeleri hem de fetüsün iyilik halini sürdürebilmeleri için sağlıklı yaşam biçimi davranışlarına yani sağlığı geliştirme davranışlarına özel bir önem vermeleri gerekmektedir. Bu davranışlar, anne ve fetüs sağlığını korumada ve sorunsuz bir doğum süreci sağlamada kritik bir rol oynar (Yılmaz & Karahan, 2019; Dinç vd., 2023).

Hamilelik sırasında uygulanması gereken sağlığı geliştirme davranışları arasında sigara, alkol ve diğer yasa dışı maddelerin kullanımından kaçınmak, yüksek riskli cinsel davranışlardan kaçınmak, enfeksiyonların gelişmesini önlemek, reçetesiz satılan ilaçlardan kaçınmak, kafein alımını azaltmak, sağlıklı bir diyet uygulamak, düzenli olarak fiziksel egzersiz yapmak, yeterli uyku ve dinlenme almak, gerekli takviyeleri almak (örneğin çeşitli vitaminler, demir ve folik asit), ağız hijyenini sağlamak, düzenli olarak doğum öncesi bakım ve danışmanlık seanslarına katılmak ve hamilelik ve doğum hakkında bilgi edinmek yer almaktadır (Rezaie vd.,2021; Yılmaz & Karahan, 2019; Dinç vd., 2023) Çok boyutlu bir süreç olan bu davranışlar gebelerin risk durumlarına göre farklılık gösterebilmektedir (Aksoy, Turfan & Yılmaz, 2017). Örneğin gestasyonel diyabeti olan gebeler beslenme, fiziksel aktivite ve stresle başa çıkma gibi sağlıklı yaşam biçimi davranışları geliştirirken sigara kullanan gebeler sigarayı bırakma sağlıklı yaşam biçimi davranışı gösterebilir (Çalışkan vd., 2025; Halisdemir vd., 2025).

Sağlıklı yaşam biçimi davranışları risk durumlarına göre farklılık gösterebileceği gibi gebelerin yaş, eğitim düzeyi, sosyoekonomik durum ve stres düzeyleri gibi faktörlerden etkilenebilmektedir (Gokyildiz vd., 2014; Dağlar vd.,2019; Cannella, Yarcheski & Mahon, 2018; Öztaş & Taş, 2025). Literatürde, yaş ve eğitim düzeyinin sağlıklı yaşam tarzlarının gelişimini etkilediğini, yaş ve eğitim düzeyi arttıkça gebelerin yüksek oranlarda sağlıklı yaşam biçimi davranışları gösterdiği belirtilmiştir (Yılmaz & Karahan, 2019; Öztaş & Taş, 2025).

Fiziksel Aktivite

Fiziksel aktivite, egzersize engel teşkil eden bir durum olmadığı sürece hamile kadınlar için güvenli ve faydalı kabul edilir. Gebelikte orta ila şiddetli fiziksel aktivitenin, hem anne hem de fetus için faydalı olduğu kanıtlanmıştır (Katch, 2017; Lee vd., 2021). Literatürde gebelik döneminde uygulanan düzenli fiziksel aktivitenin obezite, preeklampsi, gebelik hipertansiyonu, gebelik diyabeti (GDM), fetal makrozomi, düşük doğum ağırlığı gibi riskleri azalttığı vurgulanmaktadır (Akbayrak & Kaya, 2012; Evenson vd., 2014; Katch, 2017; Ainscough vd., 2020; Lee vd., 2021).

Dünya Sağlık Örgütü ve güncel kılavuzlar, komplikasyonu olmayan gebelerin haftada en az 150 dakika orta şiddetli fiziksel aktivite (tempolu yürüyüş, yüzme, yoga) yapmasını önermektedir (WHO, 2021). Riskli gebeliklerde (erken doğum riski, plasenta sorunları vb.) egzersiz hekim onayıyla kişiye özel planlanmalı; ağırlık kaldırma, sıçrama ve temas içeren sporlardan kaçınılmalıdır (Akbayrak & Kaya, 2012). Literatürde hamilelik öncesi ve sırasındaki fiziksel aktivitenin anne ve fetus için çeşitli sağlık yararları olduğu bilirse de hamile kadınların çoğu DSÖ tarafından önerildiği kadar fiziksel olarak aktif değildir (Barakat vd.,2018; Dipietro vd.,2018; Sitzberger vd.,2022). Yapılan çalışmalar riskli gebe kategorisinde yer alan kadınların çoğunlukla hareketsiz bir yaşam tarzına sahip olduğunu ve düzenli fiziksel aktivitede bulunmadıklarını göstermektedir (Sitzberger vd.,2022; Miranda vd.,2022) Sitzberger ve ark., (2022) yardımcı üreme teknikleri (YÜT) ile gebe kalan kadınların gebeliklerinde DSÖ önerilerine uyup uymadığını değerlendirdikleri çalışmada kadınların fiziksel aktivitelerinde önemli bir azalma olduğunu bulmuştur. YÜT ile gebe kalan kadınların deneyimlerini inceleyen bir başka çalışmada kadınların genel olarak daha az fiziksel aktivite yaptıkları, hatta hamilelik sırasında evde kalmayı tercih ettikleri bildirilmiştir(Huang vd.,2019). Riskin türüne göre düzenli fiziksel aktivitenin değişebileceği düşünülse de hindistanda gestasyonel diyabetli gebelerle yapılan çalışmada gebe kadınların fiziksel aktivite düzeyleri yetersiz bulunmuştur (Anjana vd.,2016). Hamilelik sırasında sağlık ile ilgili davranışların benimsenmesini güçlendirmek için doğum öncesi bakım sırasında fiziksel aktiviteyi teşvik edecek çok disiplinli bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır.

Beslenme

Anne beslenmesi, sağlıklı bir gebeliğin önemli bir bileşenidir ve doğum öncesi muayenelerde vurgulanmalıdır. Optimal beslenme, fetüsün büyümesi ve gelişimi , gebelik boyunca annenin sağlığının sürdürülmesi için gereklidir ve anne ile bebeğinin sağlığı üzerinde uzun vadeli etkileri olabilir. Çalışmalar, gebelik sırasında aşırı kilo alımının gestasyonel diyabet , preeklampsi, yüksek doğum ağırlığı, sezaryen doğum ve doğum sonrası kilo tutma riskini artırdığını göstermiştir. Öte yandan, yetersiz gebelik kilo alımının da düşük doğum ağırlıklı bebek doğumu ve erken doğum riskinin artması gibi potansiyel olumsuz sonuçlara yol açabileceği gösterilmiştir. besin açısından zengin bir diyet, gerektiğinde besin takviyesi ve

düzenli egzersiz içeren sağlıklı bir yaşam tarzını sürdürmeye veya geliştirmeye odaklanmalar (de Seymour vd.,2019). Gebelik sırasında yeterli lif alımının kadınların metabolik sağlığı için önemi vurgulanmaktadır. Sharifat vd., (2024) metabolik sendrom riski taşıyan gebelerle yürüttükleri randomize kontrollü çalışmada beslenme danışmanlığı ile yeterli lif alımının artırılmasının gestasyonel diyabet (GDM) riskinde azalmaya ilişkili olduğunu belirlemişlerdir. Wang ve arkadaşlarının (2025) çalışmasında, yüksek riskli gebelere uygulanan bireyselleştirilmiş beslenme programının, sağlıklı gestasyonel kilo artışı desteklediği ve gebelik sonuçlarında anlamlı iyileşmeler sağladığı belirlenmiştir.

ÖZ BAKIM MODELİ

Dorothea E. Orem tarafından geliştirilen Öz Bakım Modeli yaşamın devamlılığını sağlamak için neden öz bakıma ihtiyaç duyulduğunu açıklamaktadır ve insan, kendi gereksinimlerini tanımlayabilme ve karşılayabilme gücüne sahip olduğunu savunmaktadır. ‘Öz bakım ajanı’, ‘öz bakım gücü’, ‘terapötik öz bakım gereksinimleri’ ve ‘temel durumsal faktörlerin anlaşılması’ modelin temel bileşenleridir.

- **Öz bakım ajanı:** Öz bakım ajanı ‘öz bakım yeteneğini kullanan yani kendi öz bakımı sağlayan birey’ olarak ifade edilmektedir
- **Öz bakım gücü:** Öz bakım gücü; bireyin yaşamını, sağlık ve iyilik halini devam ettirmeye yönelik eylemleri hayata geçirme konusunda sahip olduğu güç ve yetenektir. Öz bakım gücünün ‘kendine güven ve saygı’, ‘fiziksel enerjiyi kontrol etme ve başlatma becerisi’, ‘anlama yeterliliği’, ‘motivasyon, ‘öz bakımı hakkında karar verebilme’, ‘teknik bilgi elde etme ve uygulama becerisi’, ‘algısal, bilişsel durumu ve iletişim becerisi’, ‘hedeflerine ulaşmak için öz bakım davranışlarını düzenleme’ ve ‘öz bakım davranışlarını bireysel ve toplumsal yaşamına entegre etme becerisi’ şeklinde bileşenleri bulunmaktadır.
- **Terapötik öz bakım gereksinimleri:** bireyin yaşamını, sağlık ve iyilik halini sürdürebilmesi için gerçekleştirmesi gereken tüm öz bakım uygulama ve davranışlarını, uygun yöntemleri kullanarak belli bir süreçte yerine getirmesidir ve bu gereksinimler bireyin yaşamı süresince değişiklik gösterebilir.
- **Temel durumsal faktörler:** Çevresel bir kavramdır ve bu faktörler yaş, cinsiyet, gelişimsel durum, sağlık durumu, sosyo-kültürel uyum, sağlık sistemi ile ilgili faktörler, aile sistemi ile ilgili faktörler, bireyin yaşam biçimi, çevresel faktörler ve kaynakların ulaşılabilirliği ve yeterliliği şeklinde sıralanabilir (Çelik & Derya, 2019; Berbiglia & Thuy, 2021; Yurtsever, 2023; Pazarözyurt, 2023).

Riskli Gebelerde Öz Bakımı Etkileyen Faktörler

Gebelik dönemi kadının öz bakımının etkilendiği, sağlığın korunması ve bakım gereksinimlerinin karşılanması gereken çeşitli yaşam dönemlerinden biridir (Çelik & Aksoy Derya, 2019; Pazarözyurt, 2023). Kadınların diğer yaşam süreçlerine göre önemli bir gelişimsel durum olan gebelik fizyolojik bir süreç olmasına rağmen morbidite ve mortalite riskinin daha fazla olduğu bir dönemdir (Taşkın, 2017). Gebelik, kadınları fiziksel, psikososyal ve ekonomik açıdan çok yönlü etkileyen doğal bir süreçtir. Bu süreç, kadınların günlük yaşam aktivitelerini sürdürmelerinde güçlük yaşamalarına ve öz bakım uygulamalarında azalmaya yol açabilmektedir. Fizyolojik bir süreç olan gebeliğe ek olarak çeşitli risk faktörlerinin varlığı ile gelişen riskli gebeliklerde ise, gebelerin öz bakım gücü ve sağlık davranışları daha da olumsuz etkilenebilmektedir (Çelik & Aksoy Derya, 2019). Gebelikte öz bakım gücü ve sağlık davranışları; bulantı-

kusma gibi gebeliğe özgü semptomların yanı sıra adölesan gebelik ve istenmeyen gebelik durumu, algılanan stres düzeyi, eğitim ve sosyoekonomik durum, çalışma durumu, primigravida ya da multigravida olma, öz bakım bilgisi, öz bakımın algılanan faydaları ve sosyal destek yetersizliği gibi çok sayıda faktörden etkilenebilmektedir (Puspita, Jerayingmongkol & Sanguanprasit, 2015; Ozturk vd., 2019; Çalışır & Koçak, 2023).

Riskli Gebeliklerde Öz Bakım Gücünü Arttıran Uygulamalar

Riskli gebelik sürecinde kadının öz bakım kapasitesini maksimize etmek, hem maternal komplikasyonların önlenmesi hem de fetal iyilik halinin sürdürülmesi açısından stratejik bir öneme sahiptir. Öz bakım gücünü artırmaya yönelik temel uygulamalar şu odak noktalarında toplanmaktadır:

- **Bireyselleştirilmiş Eğitim ve Danışmanlık:** Her gebenin risk faktörü, sosyokültürel altyapısı ve öğrenme gereksinimleri farklıdır; bu nedenle eğitim programlarının kişiye özel hazırlanması, öz bakımı güçlendirmede etkili bir yoldur (Çelik & Aksoy Derya, 2019; Shahil Feroz, 2022; Rezaie vd., 2021). Sağlık profesyonelleri, özellikle de ebeler; doğum öncesi ziyaretler aracılığıyla kadınları sağlık gözetimi, beslenme düzeni, dinlenme ve aktivite dengesi, tehlikelerden kaçınma ve sosyal etkileşimi sürdürme gibi temel öz bakım eylemleri hakkında eğitebilir (Shahil Feroz, 2022; Rezaie vd., 2021). Nitekim Kılıç ve Erci'nin (2017) erken doğum riski bulunan gebelerle yaptığı çalışmada, Orem'in Öz Bakım Modeli doğrultusunda verilen bakımın, gebelerin öz bakım gücünü artırdığı saptanmıştır.
- **Semptom Yönetimi ve Erken Tanı Eğitimi:** Gebelerin, riskli duruma özgü "tehlike işaretlerini" (vajinal kanama, erken membran rüptürü, preeklampsi belirtileri vb.) tanınması sağlanmalıdır. Bu eğitim, gebenin pasif bir izleyici olmaktan çıkıp, kendi bakım sürecinde aktif bir karar verici haline gelmesini destekler.
- **Dijital Sağlık ve Uzaktan İzlem Teknolojileri:** Mobil sağlık uygulamaları ve tele-izlem sistemleri, gebenin kan şekeri ve tansiyon gibi günlük biyometrik verilerini takip etmesini kolaylaştırarak öz bakım disiplini kazanmasına yardımcı olmaktadır (Shahil Feroz, 2022). Parsa ve arkadaşları (2019), İran'da preeklampsi kadınlarda öz bakımı iyileştirmek amacıyla mobil bir uygulama geliştirmişlerdir. Çalışma sonuçları, mobil tabanlı eğitim uygulamalarının gebelerin preeklampsi hakkındaki bilgi düzeyini önemli ölçüde artırdığını göstermiştir. Bilgi düzeyindeki bu artışın, kadınların semptomları daha erken tanınmasını sağlayarak durumun erken teşhisine, etkin yönetimine ve olası olumsuz sonuçların minimize edilmesine katkıda bulunabileceği belirtilmiştir (Parsa vd., 2019).

EBE VE SAĞLIK PROFESYONELLERİNİN ROLÜ

Riskli gebelikler, fiziksel, psikolojik ve sosyal iyilik hâlini olumsuz etkileme, maternal ve fetal sağlık üzerinde yüksek morbidite ve mortalite riski yaratma nedeniyle düzenli izlem ve tıbbi müdahale gerektirmektedir (Gabbe vd., 2016; Aydemir & Hazar, 2014). Bu bağlamda ebeler ve sağlık profesyonelleri gebe ve fetüsün sağlığını korumak için doğum öncesi süreçte erken tanılama, izlem ve yönlendirme gibi önemli sorumluluklar üstlenerek danışmanlık sağlamalıdır (Moore & Persaud, 2019; Doğanay Gündoğdu, 2025). Ayrıca, ebelerin riskli gebelik durumundaki gebelerin yaşam tarzında değişiklik, beslenme alışkanlıklarını iyileştirme ve riskli gebeliğin getirebileceği psikolojik sorunları yönetme gibi faktörleri

doğru yönetip danışmanlık sağlayabilmesi için diğer sağlık profesyonelleri ile multidisipliner ekip anlayışı ile çalışmalıdır (Lockwood & Lemons, 2021).

Ebelik, yalnızca doğum eylemini yönetmeyi değil aynı zamanda kadın sağlığını geliştirmeyi, kadının yaşam boyu sağlıklı davranışlar sergilemesini destekleyen bir disiplindir (ICM, 2024). Bu bağlamda ebelerin sağlığı geliştirme konusunda riskli gebelere kadının karar verme sürecine aktif katılımını destekleyen “kadın merkezli bakım” anlayışını benimseyerek;

- Gebelikte sağlıklı beslenme, fiziksel aktivite ve stres yönetimi konularında eğitim ve danışmanlık yapma,
- Gebenin risk durumuna uygun sağlık kontrollerini planlama ve izlemine sağlama,
- Anne adayının öz yeterliliğini güçlendirerek olumlu sağlık davranışlarına yönlendirme, görevlerini üstlenmeleri gerekmektedir (Özcan vd., 2020; Nagineviciute, Bartuseviciene & Blazeviciene, 2023; Dinç vd.,2023).

Öz Bakımın Desteklenmesi

Gebelik döneminde artan öz bakım gereksinimleri riskli gebelik durumunda daha fazla artabilmektedir. Riskli gebeliklerde özellikle ilaç tedavisi, diyet, dinlenme ve riskin getirebileceği komplikasyonlar için belirti takibi gibi konularda gebelerin düzenli eğitimlerle bilinçlendirilmesi ve desteklenmesi gerekmektedir (Sezgin, & Aydın Kartal,2021). Araştırmalar, ebe liderliğindeki eğitim ve danışmanlık girişimlerinin riskli gebelerde öz bakım düzeyini ve sağlık algısını anlamlı biçimde artırdığını göstermektedir (Rezaie vd., 2021; Houshmandpour vd., 2019). Bu bağlamda ebe ve sağlık profesyonellerinin görevleri;

- Gebenin öz bakım gereksinimlerini belirleme,
- Gebeye özel bakım planı geliştirme,
- Gebeye uygun öz bakım becerilerini kazandırma
- Gerekli durumlarda aile bireylerini sürece dâhil etme şeklinde sıralanabilir.

Psikososyal Destek ve Kaygı Yönetimi

Riskli gebelikte anne adaylarının kaygı düzeyi artmakata ve artan kaygı düzeyleri annenin öz bakım davranışlarını olumsuz etkileyebilmektedir (Dinçer, 2023). Bu nedenle ebe, yalnızca fiziksel bakım değil, aynı zamanda psikososyal destek sağlayarak gebelik sürecinde kadının güven duygusunu arttırmalıdır. DSÖ, ebe ve sağlık profesyonellerinin psikososyal destek, stres yönetimi ve duygusal farkındalık eğitimleriyle kadınların doğuma hazırlığını ve öz bakım motivasyonunu artırabileceğini vurgulamaktadır (WHO,2023).

SONUÇ

Riskli gebeliklerde sağlığı geliştirme davranışlarının ve öz bakım uygulamalarının desteklenmesi, yalnızca komplikasyonları azaltmakla kalmayıp, kadınların kendi sağlıkları üzerinde aktif sorumluluk almalarını da sağlamaktadır. Bu nedenle, ebelik ve hemşirelik bakımının merkezine kadın merkezli ve güçlendirici yaklaşımlar yerleştirilmeli; eğitim, izlem ve danışmanlık hizmetleri Pender ve Orem modelleri çerçevesinde yapılandırılmalıdır. Böylelikle riskli gebelik yönetiminde daha güvenli, bilinçli ve sağlıklı bir gebelik süreci oluşturulabilir.

KAYNAKÇA

Ainscough, K. M., O'Brien, E. C., Lindsay, K. L., Kennelly, M. A., O'Sullivan, E. J., O'Brien, O. A., McCarthy, M., De Vito, G., ve McAuliffe, F. M. (2020). Nutrition, Behavior Change and Physical Activity Outcomes From the PEARS RCT-An mHealth-Supported, Lifestyle Intervention Among Pregnant Women With Overweight and Obesity. *Frontiers in endocrinology*, 10, 938. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00938>

Akbayrak, T. ve Kaya, S. (2012). *Gebelik ve egzersiz* (2. baskı). T.C. Sağlık Bakanlığı Yayınları.

Aksoy, Y. E., Turfan, E. Ç., & Yılmaz, S. D. (2017). Normal ve riskli gebeliklerde sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının değerlendirilmesi. *Perinatal Journal/Perinatoloji Dergisi*, 25(1).

Anjana, R. M., Sudha, V., Lakshmipriya, N., Anitha, C., Unnikrishnan, R., Bhavadharini, B., Mahalakshmi, M. M., Maheswari, K., Kayal, A., Ram, U., Ranjani, H., Ninov, L., Deepa, M., Pradeepa, R., Pastakia, S. D., Malanda, B., Belton, A., & Mohan, V. (2016). Physical activity patterns and gestational diabetes outcomes - The wings project. *Diabetes research and clinical practice*, 116, 253–262. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2016.04.041>

Avçin, E. (2021). Pender'in Sağlığı Geliştirme Modeli (Health Promotion Model). In *Güncel Hemşirelik Çalışmaları III* (pp. 113–126). Akademisyen Kitabevi.

Aydemir, H., & Hazar, H. U. (2014). Düşük riskli, riskli, yüksek riskli gebelik ve ebeğin rolü. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(2), 815-833.

Bahar, Z., & Açıl, D. (2014). Sağlığı geliştirme modeli: kavramsal yapı. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 7(1), 59-67.

Barakat, R.; Franco, E.; Perales, M.; López, C.; Mottola, M.F. Exercise during pregnancy is associated with a shorter duration of labor. A randomized clinical trial. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* **2018**, 224, 33–40

Berbiglia, V. A., & Thuy, L. T. (2021). Dorothea E. Orem: Self-care deficit theory of nursing. *Nursing Theorists and Their Work E-Book: Nursing Theorists and Their Work E-Book*, 198.

Cannella, B. L., Yarcheski, A., & Mahon, N. E. (2018). Meta-Analyses of Predictors of Health Practices in Pregnant Women. *Western journal of nursing research*, 40(3), 425–446. <https://doi.org/10.1177/0193945916682212>

Carroll, X., Liang, X., Zhang, W., Zhang, W., Liu, G., Turner, N., & Leeper-Woodford, S. (2018). Socioeconomic, environmental and lifestyle factors associated with gestational diabetes mellitus: A matched case-control study in Beijing, China. *Scientific reports*, 8(1), 8103. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-26412-6>

Çalık, A. & Kapucu, S. (2017). Diyabetli hastalarda sağlıklı yaşam biçimi davranışlarını geliştirme: Pender'in sağlığı geliştirme modeli. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*. 4(2): 62-75

- Çalışır, F., & Koçak, D. Y. (2023). Gebelikte bulantı-kusmanın öz bakım gücüne ve yaşam kalitesine etkisi. *Hemşirelikte Araştırma Geliştirme Dergisi*, 23(1, 2, 3), 1-16.
- Çalışkan, L., Çolak, H., & Karakoyun Laçın, B. (2025). Gestasyonel Diyabetli Gebelerde Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları ve İlişkili Faktörler: Bir Kamu Hastanesi Örneği. *Turkish Journal of Diabetes and Obesity*, 9(2), 179-191. <https://doi.org/10.25048/tudod.1625814>
- Çelik, A. S., & Derya, Y. A. (2019). Gebelerin öz bakım gücü ile sağlık uygulamaları düzeylerinin ve etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi sağlık bilimleri dergisi*, 8(1), 111-119.
- Çevik, A. (2025). *Ebe liderliğinde Pender'in sağlığı geliştirme modeline dayalı verilen eğitimin göçmen kadınların perinatal mental sağlığı üzerine etkisi* [Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü].
- Dağlar G, Nur N, BiLgiÇ D, Aydın Özkan S. Gebelerin stresle başa çıkma tarzları ile yaşam kalitesi arasındaki ilişki. *Cukurova Med J*. 2019;44(3):953–9.
- Daraie, M., Adib-Rad, H., Nasiri-Amiri, F., Faramarzi, M., Gholinia, H., & Darzi, S. (2025). The Effect of Self-Care Model Counseling Based on Mental Health on Anxiety and Depression of Women With Gestational Diabetes: A Study Protocol of a Randomized Clinical Trial. *Health Science Reports*, 8(9), e71292.
- de Seymour, J. V., Beck, K. L., & Conlon, C. A. (2019). Nutrition in pregnancy. *Obstetrics, Gynaecology & Reproductive Medicine*, 29(8), 219-224.
- Dinç, B. N. E., & Bilgin, N. Ç. Yüksek riskli gebelerde algılanan stres ile sağlıklı yaşam biçimi davranışları arasındaki ilişki. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 32(2), 277-283.
- Dinçer, H. (2023). Riskli gebelik tanısı alan ebeveynlere dinletilen fetal kalp sesinin bağlanma ve kaygıya etkisi [Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü].
- Dipietro, L.; Evenson, K.R.; Bloodgood, B.; Sprow, K.; Troiano, R.; Piercy, K.L.; Vaux-Bjerke, A.; Powell, K.E.; 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Benefits of Physical Activity during Pregnancy and Postpartum: An Umbrella Review. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2019**, 51, 1292–1302.
- Doğanay Gündaoğdu, G. (2025). Gebelik Trimesterlerinde Görülen Riskli Durumlar ve Ebelik Bakımı. Özcan, H. Özkan, H. (Ed). *Ebelik Öğrencileri ve Ebeler için Normal ve Riskli Gebelikler*.
- Eser Hünük, H., Büyükayacı Duman, N., & Yildirim, F. (2025). Riskli gebelik tanısı almış kadınlarda risk algısı ve yordayan faktörler: tanımlayıcı araştırma. *Türkiye Klinikleri Journal of Nursing Sciences*, 17(2).
- Evenson, K. R., Mottola, M. F., Owe, K. M., Rousham, E. K., ve Brown, W. J. (2014). Summary of international guidelines for physical activity following pregnancy. *Obstetrical ve Gynecological Survey*, 69(7), 407–414.

Gabbe SG, Niebyl JR, Simpson JL, Landon MB, Galan HL, Jauniaux ERM, et al. Obstetrics: Normal and Problem Pregnancies. *Obstetrics: Normal and Problem Pregnancies*. Elsevier, 2016:1295.

Gokyildiz S, Alan S, Elmas E, Bostanci A, Kucuk E. Health-promoting lifestyle behaviours in pregnant women in Turkey. *Int J Nurs Pract*. 2014;20(4):390–7.

Goodarzi-Khoigani, M., Moghadam, M. H. B., Nadjarzadeh, A., Mardanian, F., Fallahzadeh, H., & Mazloomi-Mahmoodabad, S. (2018). Impact of nutrition education in improving dietary pattern during pregnancy based on pender's health promotion model: A randomized clinical trial. *Iranian journal of nursing and midwifery research*, 23(1), 18-25.

Halisdemir, E., Özçelik, N., Gürlek, B., & Gümüş, A. (2025). Gebelikte Tütün Ürünleri Kullanımı ve Farkındalık Araştırması. *Rize Tıp Dergisi*, 1(1), 29-42.

Houshmandpour, M., Mahmoodi, Z., Lotfi, R., Tehranizadeh, M., Kabir, K. (2019). Investigating the effects of midwife-oriented group counseling based on Orem's model on self-care. *Semnan Medical Journal*

Huang, M. Z., Sun, Y. C., Gau, M. L., Puthussery, S., & Kao, C. H. (2019). First-time mothers' experiences of pregnancy and birth following assisted reproductive technology treatment in Taiwan. *Journal of health, population, and nutrition*, 38(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s41043-019-0167-3>

ICM. (2024). International Definition and Scope of Practice of the Midwife. Erişim: <https://internationalmidwives.org/resources/international-definition-of-the-midwife/>

Jalili Bahabadi, F., Estebarsari, F., Rohani, C., Rahimi Khalifeh Kandi, Z., Sefidkar, R., ve Mostafaei, D. (2020). Predictors of health-promoting lifestyle in pregnant women based on Pender's health promotion model. *International journal of women's health*, 71-77.

Katch V. Pregnancy And Physical Activity (2017, February, 5). Retrieved from <http://michigantoday.umich.edu/pregnancy-and-physical-activity/>.

Kattini, R., Hummelen, R., & Kelly, L. (2020). Early Gestational Diabetes Mellitus Screening With Glycated Hemoglobin: A Systematic Review. *Journal of obstetrics and gynaecology Canada : JOGC = Journal d'obstetrique et gynecologie du Canada : JOGC*, 42(11), 1379–1384. <https://doi.org/10.1016/j.jogc.2019.12.015>

Kaya, A. Y. L. A., Tutar Güven, Ş., & İşler Dalgıç, A. (2018). Sağlık Geliştirme Modeline göre verilen eğitimin Türkiye'deki hemşirelik araştırmalarında kullanımı. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 15(3), 195-201.

Khang, Y. H., Kim, Y. M., Kim, J. H., Hong, H., Yu, J., Oh, R., June, K. J., Cho, S. H., Lee, J. Y., ve Cho, H. J. (2026). Six-Month Outcomes of a Nurse Home Visiting Program in Korea: A Randomized Trial. *Pediatrics*, 157(1), e2025073491. <https://doi.org/10.1542/peds.2025-073491>

Lee R, Thain S, Tan LK, Teo T, Tan KH. Asia-Pacific consensus on physical activity and exercise in pregnancy and the postpartum period. *BMJ open sport ve exercise medicine*. 2021 May 1;7(2):e000967.

Lockwood CJ, Lemons JA. *Creasy and Resnik's Maternal-Fetal Medicine: Principles and Practice*, 9th. Elsevier; 2021:270-87.

Miranda, L. A., de Moura, A. C. R., Kasawara, K. T., Surita, F. G., Moreira, M. A., & do Nascimento, S. L. (2022). Exercise and Physical Activity Levels and Associated Factors Among High-Risk Pregnant Women. Fatores associados com o nível de atividade física e a prática de exercício em gestantes de alto risco. *Revista brasileira de ginecologia e obstetricia : revista da Federacao Brasileira das Sociedades de Ginecologia e Obstetricia*, 44(4), 360–368. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1743099>

Mirzakhani, K., Ebadi, A., Faridhosseini, F., & Khadivzadeh, T. (2020). Well-being in high-risk pregnancy: an integrative review. *BMC pregnancy and childbirth*, 20(1), 526. <https://doi.org/10.1186/s12884-020-03190-6>

Moore K. L., Persaud T.V.N. *The Developing Human: Clinically Oriented Embryology*. 9th ed. Elsevier Health Sciences, 2019:92-7

Nagineviciute, M., Bartuseviciene, E., & Blazeviciene, A. (2023). Woman-Centered Care: Standardized Outcomes Measure. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 59(9), 1537. <https://doi.org/10.3390/medicina59091537>

Ozturk Can, H., Baykal Akmese, Z., Cakir Kocak, Y., Ocalan, D., Alp Dal, N., & Sevil, U. (2019). *Factors affecting perceived stress and self-care agency in pregnant women*. *Journal of Health, Medicine and Nursing*, 59, 46–55. <https://doi.org/10.7176/JHMN>

Özcan, H., Polat, T., Öztürk, A., Yılmaz, M., & Aydoğan, T. (2020). Gebelerde sağlıklı yaşam davranışlarının ve etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Online Turkish Journal of Health Sciences*, 5(3), 482-492

Özen, M., Dalgıç, N. & Aşık Z. (2020) Gebelerin gestasyonel diyabet tarama testine yaklaşımlarının değerlendirilmesi. *The Journal of Turkish Family Physician*. 11(4):179–90.

Öztaş, H. G., & Taş, F. (2025). Stress and healthy lifestyle behaviors in high-risk pregnancies: a correlational study. *BMC pregnancy and childbirth*, 25(1), 905. <https://doi.org/10.1186/s12884-025-07925-1>

Pardes Bektaş, B. (2024). Gestasyonel diyabet riski bulunan gebelere Pender'in sağlığı geliştirme modeline dayalı verilen eğitim ve danışmanlığın etkinliğinin değerlendirilmesi. Doktora tezi. Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara

Parsa, S., Khajouei, R., Baneshi, M. R., & Aali, B. S. (2019). Improving the knowledge of pregnant women using a pre-eclampsia app: A controlled before and after study. *International journal of medical informatics*, 125, 86–90. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2019.03.001>

Pazarözyurt, A. (2023). Gebelerin sağlık okuryazarlığı ile öz bakım gücü arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü].

Pender NJ. Health promotion in nursing practice. 3rd Ed. Connecticut: Appleton & Lange Stanford, 1996

Pender NJ. Health promotion model manual. 2011. Erişim: <http://hdl.handle.net/2027.42/85350> Erişim tarihi: 04.11.2025

Puspita, T., Jerayingmongkol, P., Sanguanprasit, B. (2015). Factors predicting self-care behaviors among pregnant women in Garut district, West Java Province, Indonesia. 3rd AASIC: Sustainable Development of Asian Community, 107-111.

Rezaei, Z., Yazdanpanahi, Z., Asadollahi, A., Karimi, M., ve Ghahremani, L. (2025). Evaluating the impact of an educational self-care intervention on the empowerment of primigravida pregnant women covered by family medicine program in the Estahban City -an application of the Pender's health promotion model. *BMC pregnancy and childbirth*, 25(1), 308. <https://doi.org/10.1186/s12884-025-07437-y>

Rezaie, R., Mohammad-Alizadeh-Charandabi, S., Nemati, F., & Mirghafourvand, M. (2021). The effect of self-care counseling on health practices of adolescent pregnant women: a randomized controlled trial. *BMC pregnancy and childbirth*, 21(1), 726.

Sabuni, M., Kheirkhah, M., Seyedoshohadaee, M., & Haghani, S. (2021). The Effect of Pender's Health Promotion Model-based Education on the Physical Activity among Pregnant Women. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 15(3), 3643-3661.

Sezgin, D., & Aydın Kartal, Y. (2021). Gebelik Döneminde Kanıta Dayalı Yaklaşımların Güncel Rehberler Doğrultusunda İncelenmesi. *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi*, 10(1), 92-107. <https://doi.org/10.46971/ausbid.714416>

Shahil Feroz, A. (2022). Strengthening self-care agency in pregnancy: A new approach to improve maternal health outcomes in low-and middle-income countries. *Frontiers in Public Health*, 10, 968375.

Sharifat, R., Borazjani, F., Araban, M., Pakpour, A. H., Angali, K. A., & Aiiashi, S. (2024). Nutritional education on health beliefs, metabolic profiles, and quality of life among high-risk pregnant women for gestational diabetes mellitus: a randomized controlled trial. *Scientific reports*, 14(1), 27712. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-78447-7>

Sitzberger, C., Hansl, J., Felberbaum, R., Brössner, A., Oberhoffer-Fritz, R. ve Wacker-Gussmann, A. (2022). Yüksek riskli gebeliklerde fiziksel aktivite. *Klinik Tıp Dergisi*, 11 (3), 703.

Taşkın L. (2017). Doğum ve Kadın Sağlığı Hemşireliği. 13.basım, Akademisyen Kitabevi.

Tümkaya, M. N., Eroğlu, K., & Karaçam, Z. (2024). The effect of Orem's Self-Care Deficit Theory-based care during pregnancy and postpartum period on health outcomes: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Nursing Practice*, 30(6), e13300.

- Wang, L., Wang, X., Zhang, R., Sun, W., Zhang, C., Zhang, C., Qin, G., Peng, J., Li, H., Fan, J., Qu, L., Ma, L., Chen, L., Wu, J., Hao, Y., Ruan, H., Zheng, T., Wu, D., Li, S., Liu, Y., ... Wu, Y. (2025). Individualized nutritional intervention compared with routine care for gestational diabetes prevention: a randomized controlled trial. *The American journal of clinical nutrition*, 121(5), 1199–1209. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2025.03.006>
- Wang, Y., & Luo, B. (2019). *Nan fang yi ke da xue xue bao = Journal of Southern Medical University*, 39(5), 572–578. <https://doi.org/10.12122/j.issn.1673-4254.2019.05.12>
- World Health Organization. (2023). *Guide for integration of perinatal mental health in maternal and child health services*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240057142>
- World Health Organization. (WHO). (2021). Physical activity. Erişim: <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/physical-activity> Erişim tarihi: 10.03.2026
- World Health Organization. (WHO). (2025). Maternal mortality. Erişim: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/maternal-mortality> Erişim tarihi: 10.03.2026
- Yanık, D. & Özcanarslan, F. (2019). Riskli gebelerde algılanan sosyal destek ile stresle başetme düzeyleri arasındaki ilişki. *Ebelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2 (3), 96-104. <https://izlik.org/JA63PA99GR>
- Ye, W., Luo, C., Huang, J., Li, C., Liu, Z., & Liu, F. (2022). Gestational diabetes mellitus and adverse pregnancy outcomes: systematic review and meta-analysis. *BMJ (Clinical research ed.)*, 377, e067946. <https://doi.org/10.1136/bmj-2021-067946>
- Yılmaz, E., & Karahan, N. (2019). Gebelikte Sağlıklı Yaşam Davranışları Ölçeği'nin geliştirilmesi ve geçerlik güvenilirliği. *Çukurova Medical Journal*, 44, 498-512.
- Yılmaz, M., & Yar, D. (2021). Gebelik ve postpartum dönemde kadın ruh sağlığı: derleme çalışması. *Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 5(1), 93-100. <https://doi.org/10.46237/amusbfd.693233>
- Yurtsever, İ. (2023). *Orem'in öz bakım yetersizliği teorisine göre verilen bakımın kanserli yetişkinlerin yaşam kalitesi, öz bakım gücü ve iyilik hali üzerine etkisi: Sistematik derleme ve meta-analiz* [Yüksek lisans tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü].
- Zhang, L., Yuan, X., & Dong, B. (2023). Analysis effects of pender health promotion model education on health behaviors and maternal and infant of cardiac disease in pregnancy. *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews*, 39(2), 549-561.
- Zhu, W. W., Yang, H. X., Wang, C., Su, R. N., Feng, H., & Kapur, A. (2017). High Prevalence of Gestational Diabetes Mellitus in Beijing: Effect of Maternal Birth Weight and Other Risk Factors. *Chinese medical journal*, 130(9), 1019–1025. <https://doi.org/10.4103/0366-6999.204930>

INTELLIGENT RISK MANAGEMENT IN PRACTICE: AI AS A CATALYST FOR SUSTAINABLE TRANSFORMATION IN ACTUARIAL SCIENCE EDUCATION

Dr. Daniel SANUSI

Ulster University (Ireland)

Abstract

This study presents a forward-looking analysis of the relationship between actuarial science, artificial intelligence (AI), and education. It presents a comprehensive framework for intelligent risk management and curriculum improvement. As the actuarial sector is under increasing pressure to manage complex global hazards, climatic uncertainties, technological upheavals, and demographic shifts, traditional risk models and training approaches are failing. The study presents the Intelligent Risk Management Framework (IRMF), which combines AI technology with adaptive governance, threat analysis, and real-time data intelligence. This model leverages the MITRE ATLAS Matrix to anticipate adversarial risk vectors while incorporating ethical, regulatory, and human-in-the-loop considerations. Practically, the framework aims to support more precise pricing, reserving, and capital management within actuarial practice. At the same time, the study discusses how actuarial education should change to better educate professionals for this AI-enhanced world. Drawing on current digital pedagogy and systems thinking ideas, it proposes a redesigned curriculum model that incorporates machine learning, ethics, regulatory knowledge, and multidisciplinary cooperation. A separate part addresses the ethical, social, and accessibility issues raised by AI in actuarial practice and teaching. Although primarily theoretical, the paper features practical examples such as AI-driven pricing engines and curriculum models to demonstrate applied implementation. The study closes with a plea for greater collaboration among professional actuarial organisations, universities, and AI researchers to provide future-ready, inclusive, and ethically based actuarial training. This work is useful for researchers and practitioners in actuarial science, digital education, AI governance, and interdisciplinary curriculum creation. It proposes a strategic approach for actuarial risk management that is in line with the global digital revolution of higher education and financial services.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Actuarial Science, Risk Management, AI Governance, Educational Transformation, Curriculum Innovation, Predictive Analytics, Ethical AI, Machine Learning, Sustainable Education.

USING MOLECULAR APPROACHES TO IDENTIFY FLAGELLATED PROTOZOANS IN DOMESTIC CHICKENS

Farjallah SARRA

University of Tunis El Manar, Tunis 2092, Tunisia

ABSTRACT

Flagellated protozoans of the order Trichomonadida are of veterinary significance, infecting poultry such as *Gallus gallus domesticus* and causing diseases that reduce productivity and generate economic losses. Morphological identification is challenging due to subtle interspecies differences, and molecular data from North African poultry remain limited. This study provides the first molecular characterization of Trichomonadida in Tunisian poultry farms using a multilocus approach based on 18S rRNA and α -actinin 1 genes. Analysis of 18S sequences grouped the isolates into four major clades, including *Histomonas meleagridis*, detected in both caecal samples and *Heterakis gallinarum* nematodes across ten regions. This clade was divided into two genotypes, with Tunisian haplotypes clustering with French isolates within genotype-2, showing 4% 18S divergence between clusters. Co-infections of *H. meleagridis* and *Parahistomonas wenrichi* were observed in nematodes, and *Simplicomonas* sp. and *Tetratrichomonas gallinarum* were also identified in caecal samples. Phylogenetic analysis confirmed evolutionary relationships among these species and supported the detection of mixed infections. This study highlights the genetic diversity of Trichomonadida in Tunisian poultry and demonstrates the utility of molecular tools for accurate identification and epidemiological surveillance.

Keywords: Trichomonadida, genetic diversity, 18S rRNA, α -actinin 1, mixed infection.

MARINE MACROALGAL BIOACTIVE COMPOUNDS AND APPLICATIONS ACROSS FOOD, BIOMEDICAL, AND ENVIRONMENTAL SECTORS

S A Marathaka RANI

Department of Biotechnology, Faculty of Science and Humanities, SRM Institute of Science and
Technology, Ramapuram Campus, Chennai- 600089, Tamil Nadu, India.

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-1790-9227>

Murugesan KAMARAJ

Department of Biotechnology, Faculty of Science and Humanities, SRM Institute of Science and
Technology, Ramapuram Campus, Chennai- 600089, Tamil Nadu, India.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0111-8524>

ABSTRACT

Seaweeds constitute a rapidly expanding segment of the global blue bioeconomy, with annual production exceeding 35 million metric tons worldwide. The global seaweed market is projected to surpass USD 20 billion within the next decade, driven largely by demand for hydrocolloids, functional foods, and high value bioactive compounds. Marine macroalgae, categorized into brown, red, and green seaweeds, synthesize a diverse repertoire of structurally unique primary and secondary metabolites that exhibit broad biological functionality. These include sulphated polysaccharides such as alginate, fucoidan, carrageenan, and ulva, alongside phlorotannin, carotenoids including fucoxanthin, sterols, peptides, and long chain polyunsaturated fatty acids. Polysaccharides represent the dominant bioactive fraction, accounting for up to 40 to 60 percent of dry biomass in several species. Carrageenan from red seaweeds remains a cornerstone of the global hydrocolloid industry, with annual production exceeding 60,000 tons, and is increasingly investigated for antiviral and drug delivery applications. Ulvan derived from green seaweeds has gained attention for its prebiotic potential and immunomodulatory effects. In food systems, seaweed bioactives function as natural preservatives, texture modifiers, and active packaging components capable of reducing lipid oxidation and microbial proliferation. In biomedical contexts, they are explored for wound healing, tissue engineering scaffolds, and controlled release matrices due to their biocompatibility and tunable physicochemical properties. Additionally, their application in wastewater treatment and biofilm inhibition highlights their environmental relevance. With advances in green extraction technologies, biorefinery integration, and molecular characterization, seaweed derived bioactive compounds play a central role in sustainable, multifunctional material and health related innovations.

Keywords: Seaweeds, bioactive compounds, applications, polysaccharides, biofilm

**KNOWLEDGE AND PERCEIVED EFFICACY OF FRUITS AND VEGETABLES
CONSUMPTION FOR THE PREVENTION OF BREAST CANCER AMONG FEMALE
UNDERGRADUATE STUDENTS OF UNIVERSITY OF IBADAN, IBADAN**

Blessing Adeleke OLUWATIMILEYIN

Department of Health Promotion and Education, Faculty of Public Health, College of Medicine,
University of Ibadan

ABSTRACT

Fruits and vegetables contain various chemical substances that inhibit the growth of cancer which ultimately reduces the risk of breast cancer. Significant proportion of women and female adolescent consumes less than 400 g of fruits and vegetables daily and this accounts for around 1.7 million (2.8%) of deaths worldwide. Despite the vulnerability of female undergraduate students to breast cancer, few Nigerian studies have specifically examined their knowledge and perceived effectiveness regarding the protective role of fruits and vegetable against breast cancer. This study aimed to investigate the knowledge, and perceived efficacy of fruits and vegetable consumption for the prevention of breast cancer among female undergraduate students.

A cross-sectional study design was adopted; target population were selected using a multi-stage sampling technique. Data were collected from 336 consenting female undergraduate students using a validated, semi-structured, self-administered questionnaire comprising five sections: socio demographic characteristics, knowledge of fruits and vegetable for breast cancer prevention, perceived efficacy of fruits and vegetable towards the prevention of breast cancer, factors that affects the consumption of fruits and vegetable and sources of information and sources of information for breast cancer prevention through the consumption of fruits and vegetables. The level of knowledge of fruits and vegetable for breast cancer prevention was assessed using a 20-point scale and categorised into 0 -10 as poor and good (>10), while perceived efficacy was determined using a 12-point scale, classified as poor (0 to 6) and good (>6). Data collected were analysed using descriptive and inferential statistics; frequencies, mean and percentages were used to summarize participants' characteristics, while chi-square tests and binary logistic regression were used to determine relationships between variables with a significant level at $p < 0.05$

Age of respondents was 19.8 ± 2.4 years. Student's discipline was shown to have significant relationship with the knowledge of fruits and vegetable for breast cancer prevention. The majority (80.5%) of the respondents had poor knowledge of fruits and vegetable for breast cancer prevention. Most (97.3%) of the respondents had good perception for the efficacy of fruits and vegetable towards the prevention of breast cancer. Most (86.5) of the respondents agreed that low price of fruits and vegetables will increase their

consumption, while a majority (79.9%) affirmed that the social media provide information on breast cancer prevention through the consumption of fruits/vegetables. There was a statistically significant association between knowledge of fruit and vegetable consumption for the prevention of breast cancer and information received from health care professional for the prevention of breast cancer. Binary regression showed that students in science/medical science discipline had greater odds of knowledge (odds ratio = 5.5, confidence interval= 2.9-10.5).

Respondents had poor level of knowledge but good perception towards the efficacy of fruits and vegetable in preventing breast cancer. This disconnects between knowledge and perception underscores the need for structured training and curriculum-based education on breast cancer prevention through the consumption fruits and vegetable.

Keywords: Fruits and vegetables, breast cancer prevention, perceived efficacy, female undergraduate students

Word count: 473

**SIĞIR ETİ YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU: BİYOLOJİK MEKANİZMALAR VE
BESLEME SİSTEMLERİNİN ROLÜ****BEEF FATTY ACİD COMPOSITION: BIOLOGICAL MECHANISMS AND THE ROLE OF
FEEDING SYSTEMS****Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Güçlü SUCAK**Adıyaman Üniversitesi, Kahta MYO Veteriner Bölümü, Bilgi ve Belge Yönetimi Bölümü,
Adıyaman, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0001-6147-470X

Prof. Dr. Serap GÖNCÜ

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zetekni Bölümü

Adana TÜRKİYE

ORCID: 0002-0360-2723

ÖZET

Sığır eti yağ asidi kompozisyonu, ürünün besinsel değerini, raf ömrünü ve duyuşal karakteristiklerini belirleyen multifaktöriyel bir olgudur. Sığırlarda yağ asidi profili, diyetle alınan lipidlerin rümendeki mikrobiyal topluluklar tarafından biyohidrojenasyona uğraması ve ardından dokularda gerçekleşen endojen metabolik süreçlerin bir bileşkesidir. Rüminal biyohidrojenasyon, diyetteki çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) doymuş formlara (SFA) dönüşmesine neden olurken; bu sürecin ara ürünleri olan vaksenik asit gibi bileşenler, dokularda Delta 9-desatüraz (stearoil-CoA desatüraz) enzimi aracılığıyla konjuge linoleik asit (CLA) gibi sağlık üzerinde koruyucu etkisi bulunan biyoaktif yağ asitlerine transforme edilmektedir. Besleme sistemleri, bu biyolojik mekanizmaları manipüle etmede en etkin çevresel faktör olarak öne çıkmaktadır. Mera temelli besleme sistemleri, kaba yemlerin yüksek alpha-linolenik asit içeriği sayesinde etin Omega-3 ve CLA konsantrasyonunu artırırken, n-6/n-3 oranını insan sağlığı için tavsiye edilen seviyelere çekmektedir. Buna karşın, konsantre yem ağırlıklı besleme sistemleri, enerji yoğunluğu aracılığıyla intramüsküler yağ sentezini ve dolayısıyla lezzet ile ilişkili olan oleik asit (C18:1) oranını teşvik etmektedir. Sonuç olarak, sığır eti yağ asidi kompozisyonunun optimizasyonu, rüminal ekosistem ile konakçının metabolik yolları arasındaki etkileşimin besleme stratejileriyle hassas bir şekilde yönetilmesini gerektirmektedir. Bu derleme, sığır etinde yağ asidi kompozisyonunu etkileyen temel biyolojik ve besleme kaynaklı faktörleri değerlendirmeyi, farklı besleme sistemlerinin et lipid profili üzerindeki etkilerini karşılaştırmayı ve elde edilen bulguları besinsel kalite perspektifinde tartışmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sığır eti, yağ asidi profili, rumen, biyohidrojenasyon, besleme sistemleri

ABSTRACT

The fatty acid composition of beef is a multifactorial phenomenon that determines the nutritional value, shelf life, and sensory characteristics of the product. The fatty acid profile in cattle is a combination of the biohydrogenation of dietary lipids by microbial communities in the rumen and subsequent endogenous metabolic processes occurring in the tissues. Ruminal biohydrogenation leads to the conversion of polyunsaturated fatty acids (PUFAs) in the diet into saturated forms (SFAs); while components such as vaccenic acid, which are intermediate products of this process, are converted in the tissues into bioactive fatty acids such as conjugated linoleic acid (CLA), which have a protective effect on health, via the Delta 9-desaturase (stearoyl-CoA desaturase) enzyme. Feeding systems stand out as the most effective environmental factor in manipulating these biological mechanisms. Pasture-based feeding systems increase Omega-3 and CLA concentrations in meat due to the high alpha-linolenic acid content of roughages, while bringing the n-6/n-3 ratio to levels recommended for human health. In contrast, concentrate-based feeding systems promote intramuscular fat synthesis through energy density, and thus the oleic acid (C18:1) ratio, which is associated with flavor. Consequently, optimizing the fatty acid composition of beef requires the precise management of the interaction between the rumen ecosystem and the host's metabolic pathways through feeding strategies. This review aims to evaluate the key biological and feed-related factors affecting fatty acid composition in beef, compare the effects of different feeding systems on the meat lipid profile, and discuss the findings from a nutritional quality perspective.

Keywords: Beef, fatty acid profile, rumen, biohydrogenation, feeding systems

MERA TEMELLİ BESLEME SİSTEMLERİ; SIĞIRCILIKTA VERİMLİLİK VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

GRAZING BASED FEEDING SYSTEMS: AN EVALUATION IN TERMS OF
PRODUCTIVITY AND SUSTAINABILITY IN CATTLE FARMING

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Güçlü SUCAK

Adıyaman Üniversitesi, Kahta MYO Veteriner Bölümü, Bilgi ve Belge Yönetimi Bölümü,
Adıyaman, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0001-6147-470X

Prof. Dr. Serap GÖNCÜ

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zetekni Bölümü

Adana TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-0360-2723

ÖZET

Mera temelli besleme sistemleri, süt ve et sığırı üretiminde hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir alternatif üretim modeli olarak öne çıkmaktadır. Bu derlemenin amacı, mera tabanlı sistemlerin hayvan performansı, ürün kalitesi ve sürdürülebilirlik göstergeleri üzerindeki etkilerini bütüncül bir yaklaşımla değerlendirmektir. Literatür bulguları, kaliteli mera bitkileri (özellikle baklagil içeren karışımlar ve yonca temelli meralar) ile beslenen süt sığırlarında süt verimi ve süt yağ bileşiminin iyileşebildiğini; besi sığırlarında ise günlük canlı ağırlık artışı ve mera başına verimliliğin artış gösterebildiğini ortaya koymaktadır. Mera sistemleri, yüksek kaliteli lif ve doğal protein kaynakları sayesinde rumen sağlığını desteklemekte ve uygun yönetim koşullarında yem maliyetlerini azaltarak işletme kârlılığına katkı sağlamaktadır. Ayrıca, baklagil içeren meralar biyolojik azot fiksasyonu yoluyla sentetik gübre ihtiyacını azaltmakta, toprak sağlığını iyileştirmekte ve karbon ayak izinin düşürülmesine katkıda bulunmaktadır. Bununla birlikte, mera verimliliğinin mevsimsel dalgalanmalara bağlı olması, enerji-protein dengesinin sağlanması gerekliliği ve yönetim hatalarına duyarlılık gibi sınırlayıcı faktörler de bulunmaktadır. Sonuç olarak, mera temelli besleme sistemleri uygun mera yönetimi, dengeli rasyon planlaması ve hayvan gereksinimlerine uygun stratejilerle entegre edildiğinde, süt ve et sığırı üretiminde verimlilik artışı ile çevresel sürdürülebilirliği bir arada sağlayabilecek güçlü bir üretim modeli sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mera, Otlatma, Sistem, Süt, Et, Sığır, Performans, Kalite, Sürdürülebilirlik

ABSTRACT

Grazing-based feeding systems stand out as an important alternative production model in dairy and beef cattle production in terms of both economic and environmental sustainability. The aim of this review is to evaluate the effects of Grazing -based systems on animal performance, product quality, and sustainability indicators using a holistic approach. Literature findings indicate that dairy cattle fed with high-quality pasture plants (especially mixtures containing legumes and clover-based pastures) can improve milk yield and milk fat composition; in beef cattle, daily live weight gain and pasture productivity can increase. Grazing systems support rumen health thanks to high-quality fiber and natural protein sources and contribute to farm profitability by reducing feed costs under appropriate management conditions. Furthermore, legume-containing pastures reduce the need for synthetic fertilizers through biological nitrogen fixation, improve soil health, and contribute to lowering the carbon footprint. However, limiting factors such as the seasonal fluctuations in pasture productivity, the need to maintain an energy-protein balance, and sensitivity to management errors also exist. In conclusion, when Grazing -based feeding systems are integrated with appropriate pasture management, balanced ration planning, and strategies tailored to animal requirements, they can increase productivity in dairy and beef cattle production while promoting environmental sustainability.

Keywords: Grazing, Milking, Meat, Carcass Performans, , sustainability

PRİMER MEMBRANÖZ NEFROPATİ TANILI HASTALARDA NÖTROFİL LENFOSİT ORANI, PLATELET LENFOSİT ORANI VE DİĞER PROGNOSTİK PARAMETRELERİN TEDAVİ YANITI VE RENAL SAĞ KALIM ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF THE IMPACT OF NEUTROPHIL-LYMPHOCYTE RATIO, PLATELET-LYMPHOCYTE RATIO AND OTHER PROGNOSTIC PARAMETERS ON TREATMENT RESPONSE AND RENAL SURVIVAL IN PATIENTS WITH PRIMARY MEMBRANOUS NEPHROPATHY

Uzm. Dr. Gizem KORKUT

Muş Devlet Hastanesi - Nefroloji

Uzm. Dr. Aykut ŞAŞMAZ

Kahramanmaraş Necip Fazıl Şehir Hastanesi - İç Hastalıkları

ÖZET

AMAÇ: Membranöz nefropati (MN), diyabetik olmayan yetişkinlerdeki en sık nefrotik sendrom tanılarında birisidir. Tanı sonrasında sekonder membranöz nefropati (SMN) nedenleri dışlanmalıdır. Primer membranöz nefropati (PMN), ortaya çıkan komplikasyonlara yönelik destekleyici tedavi ve risk durumuna göre immünesupresif tedavi (IST) ile yönetilmektedir. Çalışmamızın amacı kılavuzlarda yer alan klasik prognostik faktör dışında etkili olabilecek nötrofil lenfosit oranı (NLR), platelet lenfosit oranı (PLR), serum C3, Ferritin ve IgG düzeylerinin ayrıca biyopsi bulgularından C3 ve IgG boyanma varlığı ve şiddetinin primer membranöz nefropati tanılı hastalarda tedavi yanıtı ve renal sağ kalım üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amaçlandı. Ek olarak demografik verilerinin ve diğer biyokimyasal verilerinin remisyon ve renal sağ kalım üzerine olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM: Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi (EÜTFH), elektronik hasta dosyası kullanılarak hasta veri tabanında kayıtlı, 1 Ocak 2016 ve 30 Haziran 2023 tarihleri arasında membranöz nefropati tanısı alan 101 hasta belirlenmiştir. Dışlama kriterleri uygulandığında kalan 73 hastanın tanı anındaki demografik verileri, hemogram ve biyokimya değerleri retrospektif olarak kaydedilmiştir. Üçüncü, altıncı ve on ikinci aylarda hastalar tedavi yanıtına göre tam remisyon ile parsiyel remisyon şeklinde tedavi yanıtı verenler ve tam yanıtsız olarak gruplandırılmıştır. Hastalarda serum c3, ferritin, IgG, NLR ve PLR'nin tedavi yanıtı üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Ölçüm ortalamalarının zamana göre değişimi (tanı anı, 3.ay, 6.ay, 12.ay) Repeated ANOVA test istatistiği ile değerlendirilmiştir ve zamana göre anlamlı fark çıkan ölçümlerde ise ikili karşılaştırmalar post hoc test Bonferroni ile yapılmıştır. Bağımsız iki grup arasında sürekli ölçüm ortalamalarında fark değerlendirmede student's t test istatistiği kullanılmıştır. Kategorik değişkenler arasındaki ilişkinin değerlendirmesi için ki-kare test istatistiği kullanılmıştır.

BULGULAR: Çalışmamız için yapılan sistem taramasında toplam MN tanısı alan 101 hasta saptanmıştır. Dışlama kriterleri uygulandığında geriye kalan 73 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Hastaların yaş ortalamaları 49.6 ± 15.6 yıl olarak saptandı. Hastaların %54,8'sinin erkek (n=40), %45,2'sinin (n=33) ise kadın olduğu saptanmıştır. Başlangıç serum IgG ve c3 değerinin VII tedavinin üçüncü, altıncı ve on ikinci

aylardaki tedaviye yanıt veren ve yanıtız hasta gruplardaki değerlerinin ortalama fark değerlendirilmesi yapıldığında istatistiksel fark saptanmamıştır. Böbrek biyopsi bulgularında c3 ve IgG ile boyanmanın varlığı ve dereceleri tedavi yanıtına göre ayrılan hastalarda anlamlı olarak bulunmamıştır. Biyopside C3 pozitifliği ve mikroskopik hematüri varlığı arasında anlamlı ilişki saptandı ($p=0.017$). Ayrıca C3 boyanma şiddetinin artması ile hematürideki eritrosit sayısı arasında pozitif korelasyon saptandı ($r=0.398$; $p=0.001$). Biyopsideki IgG birikim derecesinin artması daha yüksek proteinüri düzeyleri ile ilişkili olduğu saptandı ($p=0.031$). 12.ay yanıt durumuna göre tanı anındaki ferritin düzeyleri, tedavi yanıtı olan hastalarda 156.19 ± 111.31 ng/ml, tedavi yanıtı olmayan hastalarda ise 332.08 ± 195.78 ng/ml olarak saptandı. Bu sonuçlara göre ferritin değerinin 12.ay tedaviye yanıt durumuna göre ölçüm ortalamaları arasında anlamlı fark saptandı ($p=0.002$). Tanı anında bakılan NLR'nin tedavinin zamanına göre ölçüm değerleri arasında anlamlı fark saptandı ($p=0.001$). Ortalama olarak üçüncü, altıncı ve on ikinci aylarda tedavi yanıt vermeyen hastalarda NLR ve PLR'nin ortalama değerleri tedavi yanıtız grupta daha yüksek olduğu görüldü ancak ortalamalar arasında anlamlı bir fark saptanmadı. 12.ayda eGFR<60 ml/dk/1.73m² olan ve korunmuş eGFR düzeyi olan hastalar karşılaştırıldığında ise NLR, PLR, Ferritin, C3 ve IgG düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlam saptanmamıştır. Bu nedenle tedavi yanıt ve renal sağ kalımı kötü etkileyecek eşik bir değer hesaplanamamıştır.

SONUÇ: MN hastalarında ferritin yüksekliği tedaviye yanıt açısından kötü prognostik bir belirteçtir. Biyopsi IgG birikimi daha yüksek proteinüri düzeyleri ile ilişkili saptandı. Biyopsi C3 pozitifliği ve hematüri görülme arasında anlamlı ilişki saptandı. Ayrıca C3 birikim şiddeti ile idrarda eritrosit sayısı arasında pozitif korelasyon saptandı. MN hastalarında NLR, PLR düzeylerinin prognostik bir değer taşıdığına anlaşılması için daha büyük hasta popülasyonu içeren çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Membranöz nefropati; prognoz; ferritinler; nötrofil/lenfosit oran

ABSTRACT

OBJECTIVE: Membranous nephropathy is one of the most common diagnoses of nephrotic syndrome in non-diabetic adults. After diagnosis, secondary causes of membranous nephropathy should be excluded. Primary membranous nephropathy is managed with supportive therapy for the complications that arise and immunosuppressive therapy based on the risk status. The aim of our study was to evaluate the impact of neutrophil-lymphocyte ratio (NLR), platelet-lymphocyte ratio (PLR), serum C3, ferritin, and IgG levels, in addition to the classic prognostic factors outlined in guidelines, as well as the presence and intensity of C3 and IgG staining from biopsy findings, on treatment response and renal survival in patients diagnosed with primary membranous nephropathy. Additionally, the study aimed to examine the impact of demographic data and other biochemical parameters on remission and renal survival.

METHODS: At Ege University Faculty of Medicine Hospital (EUTFH), 101 patients diagnosed with membranous nephropathy between January 1, 2016, and June 30, 2023, were identified using the electronic medical records system. After applying exclusion criteria, the demographic data, hemogram, and biochemical values of the remaining 73 patients at the time of diagnosis were retrospectively recorded. Patients in the third, sixth, and twelfth months were grouped based on their treatment response as complete remission, partial remission, and complete non-response. The impact of serum C3, ferritin, IgG, NLR, and PLR on treatment response was analyzed. The changes in measurement averages over time (at diagnosis, 3

months, 6 months, and 12 months) were assessed using repeated measures ANOVA, and pairwise comparisons for measurements with significant time-related differences were conducted using the post hoc Bonferroni test. The Student's t-test was used to evaluate differences in continuous measurement averages between two independent groups. The chisquare test was used to assess relationships between categorical variables.

RESULTS: In the system scan conducted for our study, a total of 101 patients diagnosed with membranous nephropathy (MN) were identified. After applying the exclusion criteria, 73 patients were included in the study. The mean age of the patients was found to be 49.6 ± 15.6 IX years. Of the patients, 54,8% were male ($n=40$) and 45,2% were female ($n=33$). When evaluating the average differences in the initial serum IgG and C3 values between the groups with and without treatment response at the third, sixth, and twelfth months, no statistical differences were observed. The presence and intensity of C3 and IgG staining in kidney biopsy findings were not significantly related to the treatment response in the categorized patient groups. A significant relationship was found between C3 positivity in the biopsy and the presence of microscopic hematuria ($p=0.017$). Additionally, a positive correlation was found between the increase in C3 staining intensity and the number of red blood cells in hematuria ($r=0.398$; $p=0.001$). It was determined that an increase in the degree of IgG accumulation in the biopsy was associated with higher levels of proteinuria ($p=0.031$). At twelve months, the ferritin levels at diagnosis were found to be 156.19 ± 111.31 ng/ml in patients with treatment response and 332.08 ± 195.78 ng/ml in patients without treatment response. These results indicated a significant difference in ferritin levels based on treatment response at twelve months ($p=0.002$). A significant difference was also observed in the NLR values measured at diagnosis across different time points of treatment ($p=0.001$). On average, the NLR and PLR values were higher in patients without treatment response at the third, sixth, and twelfth months, but no significant differences were found between the means. The comparison between patients with $eGFR < 60$ ml/min/1.73m² in the 12th month and those with preserved eGFR levels showed no statistically significant differences in NLR, PLR, ferritin, C3, and IgG levels. Therefore, an optimal threshold value that would negatively impact treatment response and renal survival could not be calculated.

CONCLUSION: Elevated ferritin levels in patients with membranous nephropathy (MN) are a poor prognostic marker for treatment response. Biopsy IgG accumulation was found to be associated with higher levels of proteinuria. A significant relationship was found between biopsy C3 positivity and the occurrence of hematuria. Additionally, a positive correlation was found between the intensity of C3 accumulation and the number of red blood cells in the urine. To understand whether NLR and PLR levels have prognostic value in MN patients, further studies with larger patient populations are needed.

Key Words: Membranous nephropathy; prognosis; ferritins; neutrophil/lymphocyte ratio

KİSTİK FİBROZİSLİ ÇOCUKLARDA İNFLAMATUVAR HEMATOLOJİK İNDEKSLERİN CRP İLE İLİŞKİSİ: KONTROL GRUPLU ANALİZ

THE RELATIONSHIP BETWEEN INFLAMMATORY HEMATOLOGICAL INDEXES AND CRP IN
CHILDREN WITH CYSTIC FIBROSIS: A CONTROL GROUP ANALYSIS

Dr. Kamil YILMAZ

Dicle Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD, Diyarbakır, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0001-5137-0501

ÖZET

Amaç: Kistik fibrozis (KF), kronik hava yolu inflamasyonu ve tekrarlayan enfeksiyonlarla karakterize multi-sistemik bir genetik hastalıktır. Hastalığın progresyonu ve morbidite oranları, inflamasyonun şiddeti ve kontrolü ile yakından ilişkilidir. İnflamasyonun erken tespiti ve takibi, tedavi stratejilerinin belirlenmesi ve hastalık alevlenmelerinin yönetimi açısından kritik öneme sahiptir. Son yıllarda, tam kan sayımı parametrelerinden türetilen nötrofil/lenfosit oranı (NLR), trombosit/lenfosit oranı (PLR) ve sistemik immün-inflamasyon indeksi (SII) gibi belirteçler, subklinik inflamasyonun göstergesi olarak ve enfeksiyonun şiddetini yansıtan parametreler olarak önem kazanmıştır. Bu çalışmanın amacı, kistik fibrozisli çocuklarda inflamatuvar hematolojik indekslerin (NLR, PLR, MLR, SII, MPV, RDW) sağlıklı kontrol grubuyla karşılaştırılması ve bu indekslerin C-reaktif protein (CRP) ile olan ilişkisinin incelenmesidir. Ayrıca, CRP seviyesine göre enfeksiyon varlığı/yokluğu alt gruplarında bu parametrelerin ayırıcı değerinin araştırılması hedeflenmiştir.

Yöntem: Çalışmaya 48 kistik fibrozisli çocuk ve 98 sağlıklı kontrol grubu çocuğu dahil edildi. Tüm katılımcılardan tam kan sayımı parametreleri ve C-reaktif protein (CRP) düzeyleri elde edildi. KF grubunda CRP >5 mg/dL (enfeksiyon alevlenmesi) ve ≤5 mg/dL (stabil dönem) olan hastalar arasında alt grup analizi yapıldı. İnflamatuvar indeksler (NLR, PLR, SII) hesaplanarak gruplar arasında karşılaştırıldı.

Bulgular: Kistik fibrozis grubunda WBC (13.98 ± 7.55 vs $8.18 \pm 2.69 \times 10^3/uL$), nötrofil (8.95 ± 5.27 vs $3.54 \pm 1.53 \times 10^3/uL$), NLR (2.79 ± 2.22 vs 1.26 ± 0.81) ve SII ($1,027,470 \pm 1,002,445$ vs 384.53 ± 235.14) değerleri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksekti ($p < 0.0001$). PLR değerleri ise gruplar arasında anlamlı fark göstermedi ($p = 0.9396$). KF grubunda CRP >5 mg/dL olan hastalar ile ≤5 mg/dL olan hastalar karşılaştırıldığında, WBC (18.09 ± 8.97 vs 11.73 ± 5.63 , $p = 0.004$) ve SII ($1,446,022 \pm 1,428,530$ vs $797,943 \pm 576,414$, $p = 0.031$) değerleri enfeksiyon alevlenmesi döneminde anlamlı derecede yüksek bulundu. Korelasyon analizi sonucunda, CRP ile NLR ($r = 0.299$, $p = 0.039$), SII ($r = 0.295$, $p = 0.041$) ve özellikle MPV ($r = 0.488$, $p = 0.0004$) arasında pozitif korelasyon saptandı.

Sonuç: NLR ve SII gibi pratik hematolojik indeksler, KF'li çocuklarda inflamasyonun değerlendirilmesinde ve klinik takibinde etkili araçlar olabilir.

Anahtar Kelimeler: Kistik Fibrozis, CRP, NLR, İnflamasyon, Hematolojik indeks

ABSTRACT

Objective: Cystic fibrosis (CF) is a multi-systemic genetic disorder characterised by chronic airway inflammation and recurrent infections. The progression of the disease and morbidity rates are closely related to the severity and control of inflammation. Early detection and monitoring of inflammation are critical for determining treatment strategies and managing disease exacerbations. In recent years, markers derived from complete blood count parameters, such as the neutrophil/lymphocyte ratio (NLR), platelet/lymphocyte ratio (PLR), and systemic immune-inflammation index (SII), have gained importance as indicators of subclinical inflammation and parameters reflecting the severity of infection. The aim of this study is to compare inflammatory haematological indices (NLR, PLR, MLR, SII, MPV, RDW) in children with cystic fibrosis with a healthy control group and to investigate the relationship between these indices and C-reactive protein (CRP). Additionally, it aimed to investigate the discriminatory value of these parameters in subgroups based on the presence/absence of infection according to CRP levels.

Methods: The study included 48 children with cystic fibrosis and 98 healthy control children. Complete blood count parameters and C-reactive protein (CRP) levels were obtained from all participants. A subgroup analysis was performed in the CF group between patients with CRP >5 mg/dL (infection exacerbation) and ≤5 mg/dL (stable period). Inflammatory indices (NLR, PLR, SII) were calculated and compared between groups.

Results: In the cystic fibrosis group, WBC (13.98 ± 7.55 vs $8.18 \pm 2.69 \times 10^3/\mu\text{L}$), neutrophil (8.95 ± 5.27 vs $3.54 \pm 1.53 \times 10^3/\mu\text{L}$), NLR (2.79 ± 2.22 vs 1.26 ± 0.81) and SII ($1,027,470 \pm 1,002,445$ vs 384.53 ± 235.14) values were statistically significantly higher than in the control group ($p < 0.0001$). PLR values did not show a significant difference between the groups ($p = 0.9396$). When patients with CRP >5 mg/dL were compared with those with ≤5 mg/dL in the KF group, WBC (18.09 ± 8.97 vs 11.73 ± 5.63 , $p = 0.004$) and SII ($1,446,022 \pm 1,428,530$ vs $797,943 \pm 576,414$, $p = 0.031$) values were found to be significantly higher during the infection flare-up period. Correlation analysis revealed positive correlations between CRP and NLR ($r = 0.299$, $p = 0.039$), SII ($r = 0.295$, $p = 0.041$) and, particularly, MPV ($r = 0.488$, $p = 0.0004$).

Conclusion: Practical haematological indices such as NLR and SII may be effective tools in assessing inflammation and clinical follow-up in children with CF.

Keywords: Cystic Fibrosis, CRP, NLR, Inflammation, Haematological index

BİSTÜRİDEN ROBOTİĞE: CERRAHİ TEKNOLOJİLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

FROM SCALPELS TO ROBOTICS: THE HISTORICAL DEVELOPMENT OF SURGICAL TECHNOLOGIES

Dr. Öğretim Üyesi Ahmet ERKEK

İstinye Üniversitesi Tıp Fakültesi Genel Cerrahi A.D. İstanbul-TÜRKİYE

ORCID ID: 0000-0002-9515-0831

ÖZET

Cerrahi uygulamalar, tıp tarihinde en eski tedavi yöntemleri arasında yer almaktadır. Hekimler, yüzyıllar boyunca yalnızca yaraları tedavi etmekle kalmamış, aynı zamanda cerrahi uygulamaların vazgeçilmez unsuru olan tıbbi aletlerin gelişimine de katkı sağlamışlardır. Bu bağlamda tıp pratiği, hekimlik bilgisi ile teknolojik araçların bütünlüğü içinde değerlendirilmelidir. Bu çalışmanın amacı, cerrahi tedavilerde kullanılan teknolojileri analiz etmek ve bu gelişmeleri tıp tarihi perspektifinden değerlendirmektir.

Antik dönemde en bilinen cerrahi uygulamalardan biri trepanasyondur ve bu işlem ilkel araçlarla gerçekleştirilmiştir. Taş ve kemikten yapılan basit bistüriler zamanla, madenlerin keşfiyle birlikte demir ve çelik aletlere dönüşmüştür. Cerrahideki en önemli dönüm noktalarından biri ise asepsi-antisepsi uygulamaları ve anesteziinin geliştirilmesi olmuştur; enfeksiyonların azalmasıyla ameliyat güvenliği ve sağ kalım oranları artmıştır. Bu gelişmeler yalnızca cerrahi aletlerin yeniden şekillenmesini sağlamakla kalmamış, aynı zamanda berber-cerrah anlayışından modern ve profesyonel bir cerrahi disiplinine geçişi de beraberinde getirmiştir. Günümüzde ise cerrahi, ileri biyomedikal teknolojiler, robotik sistemler ve yapay zekâ destekli uygulamalarla yeni bir boyut kazanmıştır. Bu süreç, cerrahinin tarih boyunca teknoloji ile birlikte gelişen ve sürekli dönüşen bir tıp alanı olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, ilkel bistürilerle yola çıkan hekimler günümüzde ileri teknolojik cihazların desteğiyle cerrahi uygulamalarını gerçekleştirmektedir. Bu dönüşüm, cerrahinin yalnızca teknik bir uygulama alanı olmadığını; aynı zamanda bilimsel bilgi birikimi, teknolojik yenilikler ve toplumsal ihtiyaçlar doğrultusunda şekillenen dinamik bir disiplin olduğunu göstermektedir. Nitekim cerrahi uygulamaların gelişimi temelde bir gereksinimden doğmuştur. Hastasını tedavi etme amacıyla, örneğin kafatasından bir parçanın çıkarılması gibi girişimlere ihtiyaç duyan hekimler, bu müdahaleleri gerçekleştirebilmek için ilk cerrahi aletleri geliştirmek zorunda kalmıştır. Bu bağlamda; cerrahi teknolojilerin tarihsel bağlamda analizi, günümüz uygulamalarının daha da anlaşılmasına ve gelecekteki uygulamalara öngörü sağlamasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Cerrahi tarihçe, minimal invaziv cerrahi, robotik cerrahi, tıp tarihi

ABSTRACT

Surgical procedures are among the oldest treatment methods in medical history. Over the centuries, physicians have not only treated wounds but also contributed to the development of medical instruments, which are an indispensable part of surgical procedures. In this context, medical practice should be evaluated within the integrity of medical knowledge and technological tools. The aim of this study is to analyze the technologies used in surgical treatments and to evaluate these developments from a medical history perspective.

One of the most well-known surgical procedures in ancient times was trepanation, which was performed with primitive tools. Simple scalpels made of stone and bone eventually evolved into iron and steel instruments with the discovery of metals. One of the most important turning points in surgery was the development of asepsis–antisepsis practices and anesthesia; with the reduction of infections, surgical safety and survival rates increased. These developments not only reshaped surgical instruments but also brought about the transition from the barber-surgeon concept to a modern and professional surgical discipline. Today, surgery has taken on a new dimension with advanced biomedical technologies, robotic systems, and artificial intelligence-supported applications. This process clearly demonstrates that surgery is a field of medicine that has developed and continuously transformed alongside technology throughout history.

As a result, physicians who began with primitive scalpels now perform surgical procedures with the support of advanced technological devices. This transformation demonstrates that surgery is not merely a technical field of practice; it is also a dynamic discipline shaped by scientific knowledge, technological innovations, and societal needs. Indeed, the development of surgical procedures has fundamentally stemmed from necessity. Physicians who needed to perform procedures such as removing a piece of the skull in order to treat their patients had to develop the first surgical instruments to carry out these interventions. In this context, analyzing surgical technologies in their historical context will contribute to a better understanding of today's practices and provide insight into future applications.

Keywords: History of surgery, minimally invasive surgery, robotic surgery, history of medicine

GENEL ANESTEZİ SONRASI GÖRÜLEN NADİR BİR NÖROLOJİK KOMPLİKASYON OLARAK AKUT RİTMİK LİNGUAL DİSTONİ: OLGU SUNUMU

ACUTE RHYTHMIC LINGUAL DYSTONIA AS A RARE NEUROLOGICAL COMPLICATION
AFTER GENERAL ANESTHESIA: CASE REPORT

Dr. Levent ÖZDEMİR

Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Mersin, Türkiye

ÖZET

Giriş: Akut distonik reaksiyon (ADR) genellikle ilaç, nörolojik hastalık zemini veya serebral anoksi gibi tetikleyici bir duruma maruz kaldıktan sonra ortaya çıkan, istemsiz kas hareketleriyle karakterize hareket bozukluklarıdır. Etkilenen spesifik kas gruplarına göre distonik reaksiyonun türü belirlenir. Bu olguda, genel anestezi sonrası nadir görülen akut lingual distoni vakasının sunulması amaçlanmaktadır.

Olgu: Olgunun sunumu için hastadan bilgilendirilmiş yazılı onam alındı. 76 yaşındaki 73 kg erkek hastaya genel cerrahi tarafından kolelithiyazis nedeniyle elektif şartlarda laparoskopik kolesistektomi cerrahisi planlandı. Hastanın bilinen komorbiditesi olarak sadece hipertansiyon mevcut idi ve düzenli antihipertansif medikasyon almakta idi. Hasta preoperatif risk değerlendirmesinde ASA 2 fiziksel skor aldı. Preoperatif vital bulguları normal sınırlarda olan hastaya anestezi indüksiyonu için propofol 2mg/kg, fentanyl 1 mcg/kg ve rokuronyum 0.6 mg/kg dozunda uygulandı. Balon-maske ile 3 dk süresince sorunsuz ventile edilen hasta 8.0 numara kafli endotrakeal tüp ile entübe edildi. Anestezi idamesi ise %50 O₂-%50 N₂O ve %6 Desfluran ile sağlandı. Toplam cerrahi süre 70 dk sürdü ve cerrahinin bitiminden 20 dk önce hastaya 1 gr parasetamol intravenöz infüzyon şeklinde uygulandı. Nöromusküler blok, spontan solunum eforu görüldükten sonra atropin (0.015 mg/kg) ve neostigmin (0.05 mg/kg) ile reverse edildi ve hasta sorunsuz şekilde ekstübe edildi. Postoperatif derlenme ünitesine çıkarılan hastanın vital bulguları stabil ve bilinci açık idi. Derlenme ünitesine çıkarıldıktan birkaç dakika sonra ağız açık, dili dışarıda ve ritmik şekilde dairesel hareket ettiği gözlemlendi. Hasta yaptığı hareketin bilincinde değildi ve sözlü uyarı ile dil hareketini anlık durdurabiliyordu, devamında ise dilini tekrar dudaklarına dokunduracak şekilde dairesel hareketler devam etti. Yaklaşık 3-4 dk süresince devam eden bu akut lingual distonik hareketler sözel müdahaleler dışında herhangi bir farmakolojik müdahale olmadan spontan şekilde önce azaldı ve devamında ise tamamen kesildi. Hastaya bu hareketi sorulduğunda kendisinin bilerek yapmadığını ve olayı da hatırlamadığını ifade etti. Takiplerinde distonik hareketleri tekrarlamayan hasta postoperatif 2. gün taburcu edildi.

Tartışma ve Sonuç: Cerrahiye alınan hastalarda çoğunlukla birden fazla genel anestetik ajan maruziyeti mevcuttur. Birçok raporda, genel anestetik ajanlar kaynaklı ADR'ler diğer sebeplere göre

çok daha nadir görülmektedir. Bu anestezi ajanlarına bağlı ADR'nin olası mekanizması teorik olarak, bazal gangliyon devresindeki dopaminerjik ve kolinerjik nörotransmisyon arasındaki dengesizlik ile açıklanmaktadır. Tedavi seçenekleri arasında literatürde difenhidramin, benztropin ve prosiklidin gibi antikolinerjikler ile diazepam ve midazolam gibi benzodiazepinler yer almaktadır. Olgumuzda olduğu gibi, bazı ADR'lerin ise spontan kaybolabileceği de akılda tutulmalıdır.

Anahtar kelimeler: lingual distoni, genel anestezi, nörolojik komplikasyon

ABSTRACT

Introduction: Acute dystonic reaction (ADR) is a movement disorder characterized by involuntary muscle movements that typically occur after exposure to a triggering factor such as medication, an underlying neurological disease, or cerebral anoxia. The type of dystonic reaction is determined by the specific muscle groups affected. This case aims to present a rare instance of acute lingual dystonia following general anesthesia.

Case: Written informed consent was obtained from the patient for presentation of the case. A 76-year-old and 73 kg male patient was scheduled for elective laparoscopic cholecystectomy by general surgeon for cholelithiasis. The only known comorbidity was hypertension, for which he was taking regular antihypertensive medication. The patient's preoperative risk assessment yielded an ASA physical status score of 2. With preoperative vital signs within normal limits, anesthesia induction was performed with propofol 2 mg/kg, fentanyl 1 mcg/kg, and rocuronium 0.6 mg/kg. The patient was ventilated without difficulty by bag-mask for 3 minutes and was intubated with an 8.0 mm internal diameter endotracheal tube. Anesthesia was maintained with 50% O₂-50% N₂O and 6% desflurane. The total surgery time was 70 minutes, and 1 gram of paracetamol was administered to the patient intravenously as an infusion 20 minutes before the end of the surgery. The neuromuscular blockade was reversed with atropine (0.015 mg/kg) and neostigmine (0.05 mg/kg) after the return of spontaneous respiratory efforts, and the patient was extubated uneventfully. In the postoperative recovery unit, the patient's vital signs were stable and he was conscious. A few minutes after arrival to the recovery unit, he was observed with his mouth open, tongue protruding, performing rhythmic circular movements. The patient was not aware of the movement and could momentarily stop the tongue movement with verbal prompting, after which the circular movement resumed, causing the tongue to touch his lips. These acute lingual dystonic movements continued for approximately 3-4 minutes and then spontaneously diminished and ceased completely without any pharmacological intervention beyond verbal prompting. When asked, the patient told that he had not performed the movement intentionally and did not remember the event. The patient experienced no recurrence of dystonic movements during follow-up and was discharged on postoperative day 2.

Discussion: Patients undergoing surgery are often exposed to multiple general anesthetic agents. In many reports, ADRs caused by general anesthetic agents are seen less frequently than those from other causes. The possible mechanism for ADRs related to these anesthetic agents is theoretically explained by an imbalance between dopaminergic and cholinergic neurotransmission within the basal ganglia circuitry. Treatment options reported in the literature include anticholinergics such as diphenhydramine, benztropine, and procyclidine, as well as benzodiazepines such as diazepam and midazolam. It should be kept in mind that some ADRs, as in our case, may resolve spontaneously.

Keywords: lingual dystonia, general anesthesia, neurological complication

**İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAĞLAMINDA KENTSEL DAYANIKLILIK VE KIRILGANLIK
İLİŞKİSİ: KENTSEL DÖNÜŞÜM ÜZERİNDEN KURAMSAL BİR DEĞERLENDİRME**
THE RELATIONSHIP BETWEEN URBAN RESILIENCE AND VULNERABILITY IN THE
CONTEXT OF CLIMATE CHANGE: A THEORETICAL ASSESSMENT THROUGH URBAN
REGENERATION

Nursel BUDAK

Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, Ankara,
TÜRKİYE

ORCID: 0009-0006-9416-2132

Prof. Dr. Ülkü DUMAN

Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Ankara, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0001-6748-890X

ÖZET

İklim değişikliğinin artan etkileriyle kentler, çok boyutlu risklerle karşı karşıya kalmaktadır. Aşırı hava olayları, sel, kuraklık, sıcaklık artışları gibi iklim afetleri, kentlerin ekonomik, sosyal ve fiziksel yapıları üzerinde önemli etkiler yaratmaktadır. Bu bağlamda kentsel dayanıklılık, kentlerin karşılaştıkları şoklar/tehlikeler karşısında işlevlerini sürdürebilme, uyum sağlayabilme ve dönüşebilme kapasitesini ifade eden bir yaklaşımdır.

Kentsel dayanıklılık, 1970'li yıllarda ekoloji literatüründe ortaya çıkmış ve zamanla kentsel çalışmalara uyarlanarak çok boyutlu bir kavrama dönüşmüştür. Günümüzde kentsel dayanıklılık; ekonomik, sosyal, fiziksel boyutları kapsayan bütüncül bir çerçevede ele alınmakla birlikte kentsel dayanıklılığı etkileyen afet risklerinin oluşumunun yalnızca tehlikenin varlığı ile değil; maruz kalma ve kırılganlık koşullarının etkileşimi ile de ilişkili olduğu bilinmektedir. Kentin sunduğu olanaklar ya da koşullar bu etkileşimin derecesini belirlemektedir.

Kentsel politikalar, uzun vadeli etkileri nedeniyle kentlerin iklim değişikliğiyle mücadelesinde ve karar alma süreçlerinde kritik bir role sahiptir. Azaltım ve uyum hedeflerine ulaşmak ve aynı zamanda dayanıklılığı arttırmak üzere mevcut kentsel alanlara müdahale biçimlerini tanımlamak için kentsel politikalar büyük önem taşımaktadır. Hızlı ve çoğu zaman plansız olarak gerçekleştirilen kentleşme süreci kentlerin iklim değişikliğine karşı kırılganlığını arttırmaktadır. Bu durum mevcut kentsel politikaların iklim değişikliği bağlamında yeniden değerlendirilmesini gerektirmektedir. Kentsel dönüşüm süreçleri bu noktada özellikle kırılgan bölgeler için önemli bir araç olarak ön plana çıkmakta; dönüşümün tek boyutlu olarak ele alınması ise yeni kırılganlıkların üretilmesine sebep olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, kırılganlık ve dayanıklılığın tümüyle karşıt bir ilişkisinin olmadığını, çok katmanlı bir etkileşim içerisinde olduğunu ve kentsel politikaların bu kırılganlıkları azaltma, besleme ve yeni kırılganlıklar üretme potansiyelini ortaya koymaktır. Çalışmada kentsel dayanıklılık ekonomik, sosyal ve fiziksel boyutları üzerinden açıklanacak ve kentsel dönüşüm uygulamalarının bu boyutlarla ilişkisi ile kentsel dayanıklılığı artırmadaki rolü tartışılacaktır. Kentsel dönüşümün, yalnızca fiziksel yenileme odaklı müdahalelerle sınırlı kalmasının iklim afetlerine bütüncül bir dayanıklılık üretmekte yetersiz kalacağı vurgulanacak, kentsel dönüşüm süreçlerinin iklim değişikliği ile mücadelede nasıl etkin ve stratejik bir süreç/mekanizma olarak değerlendirilebileceği ortaya konulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kentsel Dayanıklılık, İklim Değişikliği, Kentsel Dönüşüm, Afet Riski

ABSTRACT

Climate change has increasingly exposed cities to multidimensional risks in recent years. Climate-related hazards such as extreme weather events, floods, droughts, and rising temperatures have significant impacts on the economic, social, and physical structures of cities. In this context, urban resilience has emerged as an important approach that refers to the capacity of cities to maintain their functions, adapt, and transform in the face of shocks.

The concept of urban resilience first emerged in the ecological literature in the 1970s and gradually evolved into a multidimensional concept through its adaptation to urban studies. Today, urban resilience is addressed within a holistic framework encompassing economic, social, and physical dimensions. However, the formation of disaster risks in cities is not determined solely by the presence of hazards; it is also related to the interaction between exposure and vulnerability conditions. The opportunities and conditions provided by the city determine the positive or negative degree of this interaction.

Urban policies play a significant role in cities' struggle with climate change and in decision-making processes due to their long-term impacts. They are crucial for defining intervention approaches in existing urban areas in order to achieve mitigation and adaptation goals and to enhance resilience.

Rapid and often unplanned urbanization processes increase the vulnerability of cities to climate change. This situation necessitates the reconsideration of existing urban policies within the context of climate change. Urban transformation processes, in this regard, emerge as an important tool, particularly for vulnerable areas. However, addressing transformation in a one-dimensional manner may lead to the production of new vulnerabilities rather than serving as a resilience-enhancing tool. The capacity of urban transformation to generate resilience depends on adopting a holistic approach.

This study aims to examine the theoretical relationship between urban resilience, vulnerability, and urban transformation. While these concepts are often treated as opposites in the literature, this study argues that vulnerability and resilience are not entirely contradictory but rather exist within a multilayered interaction. Vulnerabilities within different dimensions of urban systems have the potential to reinforce each other and generate new forms of vulnerability. At the same time, resilience can be understood as the capacity to reduce these vulnerabilities, adapt to changing conditions, and enable transformation when necessary.

Within this framework, the study discusses urban resilience through its economic, social, and physical dimensions and examines the relationship between urban transformation practices and these dimensions in terms of their potential to produce urban resilience. It emphasizes that limiting urban transformation solely to physical renewal interventions may be insufficient to generate holistic resilience against climate-related disasters and therefore evaluates urban transformation processes from a comprehensive perspective.

Keywords: Urban Resilience, Climate Change, Urban Regeneration, Disaster Risk

YARATICI SES SENTEZİ İÇİN DERİN ÖĞRENME: ELEKTRİK GİTARIN NEY TINISINA DÖNÜŞTÜRÜLMESİ

ACUTE RHYTHMIC LINGUAL DYSTONIA AS A RARE NEUROLOGICAL COMPLICATION AFTER GENERAL ANESTHESIA: CASE REPORT

Talha Enes BABA*
İsmail Hakkı PARLAK
Mehmet Dinçer ERBAŞ

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu, TÜRKİYE

* Sorumlu yazar

Daimi adres: Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Oda: 335, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu,
TÜRKİYE

<https://orcid.org/0009-0000-0097-4989>

ÖZET

Bu çalışma, elektro gitarın sesini ney enstrümanının akustik özelliklerine dönüştürmek için derin öğrenme tabanlı bir yaklaşım önermektedir. Müzik endüstrisinde üretken yapay zekanın hızla yayılmasıyla birlikte, tını aktarımı ve ses sentezi üzerine yapılan araştırmalar önemli ölçüde artmıştır; Ancak, mevcut çalışmalarda gitar ve ney gibi kültürel ve akustik olarak birbirinden farklı iki enstrüman arasındaki tını dönüşümüne değinilmemiştir. Bu boşluktan yola çıkarak, U-Net tabanlı koşullu üretken düşman ağ mimarisine, Alt Piksel Evrişimi ve PatchGAN bileşenleri eklenerek bir model tasarladık. Önerilen model, gitar sinyallerinin zaman-frekans sürekliliğini ve perde bütünlüğünü korurken, ney'e özgü spektral yapıyı sentezlemeyi amaçlamaktadır. Deneysel sonuçlar, modelin karmaşık akustik kalıpları etkili bir şekilde yakaladığını ve ney'in tını özelliklerini doğru bir şekilde yeniden ürettiğini göstermektedir. Literatürde ilk kez derin öğrenme çerçevesinde gitar-ney tını dönüşümünü tanıtan bu çalışma, yaratıcı müzik üretimi ve dijital enstrüman tasarımı için yeni bir araştırma yönü sunmaktadır. Bulgular, kültürel açıdan önemli enstrümanların dijital olarak yeniden üretilebilirliğini genişletmekte ve müzik teknolojilerinde ifade çeşitliliğini artırma potansiyelini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ses-ses çevirisi, Tını aktarımı, Gitar-ney sentezi, Koşullu GAN, Alt piksel evrişimi

ABSTRACT

This study proposes a deep learning-based approach for transforming the sound of an electric guitar into the acoustic characteristics of the *ney* instrument. With the rapid expansion of generative artificial intelligence in the music industry, research on timbre transfer and sound synthesis has increased significantly; however, no existing work has addressed timbre transformation between two culturally and acoustically distinct instruments such as the guitar and the ney. Motivated by this gap, we design a U-Net-based conditional generative adversarial network architecture enhanced with Sub-Pixel Convolution and PatchGAN components. The proposed model aims to synthesize the spectral structure specific to the ney while preserving the time-frequency continuity and pitch integrity of the guitar signal. Experimental results show that the model effectively captures complex acoustic patterns and accurately reproduces the timbral characteristics of the ney. By introducing guitar-to-ney timbre transformation within a deep learning framework for the first time in the literature, this study offers a new research direction for creative music production and digital instrument design. The findings expand the digital reproducibility of culturally significant instruments and highlight the potential to increase expressive diversity in music technologies.

Keywords: Audio-to-audio translation, Timbre transfer, Guitar-to-ney synthesis, Conditional GAN, Sub-pixel convolution

**YEREL DİJİTAL SÖYLEMİN DUYGU VE TEMA AÇISINDAN ANALİZİ: ARTVIN İLİ
ÖRNEĞİ**
SENTIMENT AND THEMATIC ANALYSIS OF LOCAL DIGITAL DISCOURSE: THE CASE
OF ARTVIN PROVINCE

Dr. Muhammed Çağrı AKSU

Artvin Çoruh Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Artvin,
TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-8577-4413

Sılanur SOYAR

Artvin Çoruh Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Artvin,
TÜRKİYE

Emine Nisa İLKUTLU

Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Ankara,
TÜRKİYE

Işıl ÇİFTÇİ

Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Ankara,
TÜRKİYE

Berra ULUDERE

Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Ankara,
TÜRKİYE

ÖZET

Sosyal medya ve çevrimiçi yorum platformları, bireylerin yaşadıkları çevreye, yerel hizmetlere ve gündelik yaşam deneyimlerine ilişkin görüşlerini doğal biçimde yansıtan önemli veri kaynaklarıdır. Bu çalışma, Artvin'e ilişkin sosyal medya yorumlarının duygu eğilimini ve tematik yapısını çok platformlu bir veri kümesi üzerinden incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında Facebook, Twitter, TikTok, Google Maps, Instagram ve YouTube platformlarından elde edilen yorumlar analiz edilmiştir. Veri ön işleme sürecinde anlamsız, çok kısa ve yinelenen içerikler temizlenmiş; ardından yorumlar Türkçe metinler için uygun BERT tabanlı bir model kullanılarak negatif, nötr ve pozitif olarak sınıflandırılmıştır. Çalışmada ayrıca duygu dağılımının zaman içindeki görünümünü değerlendirmek amacıyla zamansal inceleme yapılmış, yorumların içerik yapısını ortaya koymak için ise BERTopic temelli konu modelleme yaklaşımı kullanılmıştır. Bulgular, Artvin'e ilişkin dijital söylemde negatif yorumların daha baskın olduğunu göstermektedir. Tematik bulgular, olumsuz içeriklerin ulaşım, altyapı, ekonomik sorunlar ve yerel

hizmetler etrafında yoğunlaştığını; olumlu içeriklerin ise doğal güzellikler, memnuniyet ifadeleri ve iyi dilek söylemleri çevresinde toplandığını ortaya koymaktadır. Sonuç olarak çalışma, sosyal medya verilerinin yerel düzeyde kamusal algıyı ve öne çıkan tartışma alanlarını izlemek için anlamlı bir kaynak sunduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Artvin, sosyal medya, duygu analizi, konu modelleme, BERTopic, dijital söylem

ABSTRACT

Social media and online review platforms are important data sources that naturally reflect individuals' opinions about their living environment, local services, and everyday life experiences. This study aims to examine the sentiment tendency and thematic structure of social media comments related to Artvin through a multi-platform dataset. Within the scope of the research, comments obtained from Facebook, Twitter, TikTok, Google Maps, Instagram, and YouTube were analyzed. During the data preprocessing stage, meaningless, very short, and duplicate contents were removed. The comments were then classified as negative, neutral, or positive using a BERT-based model suitable for Turkish texts. In addition, a temporal analysis was conducted to evaluate the distribution of sentiments over time, and a BERTopic-based topic modeling approach was employed to reveal the thematic structure of the comments. The findings indicate that negative comments are more dominant in the digital discourse related to Artvin. The thematic results show that negative content is concentrated around transportation, infrastructure, economic problems, and local services, whereas positive content is clustered around natural beauty, expressions of satisfaction, and goodwill messages. Overall, the study demonstrates that social media data provide a meaningful resource for monitoring public perception and prominent discussion topics at the local level.

Keywords: Artvin, social media, sentiment analysis, topic modeling, BERTopic, digital discourse

DEEP REINFORCEMENT LEARNING FOR AOI MINIMIZATION WITH RELIABLE DATA COLLECTION IN UAV-ASSISTED IOT NETWORKS

Dr. Bilge Kagan DEDETURK

Erciyes University, Faculty of Engineering, Department of Software Engineering, Kayseri, Türkiye

ORCID: 0000-0002-8026-5003

ABSTRACT

In Unmanned Aerial Vehicle (UAV)-assisted IoT networks, minimizing the Age of Information (AoI) requires jointly optimizing UAV trajectories and visiting schedules across spatially distributed IoT nodes. Error control methods such as Automatic Repeat Request (ARQ) and Forward Error Correction (FEC) improve communication reliability but introduce additional delay and energy overhead that directly affect AoI. Conventional metaheuristic approaches require running the full optimization for each new problem instance, which limits their applicability in time-critical or dynamic scenarios. To overcome this limitation, this study proposes an attention-based deep reinforcement learning (DRL) approach for AoI minimization under reliable communication constraints. The model encodes spatial relationships among IoT nodes and constructs UAV routes step by step, while accounting for error control overhead and height-dependent channel conditions during route planning. The training process uses problem instances of varying sizes, which enables the model to generalize across different network scales without retraining. Unlike metaheuristic methods that search from scratch for every instance, the trained DRL model generates near-optimal solutions in a single step that reduces computation time from minutes to milliseconds. This makes the approach suitable for online trajectory planning where rapid re-routing is needed in response to node failures, changing channel conditions, or changing network topologies.

Keywords: Age of Information, Unmanned Aerial Vehicle, IoT, Deep Reinforcement Learning, Reliable Communication

TİP-2 DİYABETLİ BİREYLERDE EŞ DESTEĞİ İLE ÖZ YÖNETİM ARASINDAKİ İLİŞKİ*
RELATIONSHIP BETWEEN SPOUSE SUPPORT AND SELF-MANAGEMENT IN
INDIVIDUALS WITH TYPE-2 DIABETES

Fatma Mihrap METE

İyidere Mukaddes Kalkavan İlçe Devlet Hastanesi, Rize, Türkiye

ORCID: 0009-0003-8850-6048

Dr. Öğr. Üyesi Yasemin KALKAN UĞURLU

Ordu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Ordu, Türkiye

University College Cork, School of Nursing and Midwifery, Cork, Ireland

ORCID: 0000-0003-0096-5593

*Bu çalışma Fatma Mihrap Mete'nin yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

ÖZET

Tip 2 diyabet, uzun süreli bakım ve düzenli izlem gerektiren kronik bir hastalıktır. Bu süreçte hemşireler, bireyin öz yönetim becerilerini geliştirmede ve eş desteğini bakım sürecine dâhil etmede önemli bir role sahiptir. Bu araştırma, Tip-2 diyabetli bireylerde eş desteği ile diyabet öz yönetimi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılmıştır. Tanımlayıcı ve ilişki arayıcı tipteki araştırma, Rize ili İyidere ilçesindeki bir Aile Sağlığı Merkezi'ne başvuran Tip-2 diyabet tanılı bireylerle yürütülmüştür. Araştırma, 01 Şubat 2025–01 Aralık 2025 tarihleri arasında, etik kurul ve kurum onayı alındıktan sonra yüz yüze görüşme yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Örneklemi 232 birey oluşturmuştur. Veriler, Tanımlayıcı Bilgi Formu, Eş Destek Ölçeği (EDÖ) ve Diyabet Öz Yönetim Skalası (DÖYS) kullanılarak toplanmıştır. Verilerin analizinde SPSS 22.0 programı ile tanımlayıcı istatistikler, t-testi, ANOVA, Pearson korelasyon ve doğrusal regresyon analizleri uygulanmıştır. Eş desteği ile diyabet öz yönetimi arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($r=0.381$; $p<0.001$). Regresyon analizine göre eş desteği, diyabet öz yönetiminin anlamlı bir yordayıcısıdır ($R^2=0.141$). Tip-2 diyabetli bireylerde eş desteği arttıkça diyabet öz yönetimi düzeyi yükselmektedir. Diyabet bakımında eş katılımını destekleyen aile temelli eğitim ve danışmanlık programları önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Diyabet öz yönetimi, Eş desteği, Hemşirelik, Sosyal destek, Tip-2 diyabet.

ABSTRACT

Type 2 diabetes is a chronic disease that requires long-term care and regular follow-up. In this process, nurses play a crucial role in enhancing individuals' self-management skills and integrating spousal support into the care process. This study was conducted to determine the relationship between spousal support and diabetes self-management in individuals with type 2 diabetes. This descriptive and correlational study was carried out with individuals diagnosed with type 2 diabetes who applied to a Family Health Center in the İyidere district of Rize province. The study was conducted between February 1, 2025, and December 1, 2025, after obtaining ethical committee approval and institutional permission, using a face-to-face interview method. The sample consisted of 232 individuals. Data were collected using the Descriptive Information Form, the Spousal Support Scale (SSS), and the Diabetes Self-Management Scale (DSMS). Data analysis was performed using SPSS version 22.0, and descriptive statistics, independent samples t-test, one-way analysis of variance (ANOVA), Pearson correlation, and linear regression analyses were applied. A positive and statistically significant relationship was found between spousal support and diabetes self-management ($r = 0.381$; $p < 0.001$). According to regression analysis, spousal support was a significant predictor of diabetes self-management ($R^2 = 0.141$). The findings indicate that as spousal support increases, the level of diabetes self-management also increases in individuals with type 2 diabetes. Family-based education and counseling programs that promote spousal involvement in diabetes care are recommended.

Keywords: Diabetes self-management, Spousal support, Nursing, Social support, Type 2 diabetes.

**FINDIKTA HİSTOLOJİK AYRIM PERİYODUNUN BELİRLENMESİ VE KARANFİL
OLUŞUMU ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**
HISTOLOGICAL DETERMINATION OF FLOWER BUD DIFFERENTIATION PERIOD
AND FEMALE FLOWER FORMATION IN HAZELNUT

Dr. Öğr. Üyesi Tuba BAK

Pamukkale Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri, Denizli, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-4448-9704

Prof. Dr. Turan KARADENİZ

Pamukkale Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri, Denizli, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0003-0387-7599

ÖZET

Bu çalışma, Kara, Palaz ve Tombul fındık çeşitlerinde verim, fizyolojik ve morfolojik gelişim süreçleri arasındaki ilişkileri inceleyerek dişi çiçek farklılaşmasını histolojik olarak analiz etmektedir. Çalışmada, çeşitlere bağlı olarak 15 Temmuz ile 21 Ağustos tarihleri arasında gerçekleşmiş ve toplam tomurcukların karanfile dönüşüm oranının %13,18 ile %41,65 aralığında olduğu belirlenmiştir. Toplam çotanak sayısının 21.222 ile 105.000 adet, haziran dökümü kayıp oranının ise %14,36 ile %31,92 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, karanfil döneminden önce yapılacak mikroskobik çalışmalarla verim potansiyelinin erkenden belirlenebileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Fındık, morfolojik ayırım, karanfil

ABSTRACT

This study histologically analyzes female flower differentiation by examining the relationships between yield, physiological, and morphological developmental processes in Kara, Palaz, and Tombul hazelnut cultivars. The differentiation period, depending on the cultivar, occurred between 15 July and 21 August, and the conversion rate of total buds into female flowers ranged from 13.18% to 41.65%. The total number of clusters ranged from 21,222 to 105,000, while the June drop loss rate ranged from 14.36% to 31.92%. In conclusion, it was demonstrated that the yield potential can be determined at an early stage through microscopic examinations conducted before the female flowering stage.

Keywords: Hazelnut, morphological differentiation, female flower

**YABAN DOMUZUNDA (SUS SCROFA) DİLİN ARTERYEL
VASKÜLARİZASYONUNUN TARAMALI ELEKTRON MİKROSKOBU (SEM) İLE
İNCELENMESİ**

SCANNING ELECTRON MICROSCOPY (SEM) INVESTIGATION OF ARTERIAL
VASCULARIZATION OF THE TONGUE IN WILD BOAR (SUS SCROFA)

Dr. Öğr. Üyesi Lutfi TAKCI

Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Anatomy, Sivas,
Türkiye

ORCID: 0000-0002-8865-8186

ÖZET

Bu çalışmada, yaban domuzu (*Sus scrofa*) dilinin mikrovasküler organizasyonunun ve bölgesel vasküler adaptasyonlarının korozyon kast yöntemi ve Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) kullanılarak morfometrik olarak ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan materyaller, yazarın yaban domuzunda gözün damarlaşması üzerine yürüttüğü 216S289 numaralı “Yaban Domuzunda *Bulbus Oculi*’nin Fonksiyonel Mikrovasküler Anatomisi: Bir Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) Çalışması”, adlı 1002 - Hızlı Destek Programı tarafından desteklenen doktora tezi kapsamında temin edilen kafalardan elde edilmiştir. Elde edilen kafalarda uygun diseksiyon yöntemleri ile *arteria carotis communis*’ler bulunmuş, damar içinde kalan kan perfüze edilmiş ve bu damarlardan korozyon kast protokollerinde belirtilen doz ve basınçta metilmetakrilat enjeksiyonu yapılmıştır. Diller %10’luk KOH solüsyonunda bekletilerek kast etrafındaki dokuların erimesi sağlanmış, elde edilen kastlar altın ile kaplanarak Sivas Cumhuriyet Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi’nde bulunan MIRA3 TESCAN marka taramalı elektron mikroskopunda incelenmiştir. Dilin üç ana bölgesinde (apex, corpus, radix) spesifik vasküler paternler saptanmıştır. Apex linguae bölgesinde damar ağının maksimum yoğunlukta, sık anastomozlu ve kısa terminal ilmeklerden oluştuğu; kapiller birimlerin çaplarının 6.39µm ile 8.02µm arasında değiştiği ölçülmüştür. Corpus linguae’de damarların daha doğrusal ve hiyerarşik bir seyir izlediği, mekanik papillaları besleyen damarların daha paralel bir dizilim sergilediği görülmüştür. Radix linguae bölgesinde ise en geniş çaplı ana arteriyel gövdeler (22.22µm seviyesinde) ve yutkunma hareketlerine uyum sağlayan yüksek vasküler kıvrımlılık (tortuosity) karakterize edilmiştir. Yüksek büyütme görüntülerde (2.00kx), damar kastları üzerinde endotel hücre çekirdeklerinin bıraktığı izler (nuclear impressions) net bir şekilde gözlemlenmiştir. Bu bulgular, yaban domuzu dilindeki vasküler organizasyonun bölgesel mekanik ve duyuşal fonksiyonel ihtiyaçlara göre optimize edildiğini kanıtlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yaban domuzu, Dil, Vaskülarizasyon, SEM, Korozyon kast.

ABSTRACT

This study aimed to morphometrically elucidate the microvascular organization and regional vascular adaptations of the wild boar (*Sus scrofa*) tongue using the corrosion cast method and Scanning Electron Microscopy (SEM). The materials used in this study were obtained from the skulls acquired as part of the author's doctoral thesis entitled "Functional Microvascular Anatomy of the Bulbus Oculi in Wild Boar: A Scanning Electron Microscopy (SEM) Study" (Project No. 216S289), supported by the 1002 - Rapid Support Program. In the obtained skulls, the common carotid arteries were located using appropriate dissection methods, the remaining blood within the vessels was perfused, and methyl methacrylate was injected into these vessels at the dose and pressure specified in the corrosion cast protocols. Tongues were immersed in a 10% KOH solution to dissolve the surrounding tissues, and the resulting tissues were coated with gold and examined using a MIRA3 TESCAN scanning electron microscope at the Sivas Cumhuriyet University Advanced Technology Research and Application Center. Specific vascular patterns were identified in the three main regions of the tongue (apex, corpus, radix). In the apex linguae region, the vascular network was found to be of maximum density, consisting of frequently anastomosed and short terminal loops; the diameters of the capillary units were measured to range from 6.39 μm to 8.02 μm . In the corpus linguae, the vessels followed a more linear and hierarchical course, with the vessels supplying the mechanical papillae exhibiting a more parallel arrangement. In the radix linguae region, the largest diameter main arterial trunks (at the level of 22.22 μm) and high vascular tortuosity, adapting to swallowing movements, were characterized. In high-magnification images (2.00kx), nuclear impressions left by endothelial cell nuclei on vascular casts were clearly observed. These findings demonstrate that the vascular organization in the wild boar tongue is optimized according to regional mechanical and sensory functional needs.

Keywords: Wild boar, Tongue, Vascularization, SEM, Corrosion cast.

INTEGRATIVE TRANSCRIPTOMIC ANALYSIS AND DRUG REPOSITIONING FOR GASTRIC INTESTINAL METAPLASIA: AN *IN SILICO* OMICS-ORIENTED STUDY

M.Sc Keziban OKUTAN

Department of Biotechnology, Institute of Postgraduate Education, Konya Food and Agriculture
University, Konya, TURKEY

| ORCID: 0009-0001-0560-8408

Dr. Büşra AYDIN*

Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Sciences, Konya
Food and Agriculture University, Konya, TURKEY

Department of Bioengineering, Faculty of Engineering and Architecture, Konya Food and Agriculture
University, Konya, TURKEY

ORCID: 0000-0002-8832-8443

ABSTRACT

Gastric intestinal metaplasia (GIM) is a critical precancerous lesion in the progression of gastric cancer, yet its molecular drivers and targeted therapeutic options remain limited. This study aimed to characterize the molecular signatures of GIM and identify potential repositioned drug candidates through an integrative transcriptomic and computational approach. Two RNA-sequencing datasets (GSE191275 and GSE210993) were integrated to identify 418 common differentially expressed genes (cDEGs). Functional enrichment analysis revealed that these genes are predominantly involved in metabolic reprogramming, xenobiotic detoxification, and immune modulation. Multi-layered regulatory networks, including transcription factor–gene, miRNA–gene, and protein–protein interactions, were constructed to identify 31 hub elements. Survival analysis validated 21 of these hub elements, such as *LGALS3*, *DPP4*, *BPNT1*, and *RELA*, as having significant prognostic value. Principal Component Analysis (PCA) further demonstrated that these molecular signatures effectively distinguish GIM from normal gastric tissues. Based on these signatures, drug repositioning analysis was performed using the L1000CDS² engine, identifying four candidate compounds: pictilisib, vemurafenib, geldanamycin, and dinaciclib. Molecular docking simulations revealed that pictilisib exhibited the most favorable and consistent binding energies across multiple hub targets, suggesting strong multi-target inhibitory potential. These findings highlight novel diagnostic biomarkers and provide a foundation for precision prevention strategies and early therapeutic intervention in GIM to mitigate the risk of gastric cancer progression.

Keywords: Transcriptomics, Diagnostic Biomarkers, Intestinal Metaplasia, Drug Repositioning, Pictilisib

**MEYVE SUYU ENDÜSTRİSİNDE BİYOLOJİK ARITIM ÇIKIŞ SUYUNDAN
MEMBRAN TABANLI SU GERİ KAZANIMI: DUPONT WAVE SİMÜLASYON
ÇALIŞMASI**
MEMBRANE-BASED WATER RECOVERY FROM BIOLOGICALLY TREATED
EFFLUENT IN THE FRUIT JUICE INDUSTRY: A DUPONT WAVE SIMULATION STUDY

Dr. Burcu PALA

Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli,
TÜRKİYE

ORCID: 0000-0003-4898-8305

Furkan ER

Türk Hava Yolları, İstanbul, TÜRKİYE

Prof. Dr. Coşkun AYDINER

Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli,
TÜRKİYE

ORCID: 0000-0003-0832-7043

ÖZET

Meyve suyu endüstrisi; yıkama, temizlik, soğutma gibi üretim aşamalarında yüksek su tüketimi ve buna bağlı olarak yoğun kirlilik yüküne sahip atıksu üretimiyle öne çıkan sektörlerin başında gelmektedir. Literatürde 1 L ürün için 3–4 L su tüketimi bildirilmekte olup, oluşan atıksular şeker kaynaklı yüksek kimyasal ve biyolojik oksijen ihtiyacı (KOİ/BOİ) ile karakterize edilmektedir. Bu çalışmada, meyve suyu endüstrisi biyolojik arıtma çıkış sularının ileri arıtma yöntemleriyle geri kazanılarak işletme içerisinde yeniden kullanımı ve sürdürülebilir su yönetimi stratejileri araştırılmıştır.

Çalışma kapsamında, DuPont WAVE (v1.82) yazılımı kullanılarak biyolojik arıtım çıkışından su geri kazanımı için membran prosesleri tasarlanmıştır; işletme koşullarının su kalitesi, enerji tüketimi ve maliyet üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda 2 farklı senaryo uygulanmıştır; doğrudan Nanofiltrasyon (NF90 ve NF270), ve Ultrafiltrasyon (UF) ön arıtımını takip eden Ters Osmoz (BW30XFRLE ve Fortilife XC70). Tasarlanan sistemlerde sıcaklık (10°C - 30°C) ve su geri kazanım oranlarının (%20 - %80), enerji tüketimi (SEC), akı (flux) ve su kalitesi (TDS, TOC) üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Konsantrasyon akımlarının uygunluğu İSKİ deşarj limitleri ile; permeat kullanım uygunluğu ise soğutma suyu ve CIP suyu kriterleri ile kıyaslanmıştır.

Yapılan simülasyonlar sonucunda artan işletme sıcaklığının tüm membran türlerinde besleme basıncını ve enerji tüketimini düşürdüğü, ancak ürün suyu kalitesinde (TDS ve TOC geçişinde artış) düşüşe neden olduğu saptanmıştır. Fortilife XC70 membranı, en yüksek TDS giderme verimiyle soğutma suyu kriterlerini karşılayan tek seçenek olurken, en yüksek yıllık enerji maliyetine sahip

olduğu belirlenmiştir. Temizleme suyu gereksinimleri için BW30XFRLE, uygun kaliteyi daha düşük maliyetle sağlayarak ekonomik bir alternatif sunmuştur. NF270 düşük SEC avantajı sağlarken, NF90 yüksek giderim verimiyle öne çıkmıştır.

Sonuç olarak çalışma, meyve suyu endüstrisinde biyolojik artım sonrası membran prosesleriyle su geri kazanımının çevresel yükleri ve işletme maliyetlerini azaltabileceğini göstermektedir. Bu çerçevede, suyun hedef kullanımına göre proses koşullarının belirlenmeli, membran seçimi yapılmalı ve enerji–maliyet dengesi gözetilerek tasarım netleştirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Meyve suyu endüstrisi, su geri kazanımı, membran prosesleri, nanofiltrasyon, ters osmoz, ultrafiltrasyon, DuPont WAVE

ABSTRACT

The fruit juice industry is a major water-consuming sector due to washing, cleaning, and cooling operations, and it generates wastewater with a high pollution load. The literature reports 3–4 L of water per 1 L of product, and the wastewater is characterized by high chemical and biological oxygen demand (COD/BOD) because of its sugar content. This study investigates the recovery and reuse of biologically treated effluent from the fruit juice industry using advanced treatment methods and evaluates sustainable water management strategies.

Membrane processes for water recovery from biological treatment effluent were designed in DuPont WAVE (v1.82), and the effects of operating conditions on water quality, energy consumption, and cost were assessed. Two scenarios were applied: direct nanofiltration (NF90 and NF270) and reverse osmosis after ultrafiltration (UF) pretreatment (BW30XFRLE and Fortilife XC70). The impacts of temperature (10–30°C) and water recovery (20–80%) on specific energy consumption (SEC), flux, and permeate quality (TDS, TOC) were compared. Concentrate streams were evaluated against Istanbul Water and Sewerage Administration (ISKI) sewer discharge limits, while permeate suitability was assessed using cooling-water and CIP-water criteria.

Simulations showed that higher operating temperature reduced feed pressure and energy consumption for all membranes, but deteriorated permeate quality due to increased TDS and TOC passage. Fortilife XC70 achieved the highest TDS removal and was the only option meeting cooling-water criteria; however, it had the highest annual energy cost. For CIP water, BW30XFRLE met quality targets with lower energy cost, making it a more economical option. NF270 offered a low-SEC advantage, whereas NF90 stood out with higher removal efficiency.

Overall, membrane-based water recovery after biological treatment can reduce environmental burdens and operating costs in the fruit juice industry. Operating conditions and membrane selection should be optimized according to the intended reuse while maintaining an energy–cost balance.

Keywords: Fruit juice industry, water recovery, membrane processes, nanofiltration, reverse osmosis, ultrafiltration, DuPont WAVE

SURİYE’DE ENERJİ GÜVENLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: SAVAŞ ÖNCESİ KOŞULLAR, SAVAŞ SONRASI ZORLUKLAR VE GELECEĞE YÖNELİK ENERJİ TALEP PROJEKSİYONLARI

ASSESSING ENERGY SECURITY IN SYRIA: PRE-WAR CONDITIONS, POST-WAR CHALLENGES, AND FUTURE DEMAND PROJECTIONS

Susan VEFAİ ZAYAT

Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Makine Mühendislik Fakültesi, Gaziantep,
TÜRKİYE

ORCID: 0009-0008-9170-8165

Prof. Dr. Adem ATMACA

Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Makine Mühendislik Fakültesi, Gaziantep,
TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-9624-299X

ÖZET

Suriye enerji sektörü, 2011 yılında başlayan silahlı çatışmanın ardından ciddi ölçüde kesintiye uğramış; bu durum enerji altyapısında geniş çaplı hasara, yakıt üretiminde önemli düşüşlere ve uzun süreli elektrik kesintilerine yol açmıştır. Bu çalışma, ulusal enerji güvenliği üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve savaş sonrası toparlanma süreci için olası enerji politikası yollarını ortaya koymak amacıyla Suriye’nin enerji sisteminin çatışma öncesi ve sonrası gelişimini incelemektedir. Analiz, ağırlıklı olarak Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tarafından sağlanan ikincil nicel verilere dayanmaktadır. Bu veriler, savaş öncesi dönemden 2023 yılına kadar olan süreçte yurtiçi enerji üretimi, toplam enerji arzı ve kaynaklara göre enerji tüketimine ilişkin göstergeleri kapsamaktadır. Analiz sonuçları, yurtiçi enerji üretiminde belirgin bir daralma olduğunu göstermektedir. Toplam enerji üretimi 2010 yılında yaklaşık 1.158.623 TJ seviyesindeyken, 2023 yılında yaklaşık 206.193 TJ seviyesine düşmüş olup bu durum %80’den fazla bir azalmaya karşılık gelmektedir. Fosil yakıtlar—özellikle petrol ve doğal gaz—ulusal enerji karmasında hâlen baskın konumunu korurken, Suriye’nin önemli güneş ve rüzgâr potansiyeline rağmen yenilenebilir enerji kaynaklarının payı sınırlı kalmaktadır. Savaş sonrası toparlanma koşullarında gelecekteki enerji gereksinimlerini değerlendirmek amacıyla, kişi başına enerji tüketimi ve nüfus artışı verilerine dayalı bir enerji talep projeksiyon modeli geliştirilmiştir. Projeksiyon çerçevesi, çatışma döneminde gözlenen bastırılmış enerji tüketimini dikkate alan kalibre edilmiş bir toparlanma eğrisini içermektedir. Analiz sonuçları, ekonomik faaliyetlerin yeniden canlanması, altyapı yatırımlarının artması ve nüfus büyümesinin etkisiyle önümüzdeki on yıllarda ulusal enerji talebinin önemli ölçüde artabileceğini göstermektedir. Bu değerlendirme, Suriye’nin enerji portföyünün çeşitlendirilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yeniden inşa stratejilerine entegre edilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Fosil yakıt arzının istikrara kavuşturulması

ile yenilenebilir enerji kullanımının genişletilmesini birlikte içeren dengeli bir dönüşüm, savaş sonrası Suriye’de uzun vadeli enerji güvenliğinin güçlendirilmesi açısından kritik bir yol olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Enerji güvenliği, çatışma sonrası enerji sistemleri, Suriye enerji sektörü, enerji talep projeksiyonu, yenilenebilir enerji dönüşümü

ABSTRACT

The Syrian energy sector has experienced severe disruption since the outbreak of the armed conflict in 2011, resulting in extensive infrastructure damage, declining fuel production, and prolonged electricity shortages. This study examines the evolution of Syria’s energy system before and after the conflict in order to evaluate its implications for national energy security and to develop potential pathways for post-war recovery. The analysis relies on secondary quantitative data obtained primarily from the International Energy Agency (IEA), covering indicators of domestic energy production, total energy supply, and energy consumption by source from the pre-war period through 2023. The results reveal a sharp contraction in domestic energy production, which declined from approximately 1,158,623 TJ in 2010 to about 206,193 TJ in 2023, representing a reduction of more than 80%. Fossil fuels—particularly oil and natural gas—continue to dominate the national energy mix, while renewable energy sources remain marginal despite Syria’s significant solar and wind potential. To evaluate future energy requirements under post-conflict recovery conditions, a demand projection model based on per-capita energy consumption and population growth was developed. The projection framework incorporates a calibrated recovery trajectory that accounts for the suppressed energy consumption observed during the conflict period. Results suggest that national energy demand could increase substantially over the coming decades as economic activity, infrastructure reconstruction, and population growth gradually restore underlying consumption levels. The findings highlight the necessity of diversifying Syria’s energy portfolio and integrating renewable energy sources into reconstruction strategies. A balanced transition combining fossil-fuel stabilization with expanded renewable deployment is identified as a critical pathway for strengthening long-term energy security in post-war Syria.

Keywords: Energy security, post-conflict energy systems, Syria energy sector, energy demand projection, renewable energy transition

ENGINEERING POROUS YTTRIA-STABILIZED ZIRCONIA FOR PLASMONIC HARSH-ENVIRONMENT SENSORS

Dr. Selim ÜNAL

Kastamonu University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Metallurgical
and Materials Engineering, Kastamonu, Türkiye

ORCID: 0000-0003-1521-3327

ABSTRACT

Gas sensors designed for harsh environments must provide high sensitivity, selectivity, and structural integrity under extreme conditions. These conditions include high temperatures, high humidity, and exposure to chemically reactive gases. Traditional electronic sensors might fail in such conditions owing to material degradation or electrical interference. Surface plasmon resonance (SPR) offers a robust alternative, where an optical transduction mechanism, SPR enables real-time, label-free detection while remaining resistant to electromagnetic noise. In this study, we present a surface plasmon-based gas sensor that utilizes a porous thin-film architecture for high-temperature operation. The sensing layer consists of yttria-stabilized zirconia (YSZ) as an insulator. YSZ was chosen for its exceptional thermal stability and chemical resistance at temperatures reaching 400 °C. To excite the surface plasmon modes, we integrated YSZ films onto a plasmonic gold (Au) layer. The porous nature of YSZ is critical, as it provides a high surface-area-to-volume ratio, which maximizes analyte–surface interactions and facilitates rapid gas diffusion throughout the sensing medium. The resulting device demonstrates significant potential for industrial monitoring and aerospace applications. The combination of the high-temperature resilience of YSZ and the precise optical sensitivity of SPR creates a stable platform for detecting reactive gases in environments that were previously considered too hostile for standard sensor technology. This research provides a pathway for developing next-generation durable, high-performance sensing devices.

Keywords: Surface Plasmon Resonance (SPR), Harsh-Environment Sensing, Porous Materials, Thin Films, Yttria-stabilized zirconia (YSZ)

e-NetCoM: FELAKET ANLATISINDAN VERİ TEMELLİ ÇEVRE İLETİŞİMİNE

e-NetCoM: FROM DISASTER NARRATIVES TO DATA-DRIVEN ENVIRONMENTAL
COMMUNICATION

Prof. Dr. Hakan AYDIN

Erciyes Üniversitesi, İletişim Fakültesi, Gazetecilik Bölümü, Kayseri, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0003-4873-0988

Doç. Dr. Onur ÖNÜR MEN

Erciyes Üniversitesi, İletişim Fakültesi, Radyo, Televizyon ve Sinema Bölümü, Kayseri,
TÜRKİYE

ORCID: 0000-0001-7500-2869

ÖZET

Günümüzde çevresel sorunlar ve iklim değişikliği üzerine yürütülen tartışmalar geniş bir söylem yelpazesinde ilerlemektedir. Bir uçta yaklaşan küresel felaket senaryolarını vurgulayan alarmcı anlatılar yer alırken, diğer uçta bu risklerin abartıldığını savunan eleştirel yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu iki uç arasında oluşan iletişim ortamı, kamuoyunun çevre sorunlarını sağlıklı biçimde anlamasını zorlaştırabilmektedir. Felaket söylemlerinin yoğun biçimde kullanılması, kısa vadede dikkat çekse de uzun vadede umutsuzluk, duyarsızlaşma veya inkâr gibi psikolojik ve toplumsal sonuçlar doğurabilmektedir. Özellikle gençler arasında giderek daha fazla tartışılan “iklim kaygısı” bu iletişim biçiminin önemli yan etkilerinden biri olarak değerlendirilmektedir.

Türkiye Ulusal Ajansı tarafından yürütülen Erasmus+ Programı kapsamında Avrupa Birliği tarafından finanse edilen **Doğanın Enerjileri Bizimle: Genç Liderler Çevresel İletişim ve Medya Ağı** başlıklı proje kapsamında hazırlanan bu bildiri, çevre iletişiminde felaket anlatısının sınırlarını tartışmakta ve daha dengeli bir iletişim modelinin gerekliliğini ele almaktadır. Nitel doküman analizi yöntemine dayanan çalışma, çevresel risklerin varlığını inkâr etmeden, bu risklerin dramatize edilmesinin kamuoyunda yanlış algılar üretebileceğini savunmaktadır. Medya ve kamusal tartışmalar çoğu zaman dramatik olaylara odaklanmakta; bu durum ise uzun dönemli verilerin ve çözüm odaklı yaklaşımların arka planda kalmasına yol açabilmektedir. Bu bağlamda çevre iletişiminde veri temelli, eleştirel ve çözüm odaklı bir yaklaşımın geliştirilmesi önem kazanmaktadır.

Bu çerçevede e-NetCoM, çevre iletişiminde korku merkezli söylemler yerine bilimsel veriye dayalı bir yaklaşımı teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Proje; çevre tartışmalarının sloganlar yerine doğrulanabilir veriler, bilimsel göstergeler ve eleştirel düşünme yöntemleri üzerinden yürütülmesini desteklemektedir. Ayrıca çevre iletişiminin yalnızca akademik çevrelerde değil, geniş toplum kesimlerinde de anlaşılabilir ve erişilebilir biçimde yaygınlaştırılmasını hedeflemektedir. Proje kapsamında farkındalık çalışmaları, eğitim faaliyetleri ve yerel katılım mekanizmaları aracılığıyla çevre sorunlarının daha rasyonel ve çok boyutlu biçimde ele alınması

teşvik edilmektedir. Çalışmada, çevre iletişiminde felaket anlatısına dayalı tek yönlü söylemlerin yerine; bilimsel veri, şeffaflık, eleştirel düşünme ve çözüm odaklı yaklaşımların öne çıkarılması gerektiğini savunan e-NetCoM çıktılarının söz konusu nitelikleri haiz olduğu bulgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Erasmus+, e-NetCoM, Çevresel Sürdürülebilirlik, Çevre İletişimi, Gençler

ABSTRACT

Today, discussions on environmental problems and climate change proceed within a wide spectrum of discourse. At one end, there are alarmist narratives emphasizing approaching global disaster scenarios, while at the other end there are critical approaches arguing that these risks are exaggerated. The communication environment formed between these two extremes may make it difficult for the public to understand environmental problems in a healthy manner. Although the intensive use of disaster narratives may attract attention in the short term, in the long term it can produce psychological and social consequences such as hopelessness, desensitization, or denial. "Climate anxiety," which has increasingly been discussed especially among young people, is considered one of the important side effects of this form of communication.

This paper, prepared within the scope of the project titled **Nature's Energies are with Us: Young Leaders Environmental Communication and Media Network**, financed by the European Union under the Erasmus+ Programme carried out by the Turkish National Agency, discusses the limits of disaster narratives in environmental communication and addresses the necessity of a more balanced communication model. Based on the qualitative document analysis method, the study argues that without denying the existence of environmental risks, dramatizing these risks may produce misperceptions among the public. Media and public debates often focus on dramatic events; this situation may lead long-term data and solution-oriented approaches to remain in the background. In this context, developing a data-based, critical, and solution-oriented approach in environmental communication becomes important.

Within this framework, e-NetCoM aims to encourage a science-based approach in environmental communication instead of fear-centered discourses. The project supports conducting environmental debates through verifiable data, scientific indicators, and critical thinking methods rather than slogans. It also aims to disseminate environmental communication in an understandable and accessible manner not only within academic circles but also among broader segments of society. Within the scope of the project, awareness activities, educational programs, and local participation mechanisms encourage environmental issues to be addressed in a more rational and multidimensional way. The study finds that the outputs of e-NetCoM possess these qualities, advocating that instead of one-sided discourses based on disaster narratives in environmental communication, scientific data, transparency, critical thinking, and solution-oriented approaches should be emphasized.

Keywords: Erasmus+, e-NetCoM, Environmental Sustainability, Environmental Communication, Youth

PEROVSKITE SOLAR CELL MATERIALS FOR HIGH-EFFICIENCY RENEWABLE ENERGY CONVERSION

J Prathesha, Preethi L, Raga Surya Harshini D, Rakshita D, Dr. M. Meena

R.M.K. Engineering College, Thiruvallur District, Tamil Nadu, India

ABSTRACT

The increasing need for sustainable energy solutions has accelerated research into advanced photovoltaic materials with high efficiency and low fabrication cost. This work focuses on the synthesis and performance evaluation of perovskite-based materials for next-generation solar cells. Perovskite materials exhibit excellent light absorption, tuneable band gaps, and high charge carrier mobility, making them promising candidates for efficient solar energy conversion. The proposed study involves preparation of perovskite thin films using solution-based techniques followed by structural, optical, and electrical characterization. Device fabrication and photovoltaic performance evaluation will be carried out to determine power conversion efficiency, stability, and environmental durability. Challenges such as moisture sensitivity and material degradation will also be addressed through material modification strategies. The expected outcome is the development of improved perovskite solar cell materials with enhanced efficiency and stability, contributing to affordable renewable energy technologies and supporting global sustainability goals.

Keywords: Perovskite Solar Cells, Photovoltaic Materials, Renewable Energy, Thin Films, Energy Conversion

ON THE SUCCESS AND FEASIBILITY OF “EL PAHUMA” – THE FIRST ORCHID NATURE RESERVE IN ECUADOR AS A WAY TO PROTECT THE OVERHELMING ECUADORIAN ORCHID BIODIVERSITY

Andrey POPATANASOV

¹Institute of Neurobiology, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

ORCID ID: 0000-0002-1139-4960

ABSTRACT

Although Ecuador is a quite small country in South America that takes less than 1.5% of the total area of the continent, it is profoundly blessed with orchid species and diversity. So far in Ecuador are found and reported over 4400 species of orchids, which places it at the second place of the richest in orchid biodiversity countries in the world. Only the north neighbor Colombia has slightly more orchid species – over 4500, but has 4.4 times larger territory. Therefore, Ecuador is considered by many authors as “the orchid capital of the world”. However, despite this praise and title Ecuador has one of the highest rates of deforestation destruction of habitats in South America. Such powerful anthropogenic pressure and influence can be very detrimental and catastrophic for the unique and vulnerable orchid species and populations many of which are epiphytes dwelling only on the trees.

Ecuador being small country with unstable economy and growing human population struggles to provide good life standard to its citizens. Such situation affects the ability and willingness of the national and local authorities and institutions to diverge resources for the protection of the orchid biodiversity.

Among the possible approaches and solutions to such problems was the conception of the private nature reserves and its first real life implementation for the protection of the orchid biodiversity. Through such approach was established the first private Orchid Nature Reserve in Ecuador - “El Pahuma”. Where are protected over 300 orchid species.

In this work are explored and analyzed the success of the “El Pahuma” Orchid Nature Reserve and is evaluated the feasibility and applicability of such approaches for the protection of orchid biodiversity in other parts of the country.

Key words: El Pahuma, Ecuador, South America, Orchids, Orchid biodiversity, Orchidaceae, Bioconservation,.

PROCESS TYPES AND PARTICIPANT ROLES IN AMMA DARKO'S *FACELESS* AND SEFI ATTA'S *EVERYTHING GOOD WILL COME*: A COMPARATIVE FUNCTIONAL STRUCTURALIST PERSPECTIVE

Franck AMOUSSOU

Université André Salifou (UAS) de Zinder, République du Niger,

<https://orcid.org/0000-0003-2298-9529>, Laboratoire Lettres, Education et Communication (LaboLEC).

ABSTRACT

Drawing on Halliday's linguistic- stylistics (Halliday, 1964; Halliday, 2002) and more specifically on the functional structural approach, also called systemic functional linguistics (Halliday & Matthiessen, 2004; Eggins, 1994/2004, Bloor & Bloor, 2004); Koussouhon, 2013), the current paper scrutinizes the grammar of experiential meaning, one of the three metafunctions which contribute to the functions of the clause. It aims precisely to describe the differences between the process types and the associated differences in functional participant roles in the Ghanaian Amma Darko's and the Nigerian Sefi Atta's prose fictions *Faceless* (2003) and *Everything Good Will Come* (2006). In that perspective, a comparative transitivity analysis of the clauses which encode the two selected extracts under investigation, has been carried out to reveal how the context can greatly influence the process types identification and the interpretation of the literary discourse (Amoussou, 2014b).

Key words: context, experiential meaning, functional structuralism, process, transitivity.

RESUME

Se fondant sur la linguistique stylistique de Halliday (Halliday, 1964; Halliday, 2002), et plus précisément sur l'approche fonctionnelle structurelle, encore appelée linguistique systémique fonctionnelle (Halliday & Matthiessen, 2004; Eggins, 1994/2004, Bloor & Bloor, 2004); Koussouhon, 2013), la présente étude examine la grammaire du sens expérientiel, l'une des trois méta-fonctions qui contribuent aux fonctions de la phrase. Elle vise essentiellement à décrire les différences entre les types de procès et les différences afférentes des rôles fonctionnels des participants dans les œuvres de fiction *Faceless* (2003) de la Ghanéenne Amma Darko et *Everything Good Will Come* (2006) de la Nigérienne Sefi Atta. Dans cette perspective, une analyse comparative de la transitivité des phrases que comportent les deux extraits à analyser, est réalisée et a révélé comment le contexte peut, de façon notoire, influencer l'identification des types de procès et l'interprétation du discours littéraire (Amoussou, 2014b).

Mots-clés : contexte, sens expérientiel, structuralisme fonctionnel, procès, transitivité.

1. Introduction

The current paper takes its direction from ‘linguistic stylistics’ which has applied techniques and concepts of modern linguistics to the study of literature and thus explores the relationship between linguistic structures and socially constructed meaning in a literary text. Drawing on Halliday’s transitivity framework, it attempts to reveal, through a comparative analysis, how process types which are part of the ideational function, realize the meanings conveyed in the novels under investigation. It also contends that the identification of process types and the interpretation of the literary discourse can deeply be influenced by context (Amoussou, 2014b).

2. THEORETICAL PREREQUISITES

2.1 Linguistic stylistics & Functional structuralism

Citing Leech and Short (2007) in his paper on persuasive style and its realization through transitivity analysis, Darani (2014) writes that *examining the language of a literary text can lead to a fuller understanding of the text and thus **appreciation of the writer’s artistic achievement*** (p.179) (Our italics and our boldings). It follows from the foregoing that to approach a literary text, one has to look into the style of the writer. Style in this case is regarded as the set of features peculiar to, or characteristic of an author: his or her language habits or idiolect (Wales, 1989: 435, cited in Jaafar, 2014: 239). In order to develop a full scientific understanding of the style as evidenced in the text or discourse in general, it is necessary to refer to stylistics viewed as “the science of literary style” (Jaafar, Ibid), or “the study of literary discourse from a linguistic orientation (Widdowson, 1975: 4). Indeed, although literature has traditionally been the province of literary critics and the academic discipline of literary study (Bloor & Bloor, 2004: 226), some scholars call for the cooperation between linguistics and literary criticism, in the light of the mutual benefit between them. In that respect, Halliday (1964; 2002:5) argues that “it is part of the task of linguistics to describe texts; and all texts, including those prose and verse, which fall within any definition of ‘literature’ are accessible to analysis by existing methods of linguistics”. Such linguistic study of literary texts known as *linguistic stylistics*, is defined as “the description of literary texts, by methods derived from general linguistic theory, using the categories of the description of the language as a whole; and the comparison of each text with others, by the same and by different authors, in the same and in different genres” (Halliday, 2002: 6).

Among the linguistic approaches developed for linguistic analyses of literary texts, lies structuralism which is concerned with the study of structure, the codes and processes involved in the production of meaning. Structuralists claim that there must be a structure in every text, which explains why it is easier for experienced readers to interpret a text. They are more concerned with how language is composed. In that perspective, Culler, in his foreword to Ginette (1980, cited in Amoussou, 2011: 50) stresses that “the structuralist study of literature... sought not to interpret literature but to investigate its structures and devices...” (p.8). From the foregoing claim, Koussouhon (2013: 95) rightly infers that the structuralist approach, à priori, was not concerned with meanings and interpretation as such, but rather with an analysis of the structures and devices of narrative. Consequently, it is important, for a more comprehensive understanding of language, to include language function (i.e. what language is used for) to language structure. In that regard, Halliday (2002) elucidates: “by a functional theory of language, I mean one which attempts to explain linguistic structure, and linguistic phenomena, by reference to the notion that language plays a certain part in our lives, that it is required to serve certain universal types of demand (p.89). This entails that the purely structure-oriented or structuralist descriptivist approach to language should be replaced by a functional structuralist one *to show how and why a text means what it does* (Cummings and Simmons, 1983: x; cited in Amoussou, Ibid). That ‘*functional structuralist approach*’ is later known under the name of ‘*Systemic Functional Linguistics*’ in the Hallidayan framework (Halliday & Matthiessen, 2004; Eggins, 1994/2004; Bloor & Bloor, 2004; Fontaine, 2013).

2.2 Systemic Functional Linguistics (SFL)

Systemic Functional Linguistics (SFL) is a potent framework for describing and modeling language as a resource for making meaning and choice. It is identified with the linguists of London School, especially Halliday, whose immediate goal in stylistic analysis is, as noted above, to show why and how the text means what it does. This framework approaches language beyond its formal structures and gives a paramount importance to the context of culture and the context of situation in language use (Halliday & Mathiessen, 2004; Eggins, 1994/2004; Bloor & Bloor, 2004). To show how the text means what it does, figure 1 illustrates that meaning is determined by (1) context of culture, (2) context of situation, and (3) metafunctions.

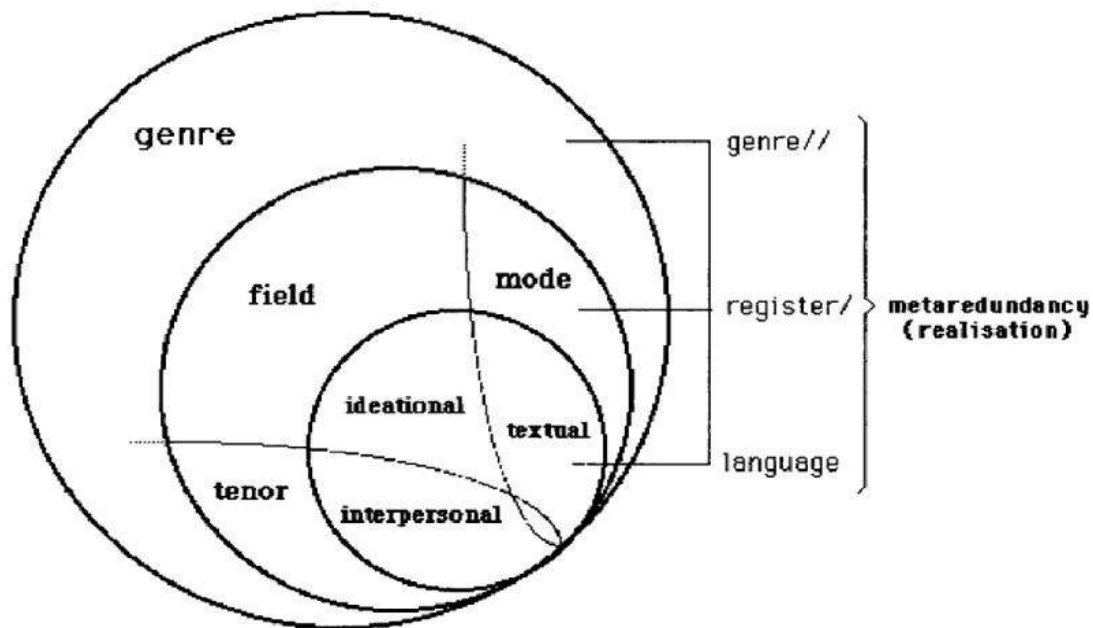


Figure 1. Metafunctions in relation to register and genre

Genre or context of culture is viewed by Martin (1992; cited in Martin, 2002: 56) as a staged, goal-oriented social process. It is the general context that gives meaning to culturally recognized activity. Eggins (1994: 32) assumes that the context of culture “can be thought of as the general framework that gives purpose to interactions of particular types, adaptable to the many specific context of situation that they get used in”.

As for register or context of situation, it is, in Hasan’s words, “what meanings in text are supposed to instantiate” (Hasan, 2009: 177). In simpler terms, the context of situation is “the immediate environment in which a text is actually functioning” (Halliday & Hasan, 1985/1989: 46). According to Halliday (1994; cited in Cunanan (2011), context of situation can be realized by (a) mode, which is the organization of the message (Darani, 2014: 181); (b) field, which is concerned with systems of activity, including descriptions of the participants, process and circumstances these activities involve (Martin, 2009: 159), and (c) tenor, which has to do with social relations as these are enacted through the dimensions of power and solidarity (Martin, 2002: 56).

Within the systemic functional model, language has three types of meanings known as metafunctions (i.e. “semantic functions” in Eggins; 1994: 227’s terms). The three metafunctions reflected in a huge system network of meaning potentials are (a) textual, which provides links between language and the features of the situation in which it is used (Cunanan, Ibid: 72); (b) ideational, serves for the expression of ‘content’ or the speaker’s experience of the real world, including the inner world of his own consciousness’ (Darani,

Ibid), and (c) interpersonal, plays the role of setting up and maintaining social relations, and indicates the roles of the participants in communication (Halliday, 2002; cited in Feng & Liu, 2010: 825).

Halliday & Hasan (1985/1989) state that there is a correlation between the categories of the situation and those of the semantic system. Thus, the field is reflected in the experiential metafunction, the tenor in the interpersonal metafunction, and mode in the textual metafunction. Also is there a relationship between the situational and linguistic categories, such that, field determines the transitivity patterns, tenor determines the mood patterns, and mode determines the textual patterns.

2.3 Transitivity, Process types and Participants

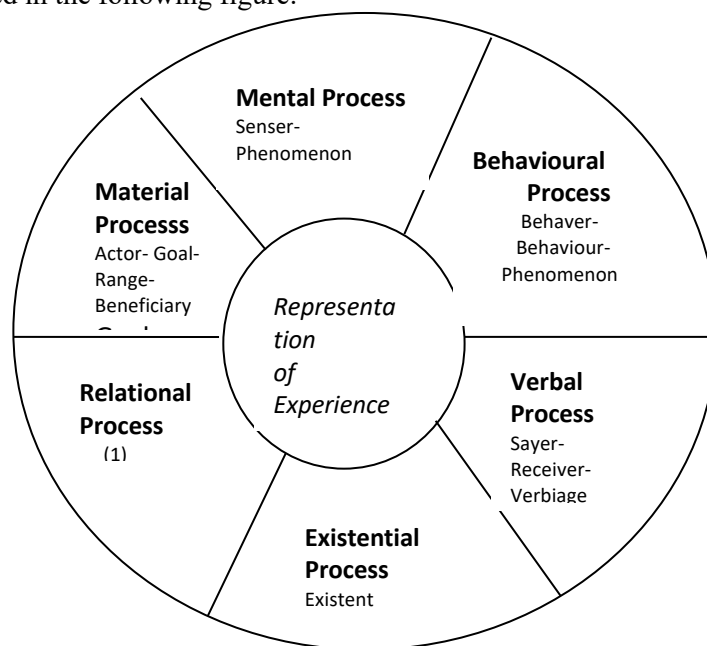
As stated above, the experiential strand of meaning is realized through the Transitivity patterns of the grammar. In fact, the description of the experiential meaning involves one major system, that of transitivity (process type), with the choice of process implicating associated participant roles and configurations (Egins, 1994/2004). Halliday and Hasan (1985/1989:36) argue that transitivity patterns of the clause are concerned with “Who does what to whom/what, where, when, how and why” (p.36). As for Simpson (1993:82), transitivity shows how speakers encode in language their mental picture of reality and how they account for their experience of the world around them.

Transitivity analysis, as it has been proven, provides means for discovering how certain linguistic structures of a text encode the particular worldview or ideological stance of a writer/speaker. In that perspective, Fowler (1986) writes:

Linguistic codes do not reflect reality neutrally; they interpret, organize, and classify the subjects of discourse. They embody theories of how the world is arranged: world-views or ideologies (p.27)

Considering how to carry out a transitivity analysis, Egins (2004) contends that in analyzing transitivity structure in a clause, we are concerned with describing three aspects of the clause: (i) the selection of a process; (ii) the selection of participants, (iii) the selection of circumstances (Egins, 2004: 214). It follows from this that carrying out a transitivity analysis amounts to determining the process type, participants and circumstances. Patpong (2009: 212) claims in that sense that the transitivity system embodies two parts: nuclear transitivity (i.e., the transitivity of processes and participants) and circumstantial transitivity (i.e., the transitivity of circumstances). The current paper, as can be guessed from its heading, will focus on the first type, i.e. the nuclear transitivity. In that respect, systemic scholars classify processes into six categories,

viz. material, Mental, behavioural, Verbal, Existential, and Relational. Note that the term process is to be understood as all phenomena or anything that is expressed by a verb. As for participants, they are functionally labeled according to process types (Egins, 1994/2004). Actually, Hasan (1985: 37) classifies participants into two main categories which she terms (a) ER-ROLE which refers to Actor, Senser, Behaver, Sayer, Carrier, Token, Possessor, Agent; and (b) ED-ROLE which includes Goal, Range, Phenomenon, Attribute, Possessed, etc. Those two labelings are respectively known as Major participants and Minor participants in Cunanan (2011)'s terminology. The process types and their related participants are summarized in the following figure:



(1) **Attributive Process:** Carrier- Attribute; **Identifying Process/ Circumstantial Process:** Token-Value; **Possessive Process:** Possessor- Possessed; **Causative Process:** Agent- Token-Value-Carrier-Attribute-

Figure 2: Process types and Participants (based on Fontaine, 2013: 77; Egins, 1994/2004; Halliday & Matthiessen, 2004)

3. PRACTICAL COMPARATIVE TRANSITIVITY ANALYSIS AND DISCUSSION OF THE FINDINGS

To begin with, it is worth signaling that for reason of convenience, we label the extract from *Faceless* T1 and the one drawn from *Everything Good Will Come* T2. Also does the notation C₁, stand for clause 1. And given that the first task of the transitivity analyst is to identify the different process types (Koussouhon, 2009: 130), that participants are the only obligatory components inherent in the process (Halliday and

Matthiessen, 2004: 175), the current analysis will broach those two clausal functional constituents, before looking into each process type with its corresponding participants in details.

3.1 Synopsis process and participant analysis in the extracts

From a segmentation of the clauses as recommended by systemicists (Fontaine, 2013; Eggins, 1994/2004, etc.), and drawing on the analytical approach adopted by Koussouhon, Koutchade & Amoussou (2016), we identified the process types and the participants in the extracts, counted them and tabularized the findings as can be noticed in the table which follows:

Table1. Processes and participants distribution in the extracts

<i>Category of Process</i>	<i>Frequency</i>				<i>Major participants</i>		<i>Minor participants</i>	
	T1		T2		T1	T2	T1	T2
	#	%	#	%				
Material	116	45.13%	83	36.72%	71	54	42	57
Mental	29	11.28%	27	11.94%	25	23	15	21
Behavioural	28	10.89%	24	10.61%	17	19	8	10
Verbal	33	12.84%	51	22.56%	16	46	22	31
Existential	0	0%	1	0.44%	0	1	0	0
Relational	53	20.62%	40	17.69%	50	38	42	31
TOTAL	257	100%	226	100%	179	181	129	150

Table1 above displays the processes and participants distribution in the two extracts. Whereas all the six processes are identified in T2, T1 doesn't contain any existential process at all. In both texts, material processes are predominant ($116/257=45.13\%$ in T1, against $83/226=36.72\%$ in T2). They are followed in T1 by relation processes which rank second with a rate of 20.62%. Then come respectively verbal processes (12.84%), mental processes (11.28%) and behavioural processes (10.89%). In T2 by contrast, the order of occurrence in terms of proportion is verbal processes (22.56%), relational processes (17.69%), mental processes (11.94%), behavioural processes (10.61%), and existential process (0.44%).

As for participants, we notice in all 179 and 181 major participants respectively in T1 and T2, while minor participants are 129 and 150 correspondingly. The high number of major participants over minor ones in most cases denotes that the authors often make use of the processes and their associated major participants alone; meaning that minor participants are not sometimes necessary or useful to convey meanings. In the next subsection, the study of each process type and its participants will be most revealing.

3.2 Descriptive transitivity analysis of the process types and their actual Participants

“In stylistics we have **both** to count things **and** to look at them one by one” (Halliday, 2002: 106) (author’s emphasis). After giving a general picture or a broad view of how the transitivity properties operate in the texts under investigation, it is expedient, in order to meet the objectives assigned to the current research project, to look at such patterns separately. However, for reason of pertinence related to the comparative aspect of the study, the analysis of the transitivity patterns will be conducted likewise in both texts since “it is impossible to compare one text with another unless both have been described in the same way (Halliday, 1970: 68). In addition, due to its neglectful or nil proportion in both texts, existential process will be left unanalyzed.

3.2.1 Material process

Table 2. Participants distribution in material processes

Text	Total Process	Actor	Goal	Range	Beneficiary	Total Participants
T1	116	71	32	3	7	113
T2	83	54	46	9	2	111

As shown in table2 above, of the 116 material processes in T1, there are 71 major participants (Actors), 32 Goal, 3 Range, and 7 Beneficiary, all of which are considered minor participants. Likewise, we notice that the 83 material processes in T2 are made of 54 Actor, 46 Goal, 9 Range, and 2 Beneficiary.

The majority of actions undertaken in T1 are carried out by participants such as MaaTsuru, Fofo, Poison, Baby-T, or Maami Broni, who play any of the four roles assigned to processes of such category. This can be seen in the following examples:

E_{Ma1}: Maa Tsuru (A) **raised (MaP)** and **pegged (MaP)** one corner of the curtain (G) onto the line. (c₃)

E_{Ma2}: After all that (G) he (A) **did (MaP)** to Baby T (B)? (c₂₀)

E_{Ma3}: Her mother (A) **was still not making (MaP)** complete sense (R)

E_{Ma4}: She (A) **came (MaP)** to me last week? (c₈₁)

In E_{Ma1} ‘Maa Tsuru’ is the performer (A) of the described actions (raised, pegged), while ‘one corner of the curtain’ is the one the actions are directed to (G). In E_{Ma2}, Poison (anaphorically referred to as ‘he’) is the doer of the action (did); ‘Baby-T’ is the one that benefits from the process, i.e., the Beneficiary; and ‘all that’ is the participant that is affected by the process, viz. the Goal. E_{Ma3} et E_{Ma4} present respectively Maa Tsuru and Maami Broni (both represented by ‘she’) as the active participants who perform the actions (Actors), with ‘complete sense’ acting as Range in the penultimate example.

On the other hand, the participants around which the actions narrated in T2 are centered are Enitan, Sheri, Mike, Peter Mukoro, the regime (military government), the citizen (the people), my father. The examples below display some of their occurrences in the text:

E_{Ma5}: We (A) no longer **had to succumb (MaP)** to black market rates (G). (c_{63ii})

E_{Ma6}: My father (A) **handed (MaP)** the check (G) to her (B). (c₁₈₁)

E_{Ma7}: They (A) **were making (MaP)** plans (R) (c_{61i})

‘We’ (standing for the people or Nigerians) is playing the Actor role in E_{Ma5}, ‘black market rates’ is the Goal of the action ‘had to succumb to’. In E_{Ma6} ‘my father’ (standing for Enitan’s father) is the major participant who gave (‘handed’) ‘Sheri’ (anaphorically referred to as ‘she’-the Beneficiary) ‘the ‘check (acting here as Goal). The last example of the list (E_{Ma7}) puts on display ‘they’ (which stands for the military government) as the Actor engaged in making ‘plans’, which serves as Range for the verb.

To sum up, Actor roles are mostly played in both texts by animate participants, while minor roles (Goal, Range, Beneficiary) are carried out by both human beings and inanimate participants. Moreover, nearly all the actions undertaken in the texts are actually effective exerted movements.

3.2.2 Mental process

Table 2. Participants distribution in mental processes

Text	Total Process	Senser	Phenomenon	Total Participants
T1	29	25	15	40
T2	27	23	21	45

Mental processes disclose of the 29 process types in T1, 25 Senser and 15 Phenomenon, while 23 Senser and 21 Phenomenon are counted among the 27 processes identified in T2. A scrutiny of the processes used in T1 helps realize that they are made of verbs of cognition (*think, know, knew, felt, did...remind*, etc.), of perception (*don't see, heard, can find*) and of one verb of affection (*wanted*) as can be noticed in the examples below:

E_{Men1}: I (S) **don't know (MeP)**. (C₉₂)

E_{Men2}: What (Ph) she (S) **wanted (MeP)** to do... (C_{68i})

E_{Men3}: when he (S) **heard (MeP)** of Maami Broni's visit to me (Ph) (C_{142i})

C₉₂ reveals through E_{Men1} the personal pronoun ‘I’ (referring to Fofo) as Senser or major participant realizing the cognitive action of not knowing (don't know). In E_{Men2} ‘what’ is that which is ‘wanted’ by the same person (Fofo still referred to as she-Senser). That lexical item (‘what’) plays in this case the role of minor

participant called Phenomenon. The verb ‘heard’ encodes in E_{Men3} the meaning of perception by Poison (represented by ‘he’) who acts as Senser, and ‘Maami Broni’s visit to me’ which is Phenomenon.

Similarly, it is noticed in T2 that all the three sub-categories of mental processes identified by systemic scholars, say cognition, affection, perception, are used by the writer and are unveiled through verbs such as ‘*expected, realized, envisioned, thought, thinks*’, ‘*loved, to like*’, ‘*saw, heard, found, will find*’, etc. Here are some illustrative instances

E_{Men4} : but soon I (S) **realized (MeP)** that they shared nothing in common (Ph) (C_{56ii})

E_{Men5} : He (S) **loved (MeP)** his voice (Ph) (C_{29}).

E_{Men6} : I (S) **saw (MeP)** her (Ph) to the door (C_{185})

The cognitive action ‘realized’ used in E_{Men4} is performed by the Senser ‘I’ which designates the narrator Enitan. The minor participant or Phenomenon, i.e. what is realized, is a whole clause (the constituents of which are normally attributed specific labels in the transitivity analysis). E_{Men5} on the other hand, displays an inanimate participant as Phenomenon (‘his voice’), corresponding to the voice of the Senser ‘he’ (meaning Peter Mukoro) who did the affective action expressed therein (‘loved’). The last example contains the perception verb ‘saw’ which the Senser ‘I’ (referring to Enitan) used to state that it is Sheri (anaphorically referred to as ‘her’) who is seen.

All in all, whether in T1 or T2, all the major participants in mental process are conscious human beings as propounded by systemicists (Eggins, 1994/2004; Bloor & Bloor, 2004; etc.) Alternatively put, the Sensors are “always endorsed with consciousness” (Halliday & Matthiessen, 2004: 212), and can in this sense be called “sentient being[s]” as termed by Bloor & Bloor (2004, p.118). Meanwhile minor participants are either animate or inanimate. The processes are, on their part, encoded in “minding, sensing and feeling verbs” as suggested by Hasan (1985: 36).

3.2.3 Behavioural process

Table 3. Participants distribution in behavioural processes

Text	Total Process	Behaver	Phenomenon	Total Participants
T1	28	17	8	25
T2	24	19	10	29

As can be seen in the table above, of the 28 behavioural processes in T1, there are no less than 17 Behaver and 8 Phenomenon, whereas 19 Behaviour and 10 Phenomenon are counted among the 24 behavioural processes of T2. A great range of verbs (*wincing, looked, to weep, coughed, frowned, sat, laid, nodded,*

yelled, cried, etc.) serve to realize behavioural process in T1. Some of them and their associated participants are exemplified in the clauses below:

E_{Be1}: Fofò (Be) **frowned (BeP)**. (C₁₂₁)

E_{Be2}: Maa Tsuru (Be) **choked on saliva (Ph)**. (C_{106i})

E_{Be3}: **Look at (BeP)** them (Ph). (C₁₉₆)

The major and only one participant in the first example is ‘Fofò’ who expressed through the verb ‘frowned’ her displeasure at her mother, Maa Tsuru’s news that Maami Broni came because she was upset. In E_{Be2} by contrast, there are two participants. Maa Tsuru (the Behaver) got rid of (‘choked on’) the saliva (Phenomenon) she kept in her mouth and finally “coughed [it] violently” in the next clause. Like E_{Be1}, E_{Be3} is visibly and à priori made of only one participant (‘them’); but here the participant is assigned an ED-role (that of Phenomenon). As a matter of fact, this is a situation of an imperative sentence (expressing the speech function of command) where the shared behavior- ‘you’ standing for Maa Tsuru– is asked to ‘look at’ the children, designated by the personal pronoun ‘them’.

As is the case in T1, T2 is composed of a variety of verbs encoding behavioural process. Some of them are *edged, sat, stood up, smell, nodded, laughed, could snatch, look at, looked, peered, whispered, raised*. Here are two instances underlining them:

E_{Be4}: I (Be) **edged (BeP)** toward Mike. (C₂₅)

E_{Be5}: She (Be) **raised (BeP)** her hand (Ph). (C₁₉₂)

In E_{Be4} the narrator Enitan (acting here as Behaviour) made a gesture (‘edged’) to avoid the smoke of the cigarette of Peter Mukoro. The verb ‘raised’ is used in E_{Be5} to indicate the gesture Sheri (referred to as ‘she’) made with ‘her hand’ (playing the minor role) to express her disapproval at Enitan’s calling the artist *Aburo*’s name.

From the foregoing discussion, we clearly observe that the actions performed through the behavioural processes of/in both texts are experienced by conscious beings. Besides, a careful examination of such actions helps discover the close relationship of such actions with both material and mental processes. It follows then to infer that the findings validate the claims by functional systemic scholars that behavioural processes are “half-way-house” between mental and material processes on the one hand, and processes of physiological and psychological behaviour on the other (Eggins, 2004: 233)

3.2.4 Verbal process

Table 4. Participants distribution in verbal processes

Text	Total Process	Sayer	Receiver	Verbiage	Total Participants
T1	33	16	13	9	38
T2	51	46	14	17	77

The statistical distribution of verbal process reveals that no fewer than 16 Sayer, 13 Receiver and 9 Verbiage appear from the 33 processes identified in T1, while such figures are respectively 46, 14, and 17 when we refer to the 51 processes of T2. The great number of verbal process or *verbalization* (Simpson, 1993: 84) in T1 as shown by its position (3rd out of the 6 processes) is made possible by such verbs as *attempted, to say, asked, did not speak, talk, said, didn't respond, tell, to address, to inform, etc.* Below are some occurrences drawn from the text for illustration:

E_{ve1}: “Where is he, mother?” she (Sy) **asked (VeP)** Maa Tsuru (Rv) (C₁₂)

E_{ve2}: He (Sy) **told (VeP)** me (Rv) he would find you (Vb) (C_{166i})

As E_{ve1} shows, ‘she’ (representing Fofu) is the performer/Sayer of the action expressed by the verb ‘asked’, directed to Maa Tsuru (functioning as Receiver). In fact, what is addressed to Fofu’s mother is retrievable in the previous clause: Fofu wanted to know where he (Poison) is. In E_{ve2}, Maa Tsuru is simply reporting what ‘he’ (the Sayer) ‘told’ her (corresponding to ‘me’-Receiver, in the direct speech). The whole clause “he would find you” represents the thing Poison said, and functions thus as the Verbiage. These two examples correspond to what Halliday calls **projection** and are given the labels **quoting** in the case of E_{ve1} and **reporting** as far as E_{ve2} is concerned (Halliday & Matthiessen, 2004: 253; Eggins, 1994: 247).

When we turn to examine T2, we also discover that the lexical verbs encoding verbalization in that extract are, like is the case with T1, of various types. Some of them include *claimed, said, was saying, have to say, continued to speak, can call, tell, delivered, can't be talking, etc.* Two examples are given below:

E_{ve3}: “Yes” (Vb), she (Sy) **said (VeP)** (C₅₁)

E_{ve4}: I (Sy) **delivered (VeP)** the message (Vb) to her (Rv) word for word (C₈₅)

E_{ve3} contains just one participant -playing the ER-role-: ‘she’ (meaning Sheri) who replied to Enitan’s prior question, by simply saying ‘yes’, considered as the Verbiage of the clause. In E_{ve4} I (i.e. Enitan) is the major participant who ‘delivered’ to ‘her’ (Sheri) Peter Mukoro’s message that they “need more rice and beer” (C₈₁₋₈₂).

As disclosed in the examples above, verbal processes can contain at most three participants: the person who produces the utterance (Sayer), the representation of the words actually spoken (Verbiage) and the person to whom the verbalization is addressed (Receiver). Viewed as processes of saying (Simpson, 1993: 83; Halliday & Matthiessen, 2004: 252), and based on their lexico-grammatical function in the two novels, verbal processes can be thought of by the present researchers to *contribute to the creation and maintenance of dialogic passages* in the literary artifacts at stake.

3.2.5 Relational process

Unlike the processes studied so far, this category is not concerned with actions or events of any kind, but has to do with “the process of being in the world of abstract relations” (Thompson, 2004; cited in Kondowe, 2014: 176). In the texts at hand, we identify the two main types of relational processes, say, attributive and identifying (Fontaine, 2013: 76) and other common sub-types of relations, viz. possessive, causative and circumstantial (Eggin, 1994/2004) as can be captured in the forthcoming table:

Table 5. Participants distribution in relational processes

Text	Total Process	Attributive	Identifying	Causative	Possessive	Circumstantial	Total Particip
T1	53	30	33	9	13	2	87
T2	40	42	20	4	2	2	70

Table 5 above exudes in T1 30 Attributive participants, 33 Identifying participants, 9 Causative, 13 Possessive and just 2 Circumstance out of the 53 being processes. In T2 on the other hand, these figures correspond in that order to 42, 20, 4, 2 and 2 out of the 40 relational processes. Because of their tiny number in the two extracts, circumstantial processes, like existential ones, will not undergo any analysis. Some instances of relational clauses picked from the texts are typified in table 6 below:

Table 6: Examples of relational processes in the extracts

Text	Attributive	Identifying	Causative	Possessive
T1	E _{1ReA} : I (Cr) am (ReP-At) poor (At) (C _{207ii})	E _{1Rel} : It (T) 's (ReP-Id) Baby T(V). (C ₇₄)	E _{1ReC} : It (Ag) doesn't make (ReP-Ca) me (T) less your mother (V) (C _{204iii})	E _{1ReP} : But the little (Pd) I (Pr) have (Re-Po) on me, too. (C _{186i})

T2	E _{2ReA} : Our people (Cr) are (ReP-At) undisciplined (At) (C ₈)	E _{2ReI} : I (T) 'm (ReP-Id) an African man (V) (C ₈₄)	E _{2ReC} : Let (ReP-Ca) me (Sy) introduce (VeP) you to Sheri (Rv) (C ₂₇)	E _{2ReP} : His family (Pr) didn't have (ReP-Po) enough class (Pd) .(C _{158ii})
-----------	--	--	--	--

It comes out from the preceding table, when we consider attributive clauses, that an attribute/quality/descriptive epithet ('poor' and 'undisciplined') is ascribed to the participants 'I' and 'our people' (Carriers) in E_{1ReA} and E_{2ReA}. Identifying clauses in E_{1ReI} and E_{2ReI}, by contrast, construe experiences from which 'Baby T' and 'an African man' serve to define the identities of the personal pronouns 'it' and 'I' functioning as Token (or Identifier in Halliday & Matthiessen's terminology). As far as causative processes are concerned, they are introduced by the verbs *make* and *let* in E_{1ReC} and E_{2ReC}. In the first case, the Agent ('it') causes the Token ('me', referring to Maa Tsuru) to have an identity ('less your mother'), while in E_{2ReC}, the unspecified, but assumed agent -you- causes the Sayer ('me', standing for Enitan) 'introduce' Peter Mukoro to 'Sheri'. Finally, possessive clauses encode through the verb *have* ('have', 'didn't have') meaning of ownership/possession between 'I' and 'his family' the object possessed of which are respectively 'the little' and 'enough class'.

4. AUTHORIAL IDEOLOGY IN THE EXTRACTS

The transitivity analysis of a fictional text explores how authorial ideology is encoded therein (Koussouhon & Dossoumou, 2015). In other words, the authorial ideology frames an authentic product of social interaction or a fictional or narrative text. Based on this assumption, we cogently believe that the current study will be incomplete if, after the analysis carried out so far, we don't undertake to discover Amma Darko's and Sefi Atta's world-views in the studied texts so as to decode the meanings conveyed in their respective fictions.

As a matter of fact, when we look at the preponderant number of material processes in the extracts (45.13% in T1, and 36.72% in T2), we infer that the two female writers draw on such category of process to encode concrete, real and tangible actions directed to motions or movements. In fact, while the Ghanaian novelist uses those processes to depict the loathsome deeds of such participants as Maa Tsuru, Maami Broni, and Poison to "ruin" Fofu's life (as she is transformed into a thief, a prostitute girl and finally beaten to death), the Nigerian writer describes, through Sheri, Enitan, Peter Mukoro, Mike Obi, the plans the military

government is making “to devalue our currency” (p.xx), Mike’s love to Enitan, and the narrator’s father’s advice to his daughter.

The analysis reveals that both authors make use of relational processes (20.62% in T1, and 17.69% in T2) “to characterize and to identify” (Halliday and Matthiessen, 2004: 210) the actions depicted. Actually, relational clauses serve to set up: (i) a relationship of being between the obnoxious act Maa Tsuru involves her daughter in in T1, (ii) what the latter becomes (‘both a child and an adult’-C_{67i}), (iii) the justification Maa Tsuru gives Fofu to account for her deed (her hands are tied-C₁₉₁, she’s poor-C₁₁₉), (iv) Maa Tsuru’s unchanged status (it doesn’t make her less Fofu’s mother-C_{207iii}, Baby T’s mother-C₁₅₄) and (v) Maami Broni’s and Poison’s feelings (she is afraid-C_{120ii}, he gets upset-C₁₅₅, C_{142i}). In T2 on the other hand, relational clauses contribute to giving an attribute or an identity to (a) the ruling of the military regime and its people (the worst form of indiscipline-C₅, undisciplined-C₈, a man’s man-C₁₁, not a child-C₁₂₆), (b) the interlocutors’ feelings (glad-C_{102i}, it’s been a pleasure-C₁₈₄, old-fashioned-C_{177iii}), etc. In fact, while Darko resorts to relational processes to portray the “submissive, culturally handicapped, ...subservient” (Oluwayomi, 2013: 369) character ascribed to the female gender in “a society regulated by cultural norms and traditional values” (Fonchingong, 2006: 137), Atta refers to being processes to describe the “glaring lack of responsibility on the part of the government” (Anate, 2014: 35) to find adequate solutions “to step in and regulate” (ibid: 37) life for gender equality. As Darko puts it, “it is the government who had the power to make people do or stop doing certain things” (Darko, 2003: 79) in society.

Unlike some previous studies on transitivity (Amoussou, 2014; Hasan, 1985), verbal processes rank an important position in the excerpts (3rd and 2nd in T1 and T2 respectively). This could be accounted for by the fact that both texts are dialogic ones and also by the internal point of view or mind-style adopted by the two authors. By making Fofu verbally assertive, the Ghanaian female writer decides to overtly criticize the “African women’s vulnerable status” (Koussouhon & Dossoumou, 2015: 132) allotted to them by patriarchal society. She also resolves, as she clearly states in an interview with Raymond Ayinne, “.. *to be angry, ... to react.*” (Adjei, 2009: 49). Meanwhile, Darko wants to shed light on “the social structure in a male-dominated environment” (Koussouhon & Dossoumou, ibid) when she makes Maa Tsuru declare her inability to change the situation. On her part, the Nigerian novelist engages Enitan, Sheri, Mike, Peter Mukoro in a frank and friendly discussion to indicate that both men and women should join hands to decide the measures to take for a fair society where gender equality prevails.

Mental processes are used by Darko to cast a call to men to think about the impact of women's subjugation on African development, whereas Atta uses those processes to ask both men and women to ponder over the ways and means they should adopt for a gender-balance society where the female sex benefits by the same social, psychological, and affective regards like its male counterpart.

The behavioural processes used in the texts are suggestive of the psychological and physiological needs women feel to get rid of the moral and social predicaments they continuously live in.

5. CONCLUSION

This comparative analysis has unveiled that five out of the six processes identified by systemic scholars in the English transitivity system are discovered in significant proportions in the two extracts (see table1). These are material, mental, behavioural, verbal and relational processes. An in-depth analysis of each of them and their associated participants has helped uncover on the one hand, the role Amma Darko and Sefi Atta ascribe to their participants, and the ideological stances adopted by the two African female writers. As a matter of fact, the study brings to limelight how, through the transitivity patterns, the Nigerian and the Ghanaian novelists express in their respective artifacts feminist dimensions for a redefinition or a re-evaluation of women's image in the society.

REFERENCES

- Adjei, M. (2009). Male-bashing and narrative subjectivity in Amma Darko's first three novels. *SKASE Journal of Literature Studies*, 1 (1), 47-61.
- Amoussou, C.Y. (2011). *Characterisation, Focalisation and Discourse in Ngugi's Wa Thiong'o's Novels: A Functional Structuralist Approach*. Unpublished PhD Thesis. UAC.
- Amoussou, C.Y. (2014b). Transitivity Analysis of Two Stretches of Narrated Mental Discourse from Ngugi's *Wizard of the Crow*. *Revue du CAMES/Lettres, Langues et Linguistique*, 2, 120-136.
- Anate, H. (2014). The problematics of childbearing and the issue of street children in Amma Darko's *Faceless*. *Multifontaines, Revue internationale de litteratures et sciences humaines*, 1, 25-39.
- Atta, S. (2006). *Everything Good Will Come*. Lagos: Farafina.
- Bloor, T., Bloor, M. (2004). *The Functional Analysis of English: A Hallidayan Approach*, Second Edition. London: Arnold.
- Cunanan, B.T. (2011). Using Transitivity as a Framework in Stylistic Analysis of Virginia Woolf's *Old Mrs. Guy*. *Asian EFL Journal*, 54, 69-79.
- Darani, L. H. (2014). Persuasive style and its realization through transitivity analysis: a SFL perspective. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 158, 179-186.
- Darko, A. (2003). *Faceless*. Accra: Sub-Saharan Publishers.
- Eggs, S. (1994). *An Introduction to Systemic Functional Linguistics*. London: Pinter Publishers.
- Eggs, S. (2004). *An Introduction to Systemic Functional Linguistics*, Second edition. London: Continuum International Publishing Group.

- Feng, H. & Liu, Y. (2010). Analysis of Interpersonal Meaning in Public Speeches- A Case Study of Obama's Speech. *Journal of Language Teaching and Research*, 6, 825-829.
- Fonchingong, C.C. (2006). Unbending Gender Narratives in African Literature. *Journal of International Women's Studies*, 8 (1), 134-147.
- Halliday, M.A.K. (1970). Descriptive Linguistics in Literary Studies". In D.C. Freeman (ed.) *Linguistics and Literary Style*. New York: Holt, Rinehart and Winson.
- Halliday, M.A.K. (2002). *Linguistic Studies of Text and Discourse*. London: Continuum.
- Halliday, M.A.K. & Hasan, R. (1985/1989). *Language, context, and text: aspects of language in a social-semiotic perspective*. Oxford: Oxford University Press.
- Halliday, M. A. K. and Matthiessen, C. M. I. M (2004). *Introduction to Functional Grammar*, Third edition. London: Edward Arnold.
- Hasan, R. (1985). *Linguistics, language and verbal art*. Oxford: Oxford University Press.
- Hasan, R. (2009). The place of context in a systemic functional model. In M.A.K. Halliday & J. J. Webster (Eds.), *Continuum Companion to Systemic Functional Linguistics* (pp.166-176). London: Continuum International Publishing Group.
- Jaafar, E. A. (2014). A Stylistic Analysis of Two Selected Poems. *Journal Of College Of Education For Women*, 25, 238-248.
- Kondowe, W. (2014). Presidents and ideologies: A Transitivity Analysis of Bingu wa Mutharika's inaugural address. *International Journal of Language and Linguistics*, 2 (3), 174-180.
- Koussouhon, L. (2013). Facets and functions of Linguistic Displacement in Ngügi's *Petals of Blood*: A Functionalist Structuralist Perspective. *Humanités Gabonaises*, 4, 93-127.
- Koussouhon, L.A., & Dossoumou, A., M. (2015). Exploring Ideational Metafunction in Helon Habila's *Oil on Water*: A re-evaluation and redefinition of African Women's Personality and Identity through Literature. *International Journal of Applied Linguistics & English Literature*, 4 (5), 129-136.
- Koussouhon, L. A. , Koutchade, I., & Amoussou, F. (2015). The system of Mood, Tenor and Context of Culture in Amma Darko's and Sefi Atta's prose fictions: A Contrastive Socio-Semiotic Analysis. Unpublished paper.
- Koussouhon, L. (2009). Process Types and Ideational Meaning in *The Beautiful Ones Are Not Yet Born* (Ayi Kwei Armah). *IMO-IRIKISI, La Revue des Humanistes du Bénin, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines*, 1, 128-142.
- Martin, J.R. (2002). Meaning beyond the clause: SFL perspectives. *Annual Review of Applied Linguistics*, 22, 52-74.
- Martin, J.R. (2009). Discourse studies. In M.A.K. Halliday & J. J. Webster (Eds.), *Continuum Companion to Systemic Functional Linguistics* (pp.154-165). London: Continuum International Publishing Group.
- Oluwayomi, E. (2013). Society And Gender Identity In African Fiction: Re-Evaluating Women's Identity In Sefi Atta's *Everything Good Will Come*. *International Journal of Innovative Research & Development*, 2, (1), 369-381.
- Simpson, P. (1993). *Language, Ideology, and Point of View*. London: Routledge.
- Widdowson, H.G. (1975). *Stylistics and the Teaching of Literature*. Longman: London.

APPENDIX

Key:

P=Process, MaP=Material, MeP=Mental, BeP= Behavioural, VeP=Verbal, ExP=Existential, ReP-At=Attributive, ReP-Id= Identified, ReP-Ci=Circumstantial, ReP-Po=Possessive, ReP-Ca=Causative. A=Actor, G=Goal, B=Beneficiary, R=Range. S=Sender, Ph=Phenomenon.S=Sayer, Rv=Receiver, Vb=Verbiage.B=Behaviour, Ph=Phenomenon. X=Existent.T=Token, V=Value, Cr=Carrier, At=Attribute. P=Possessor, Pd=Possessed Ag=Agent. C=Circumstance, Cl=location, Cx=extent, Cm=manner, Cc=cause, Ca=accompaniment, Ct=matter, Co=role

N.B : all the processes in the extracts are in bold and the participants underlined.

Text 1: (from Amma Darko's *Faceless*, p.21-25)

1. The room (G) **was partitioned (MaP)** with an old translucent curtain (Cm). 2i. Fofu's four-year-old other half brother (Cr) **was (ReP-At)** asleep (At) on a mat on the floor in the space in front of the curtain (Cl) 2ii. which (Cr) **served (ReP-At)** as the living room (Co). 3i. Maa Tsuru (A) **raised (MaP)** 3ii. and **pegged (MaP)** one corner of the curtain (G) onto the line (Cl) 3iii. and **entered (MaP)** the inner space (Cl), 3iv. which (T) **was (ReP-Id)** the bedroom (V). 4i. She (A) **slumped (MaP)** onto the bed (Cl) 4ii. and **waited (MaP)**. 5i. Fofu (S) **hesitated (MeP)**, 5ii. then **moved (MaP)** 5iii. and **sat down (BeP)** carefully (Cm) at the farthest point from her mother (Cl). 6. Life on the streets (Ag) **made (ReP-Ca)** mixed up persons (Cr) out of children (At). 7. She (Be) **looked (BeP)** about the room and back at Maa Tsuru (Ph). 8. Something (Cr) **did not quite fit (ReP-At)**. 9i. Then it (A) **dawned (MaP)** on her (Cl) 9ii. something (Cr) **was (ReP-At)** wrong (At). 10. Something (A) **was missing (MaP)**. 11. "Where (Cl) **is (ReP-At)** he (Cr), mother?" 12. she (Sy) **asked (VeP)** Maa Tsuru (Rv). 13. Maa Tsuru (Be) **wincing (BeP)**. 14i. She (Sy) **attempted to say (VeP)** something (Vb) 14ii. but her voice (A) **failed (MaP)** her (G). 15i. She (A) **paused (MaP)**, 15ii. **swallowed (BeP)** saliva (Ph) 15iii. and **tried (MaP)** again (Cx). 16. "He (A) **left (MaP)**," 17. she (Sy) **said (VeP)** simply (Cm). 18. "He (A) **left (MaP)**?" 19. It (T) **was (ReP-Id)** a wail of pain (V). 20. "After all that (G) he (A) **did (MaP)** to Baby T (B)? 21. To us all (B)? 22. He (A) **left (MaP)**? 23i. And you (Be) **stood by (BeP)** 23ii. and just **allowed (MaP)** this smallish man (G) 23iii. **to leave (MaP)**? 24. Just like that (Cm)?" 25. Tears (A) **welled up (MaP)** in Maa Tsuru's eyes (Cl). 26. She (Sy) **did not speak (VeP)**. 27. She (Sy) **couldn't (VeP)**. 28. "What (Ag) **made (ReP-Ca)** him (A) **leave (MaP)**, mother?" 29. Fofu (Sy) **howled on (VeP)**, 30i. "and before he (A) **left (MaP)**, 30ii. **did you (S) remind (MeP)** him (Ph) of 30iii. what (G) you (A) **did (MaP)** for his sake (Cc)? 31. What (G) you (A) **sacrificed (MaP)**? 32. **Did (MeP)** you (S)?" 33. Maa Tsuru (Be) **began to weep (BeP)**. 34. "I (Sy) **asked (VeP)** you, mother (Rv). 35. **Did (MeP)** you (S)?" 36. Maa Tsuru (A) **began to cry (BeP)**. 37. "Go away (MaP), Fofu," 38. she (A) **managed (MaP)** between tears (Cm). 39. "Go (MaP)!" 40. Fofu's face (A) **clouded (MaP)** fiercely (Cm). 41. "Is history (A) **repeating (MaP)** itself (G) here (Cl)? 42. Are you (A) **sacking (MaP)** me (G), mother? 43. Because of him (Cc)?" 44. "No! 45. No! 46. I (A) **am not sacking (MaP)** you (G) from here (Cl). 47. Not from this room (Cl). 48. Not from this house (Cl). 49i. I (S) **mean (MeP) to say (VeP)**, 49ii. **go away (MaP)**. 50. From Accra (Cl), if possible, fofu. 51. **Go away (MaP)**, 52. **Go (MaP)** somewhere (Cl) [[far away from here where (Cl) he (S) **can never (Cl) find (MeP)** you (Ph)]]". 53. "What **are you (A) talking (MaP)** about (Ct), mother? 54. **Is (ReP-Id)** it (T) Poison (V)? 55. What (Ph) **does he (S) want (MeP)** with me (Ca)?" 56. "Oh, child, **go away (MaP)**!" 57. Maa Tsuru (Be) **sobbed (BeP)**, 58. "Go (MaP)." 59. "Why (Cc) mother? 60. Why (Cc)?" 61. "Because they (T) **are (ReP-Id)** animals (V). 62. They (S) **know (MeP)** no mercy (Ph). 63. And my hands (Cr) **are (ReP-At)** tied (At). 64. Please. 65. **Go (MaP)**." 66i. A part of Fofu (Cr) **was (ReP-At)** 66ii. and **would** always (Cl) **remain (ReP-At)** the fourteen year-old [[that (V) she (T) **was (ReP-Id)**]] (At); 66iii. but the harshness of life on the streets (Ag) **had also made (ReP-Ca)** a premature adult of part of her (V). 67i. She (Cr) **was (ReP-At)** both a child and an adult (At) 67ii. and **could act (MaP)** like both (Cm), 67iii. **talk (VeP)** like both (Cm), 67iv. **think (MeP)** like both (Cm) 67v. and **feel (MeP)** like both (Cm). 68i. What (Ph) she (S) **wanted (MeP) to do (MaP)** 68ii. **was (ReP-At) to say (VeP)** a whole lot of things (Vb) 68iii. **to hurt (MeP)** Maa Tsuru (Ph), 68iv. and **cause (MaP)** her (B) pain (G). 69. But she (A) **held back (MaP)**. 70. Her mother (A) **was still (Cx) not making (MaP)** complete sense (R). 71. "Why (Cc) **should I (A) go away (MaP)**, mother? 72. Who (V) **are (ReP-Id)** they (T)?" 73i. Maa Tsuru (Be) **wiped away (BeP)** her tears (Ph) with the back of her hand (Ca) 73ii. and **blew (MaP)** her nose (G) into her cover cloth (Cl). 74. "It (T) 's (ReP-Id) Baby T (V)," 75. she (Sy) **said (VeP)** eventually (Cl). 76. "Baby T (V)?" 77. "Yes. 78. Maami Broni..." 79. "The fat fair woman (Ca) she (A) **lives (MaP)** with?" 80. "Yes. 81. She (A) **came (MaP)** to me (Cl) last week (Cl)." 82. "So? 83. **Doesn't** she (A) sometimes (Cl) **come (MaP)** to ..."

84. "I (S) **know (MeP)** Fofó. 85. I (S) **know (MeP)**. 86. Oh God!"
87. "Don't bring in (MaP) God's name (G), mother. 88. i. You (S) **knew (MeP)** 88ii. what (G) you (A) **were doing (MaP)** 88iii. when (Cl) you (A) **chose (MaP)** him (G) **over...**"
89. "It (Cr) **was (ReP-At)** for their sake (Cc)," 90. she (Be) **pointed at (BeP)** the baby and the sleeping boy (Ph). 91. "What (G) **should I (A) have done (MaP)?**"
92. "I (S) **don't know (MeP)**. 93. But you (A) **should** never (Cl) **have fed (MaP)** him and his sons (G) at Baby T's expense (Cm). 94. You (S) **don't see (MeP)** her (Ph). 95. I (S) **don't see (MeP)** her (Ph). 96. i. We (S) **don't know (MeP)** 96ii. how (Cm) she (A) **has grown (MaP) to look like (ReP-At)**. 97. All for what (Cc), mother? 98. For what (Cc)?"
99. Maa Tsuru (Sy) **didn't respond (VeP)**. 100. i. She (Be) **wiped away (BeP)** fresh tears (Ph) from her face (Cl) 100ii. and **resumed (BeP)** [[from where (Cl) she (A) **had left off (MaP)**]]. 101. "Something (A) **happened (MaP)**, Fofó."
102. "Something (A) **is** always (Cl) **happening (MaP)**, no? 103. Always (Cl). 104. i. And **had I (Pr) not gotten (ReP-Po)** the good sense (Pd) **to leave (MaP)** home (Cl), [[who (S) **knows (MeP)**,]] 104ii. he (Ag) probably **would have made (ReP-Ca)** 104iii. you (A) **send (MaP)** me (G) **away too** 104iv. **to work (MaP)** for some woman (Cc) [[**to make (MaP)** money (R) for you four (Cc) **to live on (MaP)**]]. 105. No?"
106. i. Maa Tsuru (Be) **choked on (BeP)** saliva (Ph) 106ii. and **coughed (BeP)** violently (Cm). 107. "I (Pr) **don't have (ReP-Po)** the strength (Pd) **to fight (MaP)** you (G) with words (Cm) Fofó," 108. she (Sy) **said (VeP)** slowly (Cl), 109. i. "and even if I (Pr) **did (ReP-Po)**, 109ii. I (A) **wouldn't do (MaP)** it (G)." 110. Fofó (Sy) **said (VeP)** nothing (Vb).
111. Maa Tsuru (A) **went on (MaP)**; 112. "Last week (Cl) a body (Ph) **was found (MeP)** behind a blue rasta hairdressing kiosk salon at Agbogbloshe (Cl). 113. **Did you (S) hear (MeP)** about it (Ct)?"
114. "Aren't bodies (Ph) always (Cl) **being found (MeP)** there (Cl) like the aborted fetuses (Cm) at Sodom and Gomorrah (Cl)? 115. **Is (ReP-Id)** that (T) news (V)? 116. i. Well, maybe, for people like you (Cc) [[**living (MaP)** in proper homes (Cl) like here (Cm),]] 116ii. it (T) **is (ReP-Id)**. 117. No?"
118. i. Maa Tsuru (S) **ignored (MeP)** the sarcasm (Ph) 118ii. **to avoid (MaP)** the bait of another round of war (G) with words (Cm), 118iii. for what (Vb) she (Sy) was about **to say (VeP)** 118iv. **was (ReP-At)** in itself (Cl), war (At) enough (Cx). 119. "Maami Broni (A) **didn't come (MaP) to give (MaP)** me (B) money (G), Fofó. 120. i. She (A) **came (MaP)** 120ii. because she (Cr) **was (ReP-At)** afraid (At)." 121. Fofó (Be) **frowned (BeP)**. 122. Her unasked question (Cr) **was (ReP-At)** obvious (At).
123. Maa Tsuru (A) **went on (MaP)**. 124. i. "Since she (T) **was (ReP-Id)** the one [[I (A) **entrusted (MaP)** Baby T (G) **to**]] (V), 124ii. she..."
125. "What (Vb) **are you (Sy) trying to say (VeP)**, mother?"
126. "She (A) **came (MaP) to tell (VeP)** me (Rv)." 127. "Tell (VeP) you (Rv) what (Vb)?"
128. "That the body behind the hairdressing salon ..." 129. fresh tears (A) **choked (MaP)** the rest of her words (G).
130. Fofó's eyes (A) **widened (MaP)**. 131. "Baby T?"
132. Maa Tsuru (Be) **began to shake (BeP)**.
133. i. Fofó (Be) just **sat (BeP)** there (Cl) 133ii. and **stared at (BeP)** her (Ph). 134. She (S) **felt (MeP)** no immediate pain (Ph). 135. Even the anger and mixed feelings (Cr) **lay (ReP-At)** low (At). 136. i. In her mind's eye (Cl) **was (ReP-At)** a recollection of the last time (Cr) 136ii. she (Be) **laid (BeP)** eyes (Ph) on her sister (Cl): 137. i. Baby T's reddish and swollen eyes from too much crying (Cl), with her belongings (Ca) **tied up (At)** in an old headscarf (Cl) 137ii. and **held (At)** loosely (Cm) in her right hand (Cl) 137iii. as she (T) **followed (ReP-Ci)** Maami Broni (V) out of the compound house (Cl).
138. i. Her calmness (T), 138ii. when she (Be) **opened (BeP)** her lips (Ph) again (Cx) 138iii. **to address (VeP)** Maa Tsuru (Rv), **surprised (ReP-Id)** her own self (V). 139. "Mother, what (A) **is happening (MaP)?**"
140. Where (Cl) **do I (Cr) fit (ReP-At)** into all this (Cl)? 141. What (G) **has all this (A) got to do with (MaP)** Poison (Ct)?"
142. i. "He (Cr) **got (ReP-At)** upset (At) 142ii. when (Cl) he (S) **heard (MeP)** of Maami Broni's visit to me (Ph). 143. i. He (S) **knew (MeP)** 143ii. she (A) **had come (MaP) to tell (VeP)** me (Rv)." 144. "Tell (VeP) you (Rv) what (Vb)? 145. i. **Are you (Sy) saying (VeP)** 145ii. Baby T (Cr) **is (ReP-At)** dead (At)?"
146. Maa Tsuru (Be) **nodded (BeP)**.
147. i. Fofó (S) **didn't know (MeP)** 147ii. what (Ph) **to think (MeP)**. 148. "So Baby T (Cr) **is (ReP-At)** dead (At)?"
149. Maa Tsuru (Be) **nodded (BeP)** again (Cx).

150.Fofo (G) **was scared (MaP)** and **confused (MaP)** and in great emotional pain (Cm) all at once (Cl).
151.“My sister (A) **was staying (MaP)** with Maami Broni (Ca). 152.Then she (A) **dies (MaP)**. 153i.So
Maami Broni (A) **comes (MaP)** 153ii.**to inform (VeP)** you (Rv) about it (Ct). 154.You, who (T) **are (ReP-Id)**
her mother (V). 155.And because of that (Cc) , Poison (Cr) **gets (ReP-At)** upset (At)? 156.For which
reason (Cc) he (A) **tries to rape (MaP)** me (G)? 157.It (T) **doesn't make (ReP-Id)** sense (V) to me (Cc).
158.What (V) **does it all (T) mean (ReP-Id)**?
159.“He (A) **came (MaP)** to me (Cl), Fofo. 160.He (A) **came (MaP)** here (Cl).”
161.“What?”
162i.“He (A) **came (MaP)** here (Cl) 162ii.and **turned (ReP-At)** me (At) into a leper (Cm).”
163i.“So that (T) **was (ReP-Id)** 163ii. why (Cc) the woman in the third room (Sy) **didn't respond (VeP)**
to Odarley's greeting (Vb)?”
164.“Yes. 165.And why (Cl) you (A) **should also go away (MaP)** from here (Cl); 166i.he (Sy) **told (VeP)**
me (Rv)166ii.he (S) **would find (MeP)** you (Ph).”
167.“Me (Ph)?”
168.“Yes. 169i.And he (Sy) **swore (VeP)** 169ii.**to replace (MaP)** Baby T (G) with you (Ca) 169ii.if we
(Ag) **made (ReP-Ca)** him (Cr) angry (At).”
170.“**Replace (MaP)?** 171.**Make (ReP-Ca)** him (Cr) angry (At) ? 172.What (Vb) **are you (Sy)**
saying(VeP) mother? 173.What (V) **is (ReP-Id)** all this roundabout talk (T)?”
174.“**Look (BeP)**, Fofo, 175.please, **go away (MaP)**.”
176.The sleeping anger in Fofo (A) **awakened (MaP)** . 177.“It (Cr) **'s (ReP-At)** all (V) you (Sy) **keep**
telling (VeP) me (Rv). 178.**Go away (MaP)**; 179.**go away (MaP)!**” 180.Fofo (Be) **yelled (BeP)**. 181.“How
(Cm) **do I (A) just go away (MaP)** somewhere (Cl), mother? 182.Where (Cl) **should I (A) go (MaP)**? 183.I
(Pr) **have (ReP-Po)** nothing (Pd) on me (Ca). 184.I (Pr) **got (ReP-Po)** a job (Pd) at the vegetables market
(Cl) just a few days ago (Cl). 185.I (A) **tried to stop (MaP) stealing (MaP)**. 186i.But the little (Pd) I (Pr)
had (ReP-Po) on me (Ca) too,186ii. I (A) just **lost (MaP)** to Macho (B). 187.So **tell (VeP)** me (Rv)
something (Vb) better (At). “
188i.“I (Pr) **have (ReP-Po)** nothing (Pd) better (At) **to tell (VeP)** you (Rv), child, 188ii.and no money (Pd)
to give (MaP) you (B), too.189.” Maa Tsuru (BeP) **cried (BeP)**. 190i.“I (Be) **looked on (BeP)** 190ii.and
allowed (MaP) something (G) **to happen (MaP)** 190iii.that (A) **shouldn't have happened (MaP)**. 191.My
hands (G) **are tied (MaP)**. 192.I (A) **have (MaP)** my finger (G) between his teeth (Cl). 193i.If I (A) **hit**
(MaP) him (G) on the head (Cl), 193ii.I (Ag) **'ll make (ReP-Ca)** him (A) **chew off (MaP)** my own finger
(G) too inside his mouth (Cl). 194.Then what (A) **would happen (MaP)** to them (G)? 195i.“She (Sy) **asked**
(VeP) 195ii.and **paused (MaP)**, 195iii.**pointing (MaP)** again (Cx) **at her sons (G)**,
196.“**Look at (BeP)** them (Ph),” 197i.she (A) **went on (MaP)**, 197ii.no longer **crying (BeP)** 197iii.but
clearly (Cm) **hurting (VeP)**.
198.“What (G) **have they (A) done (MaP)**? 199i.Their only crime (T) **is (ReP-Id)** 199ii.that they (A) **came**
(MaP) into the world (Cl) through me (Cm).”
200.Rage (A) **gripped (MaP)** Fofo (G). 201.“**Is (ReP-Id)** their father (T) still (Cx)your husband (V)?
202.You (Sy) **said (VeP)** he (A) **left (MaP)**, no?
203.Maa Tsuru (A) **broke down (MaP)**. 204.She (Be) **began to cry (BeP)** again (Cx). 205.“**Don't talk**
(VeP) to me (Rv) like that (Cm), Fofo,” 206.she (BeP) **sniffed**. 207i.“Just because I (A) **made (MaP)** a lot
of mistakes (R) in life (Cl) 207ii.and I (Cr) **am (ReP-At)** poor (At), 207iii.it (Ag) **doesn't make (ReP-Ca)**
me (T) less your mother (V). 208.So **don't talk (VeP)** to me (Rv) that way (Cm).”

Text 2 (extracted from *Everything Good Will Come*, pp. 126-130)

1.I (A) **hurried back (MaP)**. 2.Peter Mukoro (A) **had arrived (MaP)** in my absence (Cl). 3.A huge man
[[with a thick black mustache (Ca)], he (A) **was** already **holding (MaP)** court (R).
4i.“Our last regime (Sy) **claimed (VeP)** 4ii.they (S) **wanted (MeP) to wage (MaP)** war (R) against
indiscipline (Cc), 4iii.and yet they (A) **couldn't fight (MaP)** it (G) among themselves (Cl). 5.Military coups
(T) **are (ReP-Id)** the worst form of indiscipline (V). 6.No respect for the constitution. 7.No respect for
those in power (Cc)...”
8.“Our people (Cr) **are (ReP-At)** undisciplined (At),” 9.Uncle Fatia (Sy) **said (VeP)**.
10.“How (Cm)?” 11i.Peter Mukoro (Sy) **asked (VeP)**, 11ii.**stroking (BeP)** his mustache (Ph).
12i.“You (A) **'re driving (MaP)** 12ii.and someone (A) **tries to run (MaP)** you (G) **off the road (Cl)**.”
13.“**Trying to avoid (MaP)** potholes (G),” 14.Peter Mukoro (Sy) **said (VeP)**.
15.“**Speeding (MaP)**through traffic stops (Cl)?”

16. “**Running (MaP)** from armed robbers (Cl).”
17. “Teachers (A) **are not showing up (MaP)** for class (Cc)?”
18. “**Can’t afford (MaP)** transportation (G).”
19. “Hospital staff (A) **selling (MaP)** supplies (G) on the black market (Cl)?”
20. “Benefits in kind.”
21. “Bribery?”
22. “**Tripping (VeP)** 23. Peter Mukoro (Sy) **said (VeP)**.
24i. He (Sy) **continued to speak (VeP)** 24ii. as though he (A) **were making (MaP)** a toast (R) 24iii. and **twirled (MaP)** his cigarette (G). 25. I (Be) **edged (BeP)** toward Mike (Cl) . 26. “**Come (MaP)**, 27. **let ReP-Ca)me (Sy) introduce (VeP)** you (Vb) to Sheri (Rv). 28. This man (Sy) **won’t stop talking (VeP)**. 29. He (S) **loved (MeP)** his voice (Ph).”
30. “I (A) **’ve already met (MaP)** her (G),” 31. he (Sy) **said (VeP)**.
32. “When (Cl)?”
33i. “She (A) **came in (MaP)** here (Cl) 33ii. when (Cl) you (Cr) **were (ReP-At)** away (Cl).”
34. I (Be) **sat (BeP)** on the arm of the chair (Cl). 35. “What (Ph) **did you (S) think (MeP)?**”
36. “She (Cr) **seems (ReP-At)**... reserved (At).”
37. “Sheri?”
38. “To me, she (Cr) **was (ReP-At)**.”
39. I (Be) **stood up (BeP)**. 40. “*Excuse (MaP)* me (G), 41. I (A) **have to check on (MaP)** the food (G).”
42i. Inside the kitchen (Cl), I (S) **found (MeP)** Sheri (Ph) 42ii. **pouring (MaP)** curry (G) into a big ceramic bowl (Cl). 43i. Her waiter (A) **was standing by (MaP)** 43ii. **to take (MaP)** it (G) into the living room (Cl).
44. I (Be) **could smell (BeP)** the coconut rice and sweet ginger of the pineapple bake (Ph) in the oven (Cl).
45. “**Is (ReP-At)** everything (Cr) ready (At)?” 46. I (Sy) **asked (VeP)**.
47. She (Be) **nodded BeP)**. 48. “You (Sy) **can call (VeP)** them (Rv) **in** now (Cl).”
49. I (Be) **paused (BeP)** by the door (Cl). 50. “You (A) **met (MaP)** Mike (G)?”
51. “Yes (Vb), 52. “ she (Sy) **said (VeP)**.
53. “What (Ph) **did you (S) think (MeP)** of him (Ct)?”
54. “He (Cr) **’s (ReP-At)** nice (At).”
55. Throughout the evening (Cx), they (A) **showed (MaP)** nothing but courtesy (G) for each other (B). 56i. I (S) **’d expected (MeP)** some interest, some camaraderie (Ph) even, 56ii. but soon (Cl) I (S) **realized (MeP)** 56iii. that they (A) **shared (MaP)** nothing (R) in common (Cm). 57. Mike (S) **would find (MeP)** Sheri (Ph) too old (At). 58. She (S) **would find (MeP)** Mike (Ph) far too young (At).
59. Peter Mukoro (A) **continued to dominate (MaP)** the conversation (G) meanwhile (Cl). 60. He (S) **was predicting (MeP)** the demise of our country (Ph) under the new military government (Cl). 61i. They (A) **were making (MaP)** plans (R) 61ii. **to devalue (MaP)** our currency (G), 61iii. and **to scrap (MaP)** foreign currency regulations (G). 62. Most of us [[who (A) **needed (MaP)** foreign currency (G) for business or travel (Cc)]] (Sy) **welcomed (VeP)** this (Vb). 63i. We (S) **envisioned (MeP)** a time (Ph) 63ii. we (A) no longer **had to succumb (MaP)** to black market rates (G). 64i. There **were (Exp)** places (X) in Lagos (Cl) 64ii. you (A) **went (MaP) to buy (MaP)** US dollars and pounds sterling (G), from hawkers (Cl) [[who (A) **loitered (MaP)** like drug dealers (Cm)]]. 65i. You (Cr) **had to be (ReP-At)** sure (At) 65ii. you (A) **were buying (MaP)** the real thing (G).
66. “We (Cr) **’re (ReP-At)** finished (At),” 67. Peter Mukoro (Sy) **was saying (VeP)**. 68. “The naira (Cr) **will be (ReP-At)** like toilet paper (At) now (Cl). 69i. And if we (A) **take (MaP)** the IMF loan (R) 69ii. we (Sy) **can kiss (VeP)** our independence goodbye (Vb).”
70i. My father (Cr) **seemed (ReP-At) to be enjoying (MeP)** his tirade (Ph), 70ii. **rocking back and forth (MaP)**. 71. I (A) **refilled (MaP)** his wine glass (G). 72. “**Fill (MaP)** my friend’s (G) as well,” 73i. he (Sy) **said (VeP)**, 73ii. **pointing to (MaP)** Peter Mukoro’s (G).
74. Reluctantly (Cm) I (A) did (MaP).
75. Peter Mukoro (A) **tapped (MaP)** my arm (G). 76i. “I (Sy) **was calling (VeP)** that lady, that yellow **lady (Rv) in the kitchen (Cl)**, 76ii. **but she (S) ignored (MeP)** me (Ph). 77i. **Tell (VeP)** her (Rv) 77ii. **we (A) need (MaP)** more rice (G). 78. Please.”
79. “Her name (T) **is (ReP-Id)** Sheri (V).”
80. “Yes. 81i. **Tell (VeP)** her (Rv) 81ii. we (A) **need (MaP)** more rice (G). 82. And beer (G). 83. Wine (Cr) **is (ReP-At) like water (At)** to me. 84. **I (T) ’m (ReP-Id) an African man (V)**.”
85. **I (Sy) delivered (VeP)** the message (Vb) to her (Rv) word for word (Cm).
86. “He (Sy) **can’t be talking (VeP)** to me (Rv),” 87. she (Sy) **said (VeP)**.
88. “Who (Sy) then?” 89. I (Sy) **asked (VeP)**.
90. “He (Sy) **must be talking (VeP)** to his mother (Rv).”

91.I (Be) **laughed (BeP)**. 92i.Titus (A) **had** already **annoyed (MaP)** her (G), 92ii.**asking (VeP)** her (Rv) **to serve (MaP)** guests (G) from the left and not from the right (Cl). 93i.Sheri (A) **wore (MaP)** her head tie urban style (G) 93ii.and it (A) **dropped (MaP)** over her eye brows (Cl). 94.Her profile (Cr) **was (ReP-At)** hysterical (At). 95i.She (A) **was taking (MaP)** her word (R) too seriously (Cm),95ii. I (S) **thought (MeP)**. 96i.I (Be) **could snatch (BeP)** the head tie (Ph) 96ii.and **make (ReP-Ca)** her (A) **run (MaP)** after me (Cl). 97. I (A) **carried (MaP)** a bowl of rice (G) back to the dining room (Cl) with a cold bottle of beer (Ca). 98.“Ah thanks (Vb),” 99.Peter Mukoro (Sy) **said (VeP)**. 100.“Brother Sunny, you (Sy) **must ask for (VeP)** a hefty dowry (Vb) for your daughter (Cc). 101.**Look at (BeP)** her (Ph), good hostess, lawyer, and all that.” 102i.“I (Cr) **would be (ReP-At)** glad (At),” 103.my father (Sy) **said (VeP)**, 102ii.“if someone (A) **would take (MaP)** her (G) **off my hands (Cl)** for free (Cc).” 104i.They (Be) **laughed (BeP)** hyuh- hyuh- hyuh (Cm), 104ii.as only men (Be) [[with too much money (Ca)]] **should (BeP)**. 105i.I (S) **ignored (MeP)** them (Ph) 105ii.and **returned (MaP)** to the verranda (Cl). 106.“Something (Cr) wrong (At)?” 107.Mike (Sy) **asked (VeP)**. 108.“Peter Mukoro (Vb),” 109.I (Sy) **said (VeP)**. 110.“Every single time (Cl) he (Be) **opens (BeP)** his mouth (Ph)”. 111.Mike (Be) **smiled (BeP)**. 112.“He (T) ’s **(ReP-Id)** a man’s man (V). 113.Your father (Cr) **seems (ReP-At) to like (MeP)** him (Ph).” 114.We (Be) **looked (BeP)** toward the dining room (Cl). 115i.Sheri (A) **had come (MaP)** out of the kitchen (Cl) 115ii.and **was leaning (BeP)** over my father (Cl). 116.“He (Cr) **seems (ReP-At) to like (MeP)** Sheri (Ph), too,” 117.he (Sy) **said (VeP)**. 118.“Unlike me (Cm).” 119.“**Close (MaP)** your mouth (G),” 120.I (Sy) **said (VeP)**. 121.By the end of the evening (Cl), my head (Cr) **was (ReP-At)** full of wine (At). 122i.I (Cr) **was (ReP-At)** Mike off (At) 122ii.and he (Be) **kissed (BeP)** me (Ph) so hard (Cm) 122iii.he (Be) **pulled (BeP)** me (Ph) through his car window (Cl). 123.We (Sy) **spoke (VeP)** against each other’s teeth (Cm). 124.“**Come back (MaP)** with me (Ca).” 125.“My father (A)**will kill (MaP)** me (G).” 126.“You (T) ’re **not (ReP-Id)** a child (V).” 127.“I (T) **am (ReP-Id)**, to him (Cc).” 128.“Nonsense.” 129.“Hmm. 130.Where (Cl) **are (ReP-At)** your sisters (Cr)?” 140.**Locked up (MaP)** at home (Cl), where they (Pr) **belong (ReP-Po)**.” 141.The road (Cr) **was (ReP-At)** empty (At), except for a few parked cars (Cc). 142i.Before he (A) **drove off (MaP)**, 142ii.I (A) **did (MaP)** a strip-tease (G). 143i.I (S) **flashed (MeP)** a breast (Ph), 143ii.**turned (MaP) to wriggle (MaP)**, 143iii.**only to find (MeP)** Peter Mukoro (Ph) [[**standing (MaP)** by the gates (Cl)]]]. 144.“Ah-ah (Vb)?” 145.he (Sy) **said (VeP)**. 146.“**Are we (G) invited (MaP)?** 147.Or **is (ReP-Id)** this (T) a private reception (V)?” 148i.He (Be) **laughed (BeP)** 148ii.as I (A) **hurried past (MaP)**. 149i.I (A) **smoothed (MaP)** the creases (G) from my dress (Cl) 149ii.before I (A) **walked (MaP)** into the house (Cl) 149iii.and **kept (ReP-At)** my face (Cr) as straight as a newscaster’s (At). 150i.Sheri and my father (Cr) **were (ReP-At)** in the living room (Cl). 151.My father (A) **was writing (MaP)** a check (G). 152.“That young man (Vb),” 153.he (Sy) **said (VeP)**. 154i.“What (Vb) **did you (Sy) say (VeP)** 154ii.his name (T) **was (ReP-Id)?**” 155.“Mike (V).” 156.**Count (MaP)** one (G) against him (Cm): 157.his name (Cr) **wasn’t (ReP-At)** Nigerian (At). 158i.This (T) **could mean (ReP-Id)** 158ii.his family (Pr) **didn’t have (ReP-Po)** enough class (Pd) **to uphold (MaP)** our traditions (G). 159.“Obi,” 160.I (Sy) **said (VeP)**. 161i.I (S) **expected (MeP)** his next question (Ph) 161ii. **to be (ReP-Id)** which Obi (V). 162.“An artist (Vb), you (Sy) **say (VeP)?**”163. he (Sy) **asked (VeP)**. 164.“Yes.” 165.**Count (MaP)** two (G). 166.“And he (A) ’s **given up (MaP)** architecture (G)?” 167.**Count (MaP)** three (G).168. I (S) hesitated (MeP). 169.“Not really.” 170.My father (Be) **peered (BeP)** over his glasses (Cl). 171.That Cr)’s **(ReP-At)** no good (At).” 172.“Why (Cc)?” 173.I (Sy) **asked (VeP)**. 174.He (A) **turned (MaP)**to Sheri (G). 175.“**Tell (VeP)** her (Rv). 176.Please. 177i. If I (Sy) **say (VeP)** anything (Vb) to her (Rv), 177ii.she (S) **thinks (MeP)** 177iii.I (Cr) ’**m (ReP-At)** old-fashioned (At).”

178.Sheri (Be) **laughed (BeP)**. 179.“You (Sy) **have to admit (VeP)**, Enithan. 180.An artist in Lagos?”
181.My father (A) **handed (MaP)** the check (G) to her (B).
182.“Thank you (Vb),” 183.he (Sy) **said (VeP)**. 184.“It (T) ’s **been (ReP-Id)** a pleasure (V).”
185.I (S) **saw (MeP)** her (Ph) to the door (Cl).
186.“Well done,” 187.I (Be) **whispered (BeP)**. 188.“Now I (A) **won’t rest (MaP)** in this house (Cl).
189.Why (Cc) **did** you (Sy) **have to say (VeP)** that (Vb)?”
190.“*Aburo*, the artist (A) **has jujud (MaP)** you (G)?”
191i.“I (S) **think (MeP)** 191ii.I (A) ’**ve outgrown (MaP)** that name (G) by now (Cl).”
192.She (Be) **raised (BeP)** her hand (Ph). 193i.“I (A) **won’t use (MaP)** it (G) 193ii.if you (S) **don’t like (MeP)** it (Ph).”
194.“Thanks”
195.“**Bye (VeP)** yourself (Rv),” 196.she (Sy) **said (VeP)**, cheerfully (Cm).
197i.I (A) **shut (MaP)** the door (G) gently (Cm) 197ii.and **face (MaP)** my father (G). 198i.He (A) **removed (MaP)** his glasses (G), 198ii.which (T) usually **meant (ReP-Id)** 198iii.he (A) **was about to give (MaP)** a lecture (R). 199.I (A) **braced (MaP)** myself (G).
200.“You (S) **know (MeP)**,” 201.I (Sy) **said (VeP)**. 202i.“I (S) **may not know (MeP)** much (Ph)about youngsters (Ct) today (Cl), 202ii.but I (S) **know (MeP)** a few things (Ph) 202iii.and I (S) **don’t think (MeP)** 202iv.you (Ag) **should be making (ReP-Ca)** yourself (Cr) so available to a man (At) [[you (A) ’**ve just met (MaP)**]].”
203.I (A) **crossed (MaP)** my arms (G). 204.“In what way (Cm)?”
205.“Your demeanour. 206.A woman (A) **should have (MaP)** more...compartment (R). 207.And you (T) **can stop following (ReP-Ci)** him (V) outside (Cl) unchaperoned (At), for a start.”
208.“Yes (Vb),” 209.he (Sy) **said (VeP)**. 210i“**He (S) might think (MeP)** 210ii.you (Cr) ’**re (ReP-At)** easy (At). 211.Cheap (At). 212.I (Sy)’**m telling (VeP)** you (Rv) for your own good (Cc).”
213.I (A) **walked away (MaP)**. 214.Unchaperoned (At) indeed. 215.**Look at (BeP)** him (Ph). 216.**Just look at (BeP)** him, and that Sheri (Ph), [[**calling (VeP)** herself (Rv) my sister (Vb)].]. 217.“This (T) **is (ReP-Id)** modern Lagos (V),” 218.I (Sy) **said (VeP)** over my shoulder (Cl). 219.“Not Victorian London (V).”
220.“This (T) **is (ReP-Id)** my house (V),” 221.I (S) **heard (MeP)** him (Ph) **say (VeP)**. 222.“**Don’t be (ReP-At)** rude (At).”

REMOVAL OF HEAVY METAL FROM WASTE WATER USING POLYMERIC AND WASTE MATERIALS – A REVIEW

Dr. Rajeev ARORA

Dr. Rajeev Arora, M. Tech Energy Management, Ph.D. IFTM University Moradabad, India,

ABSTRACT

Many researchers have utilised polymeric and waste materials as adsorbents to remove water-soluble heavy metal pollutants by modifying their properties to enhance dispersibility, charge density, and reactivity. For heavy metal removal, polymer-based adsorbents derived from agricultural and industrial waste are potential alternatives to conventional technologies. The present study reviewed past and current technologies in comparison to existing conventional technologies. The present study critically reviews the available literature on the potential of polymeric, agricultural, and industrial waste materials for removing heavy metals from contaminated sites, along with the challenges involved. The study will support readers in choosing suitable polymeric, agricultural, and industrial waste materials and in undertaking further research on heavy metal removal using these materials at a lower cost.

Keywords: Conducting Polymer, Waste Materials, Agriculture waste, Heavy metal,

RADIOLOGICAL–MORPHOMETRIC EVALUATION OF FACIAL SKELETAL ASYMMETRY USING MODERN IMAGING TECHNIQUES

Sabina A. Aliyeva, PhD

Department of Human Anatomy and Medical Terminology, Azerbaijan Medical University

Baku, Azerbaijan

ABSTRACT

Introduction: Facial skeletal asymmetry is an important anatomical and clinical condition influencing maxillofacial surgery, orthodontic treatment planning, and reconstructive procedures. Accurate morphometric evaluation requires imaging modalities capable of providing objective, reproducible, and high-resolution measurements. Advances in radiological imaging technologies have significantly enhanced the diagnostic precision of craniofacial structural assessment.

Aim: The aim of this study was to comparatively evaluate the diagnostic effectiveness of conventional radiography, magnetic resonance imaging (MRI), and computed tomography (CT) in the morphometric assessment of facial skeletal asymmetry.

Materials and Methods: Morphometric analysis of craniofacial structures was conducted using radiographic examination, MRI, and CT imaging. Conventional radiographs were obtained in standard projections. CT imaging provided high-resolution multiplanar visualization, enabling precise identification of anatomical landmarks and bilateral linear measurements. Morphometric parameters were statistically analyzed using MS Excel and SPSS software. The comparative evaluation focused on measurement reliability, spatial resolution, and reproducibility of each imaging modality.

Results: Conventional radiography demonstrated limited diagnostic accuracy due to structural superimposition and two-dimensional representation. MRI showed diagnostic value for soft tissue evaluation but limited precision in linear morphometric measurements of bony structures. Computed tomography provided superior spatial resolution, multiplanar reconstruction capability, and reliable identification of craniometric landmarks. CT-based morphometric measurements enabled objective bilateral comparison and statistically validated detection of facial skeletal asymmetry.

Conclusion: Computed tomography represents the most reliable imaging modality for quantitative morphometric assessment of facial skeletal asymmetry. Its high spatial resolution and multiplanar analytical capability support accurate anatomical evaluation and evidence-based clinical decision-making.

Keywords: facial skeletal asymmetry; craniofacial morphometry; computed tomography; radiological assessment; quantitative analysis

SAHARAN ACTINOMYCETES FROM TAMANRASSET AS PROMISING BIOCONTROL AGENTS AGAINST PHYTOPATHOGENS

Fedwa BEGHDADI* 1 and El-Hadj DRICHE1

Laboratory of Molecular Biology, Genomics and Bioinformatics (LBMGB), Faculty of Natural Sciences and

Life (SNV), Hassiba Benbouali University of Chlef, Hay Salem, 02000 Chlef, Algeria.

ABSTRACT

The hyper-arid soils of Tamanrasset constitute a unique ecological niche characterized by extreme temperatures, low organic matter, and intense environmental stress. These harsh conditions create strong selective pressures that shape specialized microbial communities with enhanced adaptive traits. This study explores the microbial diversity of Saharan soils with a particular focus on actinomycetes and their potential application in phytopathogen biocontrol.

Using selective isolation techniques that included heat pretreatment and calcium carbonate (CaCO₃) enrichment, forty morphologically distinct actinomycete strains were recovered. Physiological observations revealed that these isolates possess strong ecological resilience, likely linked to their ability to produce stable secondary metabolites under stress conditions.

In vitro antagonistic assays demonstrated remarkable antifungal activity against major crop pathogens, particularly *Alternaria* and *Fusarium* species. Some isolates produced inhibition zones reaching 40 mm, indicating a high level of bioactivity. Such strong antagonism suggests the presence of potent antifungal compounds that may result from long-term adaptation to competitive desert ecosystems.

The findings highlight the potential of Saharan actinomycetes as sustainable alternatives to synthetic fungicides. By valorizing microbial biodiversity from extreme environments, this research contributes to the development of eco-friendly strategies for crop protection and supports the transition toward more sustainable agricultural practices.

Keywords: Saharan actinomycetes; Tamanrasset soils; Antifungal activity; Biological control; Sustainable agriculture

DESERT MICROBIAL BIODIVERSITY AS A SOURCE OF INNOVATIVE CROP PROTECTION SOLUTIONS

Fedwa BEGHDADI* 1 and El-Hadj DRICHE1

Laboratory of Molecular Biology, Genomics and Bioinformatics (LBMGB), Faculty of Natural Sciences and

Life (SNV), Hassiba Benbouali University of Chlef, Hay Salem, 02000 Chlef, Algeria.

ABSTRACT

Arid environments are increasingly recognized as reservoirs of metabolically versatile microorganisms with significant biotechnological value. This investigation examines the microbial diversity of Tamanrasset's desert soils and evaluates the biocontrol potential of isolated actinomycetes against economically important phytopathogens.

Selective isolation methods, including soil heat treatment and CaCO₃ supplementation, enabled the recovery of forty distinct actinomycete strains. These isolates demonstrated notable ecological adaptability, reflecting their survival in nutrient-poor and highly stressful desert conditions. Such adaptation is often associated with the production of bioactive secondary metabolites that enhance microbial competitiveness.

Antagonistic screening assays revealed substantial inhibitory effects against *Fusarium* and *Alternaria*, two major fungal pathogens responsible for significant agricultural losses. Inhibition zones of up to 40 mm were recorded for the most active strains, underscoring their strong antifungal capacity.

The results suggest that the selective pressures of the Saharan ecosystem have favored microorganisms capable of synthesizing powerful antimicrobial compounds. These findings position Saharan actinomycetes as promising candidates for the development of environmentally friendly biofungicides, offering an effective and sustainable alternative to chemical-based disease control methods.

Keywords: Desert microbiology; Phytopathogen suppression; Secondary metabolites; Biopesticides; Microbial diversity

ECOLOGICAL ADAPTATION AND ANTAGONISTIC POTENTIAL OF SAHARAN ACTINOBACTERIA

Fedwa BEGHDADI* 1 and El-Hadj DRICHE1

Laboratory of Molecular Biology, Genomics and Bioinformatics (LBMGB), Faculty of Natural
Sciences and

Life (SNV), Hassiba Benbouali University of Chlef, Hay Salem, 02000 Chlef, Algeria.

ABSTRACT

The exploration of extreme ecosystems has become a strategic approach for discovering novel microorganisms with enhanced metabolic capabilities. In this study, the arid soils of Tamanrasset were investigated as a source of actinomycetes with potential applications in plant disease management. Forty strains were isolated through selective techniques involving heat pretreatment and calcium carbonate enrichment.

The isolates exhibited morphological diversity and strong adaptation to environmental stress. Their survival under extreme desert conditions suggests the presence of efficient physiological and biochemical mechanisms, including the synthesis of stable secondary metabolites.

In vitro antagonism assays confirmed significant inhibitory activity against major fungal pathogens such as *Alternaria* and *Fusarium*. Certain strains produced inhibition zones measuring up to 40 mm, demonstrating exceptional antifungal effectiveness. This high level of activity may reflect evolutionary adaptation to intense microbial competition in desert habitats.

The study highlights the importance of Saharan microbial resources in developing sustainable agricultural technologies. By exploiting naturally occurring antagonistic microorganisms, it is possible to reduce reliance on synthetic fungicides and promote environmentally responsible crop protection strategies.

Keywords: Actinobacteria; Desert adaptation; Antifungal screening; Tamanrasset; Sustainable biocontrol

HARNESSING SAHARAN SOIL MICROORGANISMS FOR SUSTAINABLE PHYTOPATHOGEN MANAGEMENT

Fedwa BEGHDADI* 1 and El-Hadj DRICHE1

Laboratory of Molecular Biology, Genomics and Bioinformatics (LBMGB), Faculty of Natural
Sciences and

Life (SNV), Hassiba Benbouali University of Chlef, Hay Salem, 02000 Chlef, Algeria.

ABSTRACT

Saharan ecosystems, particularly the hyper-arid region of Tamanrasset, represent an underexplored frontier for microbial discovery. The extreme climatic conditions of these soils favor the selection of resilient microorganisms with specialized metabolic traits. This study investigates the potential of Saharan actinomycetes as biological control agents against destructive crop pathogens.

Through heat pretreatment and CaCO₃ enrichment, forty distinct actinomycete isolates were successfully obtained. Their ecological robustness reflects long-term adaptation to environmental stressors such as high temperature and limited nutrients. These adaptations are closely linked to the production of stable and potent secondary metabolites.

Antifungal assays demonstrated remarkable antagonistic activity against *Fusarium* and *Alternaria*, with some isolates producing inhibition zones up to 40 mm in diameter. Such performance suggests the presence of highly active antimicrobial compounds with strong potential for agricultural application.

Overall, this research underscores the strategic value of Saharan microbial biodiversity for the development of innovative and sustainable plant disease management solutions. The exploitation of desert-derived actinomycetes may significantly contribute to reducing chemical inputs in agriculture while maintaining effective pathogen control.

Keywords: Saharan biodiversity; Biological control; Desert soils; Microbial antagonism; Eco-friendly agriculture

SUSTAINABLE REMOVAL OF METHYLENE BLUE USING DATE-PIT DERIVED ACTIVATED CARBON: INTEGRATED EXPERIMENTAL ASSESSMENT AND MOLECULAR-LEVEL INSIGHTS

Ahmed Salim ⁽¹⁾, Abdslam El Bouari ⁽¹⁾, Anas Chraka ⁽²⁾, Samir Chtita ⁽³⁾,
Mohamed Tahiri ⁽⁴⁾, Omar Tanane ⁽¹⁾

- (1) Laboratory of Physical Chemistry, Materials and Catalysis, Faculty of Sciences Ben M'Sik, Hassan II University of Casablanca, Casablanca, Morocco.
(2) Laboratory of Engineering Materials and Sustainable Energy, Faculty of Science, Abdelmalek Essaadi University, Tetouan, Morocco.
(3) Laboratory of Analytical and Molecular Chemistry, Faculty of Sciences Ben M'Sik, Hassan II University of Casablanca, Casablanca, Morocco.
(4) Laboratory of Organic Synthesis, Extraction and Valorisation (SOEV), Ain Chock Faculty of Sciences, Hassan II University - Casablanca, Morocco.

(5)

ABSTRACT

The development of cost-effective and sustainable adsorbents for dye-contaminated wastewater remains a major environmental challenge. In this study, a bio-based activated carbon (AC) was synthesized from date-pit agricultural waste through phosphoric acid (H₃PO₄) chemical activation and evaluated for the removal of methylene blue (MB) from aqueous solutions. The effects of activation conditions were systematically investigated, and optimal carbonization was achieved at 600 °C for 2 h, leading to a material with enhanced surface characteristics and high carbonization yield.

Batch adsorption experiments were performed to assess the influence of key operational parameters, including solution pH, contact time, adsorbent dosage, and initial dye concentration. Under optimal conditions, the prepared AC exhibited outstanding adsorption performance, achieving a maximum removal efficiency of 99.71%. Structural characterization using X-ray diffraction (XRD) confirmed the predominantly amorphous and porous nature of the synthesized carbon, which is favorable for adsorption applications.

To gain deeper insight into the adsorption mechanism at the molecular level, density functional theory (DFT) calculations and molecular dynamics (MD) simulations were conducted. The computational results demonstrated strong interactions between MB molecules and the carbon surface, primarily governed by electrostatic attractions and π - π stacking interactions. The theoretical findings were in good agreement with the experimental observations, confirming the reliability of the integrated approach.

Overall, this combined experimental-computational investigation highlights the high potential of date-pit derived activated carbon as a sustainable and efficient adsorbent for wastewater treatment, contributing to circular economy strategies through the valorization of agricultural residues.

Keywords: Methylene blue; Activated carbon; Date pits; Adsorption; Density functional theory; Molecular dynamics; Sustainable wastewater treatment.

**DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ KILAVUZU IŞIĞINDA PERİNATAL RUH SAĞLIĞI
HİZMETLERİNİN ANNE VE ÇOCUK SAĞLIĞI SİSTEMİNE ENTEGRASYONU**
INTEGRATION OF PERINATAL MENTAL HEALTH SERVICES INTO THE MATERNAL AND
CHILD HEALTH SYSTEM IN LIGHT OF THE WORLD HEALTH ORGANIZATION GUIDELINES

Arş. Gör. Gülnaz ERDİ

Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ebelik Anabilim Dalı, Adana, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0002-9371-6571

Doç. Dr. Burcu AVCIBAY VURGEÇ

Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Adana, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0003-2467-5101

ÖZET

Perinatal dönem gebelikten doğum sonrası ilk bir yıla kadar uzanan, kadınların biyolojik, psikolojik ve sosyal açıdan yoğun değişimler yaşadığı kritik bir yaşam evresidir. Bu süreçte ortaya çıkan ruh sağlığı sorunları annenin psikososyal sağlığını bozmanın ötesinde; düzensiz beslenme, madde kullanımı, hipertansiyon ve gestasyonel diyabet gibi fiziksel riskleri artırarak gebelik sonuçlarını olumsuz etkileyebilmektedir. Bu durum; erken doğum, düşük doğum ağırlığı, operatif doğum ve anne-bebek bağlanmasında güçlükler gibi maternal ve neonatal sağlığı tehdit eden komplikasyonlara yol açabilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün 2022 yılında yayımladığı ve perinatal ruh sağlığı (PRS) hizmetlerinin anne ve çocuk sağlığı (AÇS) hizmetlerine entegrasyonuna ilişkin kanıt dayalı öneriler sunan kılavuzu doğrultusunda hazırlanan bu derleme çalışması, PRS hizmetlerinin AÇS hizmetlerine entegrasyonunun ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasına yönelik stratejileri incelemeyi amaçlamaktadır. İnceleme sonucunda DSÖ'nün, sağlık ile ilgili kısıtlı kaynakların verimli kullanımı ve PRS alanındaki tedavi açığının azaltılması amacıyla "kademeli bakım yaklaşımını" önerdiği tespit edilmiştir. Bu yaklaşım, perinatal ruh sağlığının teşviki ve saygılı, kadın merkezli bakımın sağlanması (1), risk altındaki kadınlara yönelik önleyici müdahaleler (2), hafif semptomlarda kanıt dayalı psikososyal desteklerin sunulması (3) ve orta ve şiddetli vakalarda uzman değerlendirmesi, ileri tedavi ve uygun sevk mekanizmalarının işletilmesini (4) kapsayan dört basamaklı bir yapıdan oluşmaktadır. Elde edilen diğer bulgular başta ebeler olmak üzere AÇS çalışanlarının perinatal ruh sağlığı konusunda eğitilmesi, görev paylaşımı uygulamaları ve toplum temelli müdahalelerin hizmet kapasitesini artıran temel stratejiler olduğu, hizmetlerin etkinliği için kültürel uyarlamaların sağlanması, sosyal belirleyicilerin dikkate alınması ve aile ile toplum liderlerinin sürece aktif katılımına bağlı olduğu şeklindedir. Ayrıca kalite göstergelerine dayalı izleme-değerlendirme sistemlerinin kurulması sürdürülebilirlik açısından temel bir gereklilik olduğu vurgulanmaktadır. Sonuç olarak, PRS hizmetlerinin AÇS hizmetlerine entegrasyonu anne ve bebek sağlığının iyileştirilmesi ve uzun vadeli toplum sağlığı kazanımlarının desteklenmesi açısından kritik bir stratejidir. Başarılı entegrasyon için yerel

ihtiyaçlara duyarlı planlama, personel kapasitesinin güçlendirilmesi ve sürdürülebilir izleme mekanizmalarının oluşturulması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ana –Çocuk, Sağlık Hizmetleri, Ruh sağlığı, Ebelik, Dünya Sağlık Örgütü

ABSTRACT

The perinatal period, extending from pregnancy to the first year postpartum, is a critical stage in women's lives during which they experience intense biological, psychological, and social changes. Mental health problems arising during this period can not only impair the mother's psychosocial health but also negatively impact pregnancy outcomes by increasing physical risks such as irregular eating habits, substance abuse, hypertension, and gestational diabetes. This can lead to complications that threaten maternal and neonatal health, such as premature birth, low birth weight, operative delivery, and difficulties in mother-infant bonding. This review, prepared in line with the WHO's 2022 guidelines providing evidence-based recommendations on the integration of perinatal mental health (PRM) services into maternal and child health (MCH) services, aims to examine strategies for ensuring the integration and sustainability of PRM services within MCH services. As a result of the review, it was determined that the WHO recommends a "tiered care approach" to ensure the efficient use of limited health resources and to reduce the treatment gap in the PRM field. This approach consists of a four-step structure encompassing the promotion of perinatal mental health and the provision of respectful, woman-centered care (1), preventive interventions for women at risk (2), the provision of evidence-based psychosocial support for mild symptoms (3), and the operation of expert assessment, further treatment, and appropriate referral mechanisms for moderate and severe cases (4). Other findings indicate that training of primary care staff, especially midwives, on perinatal mental health, task-sharing practices, and community-based interventions are key strategies for increasing service capacity; that cultural adaptation, consideration of social determinants, and active participation of family and community leaders in the process are crucial for the effectiveness of services; and that establishing monitoring and evaluation systems based on quality indicators is a fundamental requirement for sustainability. In conclusion, the integration of PRM services into primary care services is a critical strategy for improving maternal and infant health and supporting long-term community health gains. Successful integration requires planning sensitive to local needs, strengthening staff capacity, and establishing sustainable monitoring mechanisms.

Keywords: Maternal-Child, Health Services, Mental health, Midwifery, World Health Organization

GİRİŞ

Perinatal dönem gebelik ve doğum sonu ilk bir yıllık süreci ifade etmektedir. Birçok kadın perinatal dönemde ruh sağlığında değişiklikler yaşamaktadır. Kötü ruh sağlığı, kadınların sağlığını, bebeklerinin ve ailelerinin refahını olumsuz etkileyebilir. Aynı şekilde, kadınların, bebeklerinin ve ailelerinin yaşamlarındaki kötü sağlık veya zor koşullar da kadınların ruh sağlığını olumsuz yönde etkileyebilir (WHO, 2022; Çevik, 2024; National Health Service, t.y.).

Perinatal dönemde anne ve çocuk sağlığı (AÇS) hizmetleri, hizmet sağlayıcıların kadınlarla bağlantı kurması ve destek sağlaması için eşsiz bir fırsat sunmaktadır. İyi ruh sağlığının desteklenmesi sağlık

sonuçlarını iyileştirebilir ve damgalanmadan, saygılı ve özenli bir ortamda kadınların yaşadıkları zorlukları tartışmak için kendilerini güvende hissettikleri bir ortam yaratarak tüm kadınlar için AÇS hizmetlerinin kalitesi iyileştirilebilir (WHO, 2022).

Dünya Sağlık Örgütü'nün 2022 yılında yayımladığı ve PRS hizmetlerinin anne ve çocuk sağlığı AÇS hizmetlerine entegrasyonuna ilişkin kanıta dayalı öneriler sunan kılavuzu doğrultusunda hazırlanan bu derleme çalışması, PRS hizmetlerinin AÇS hizmetlerine entegrasyonunun ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasına yönelik stratejileri incelemeyi amaçlamaktadır.

PERİNATAL RUH SAĞLIĞI

Perinatal dönem (gebelik ve doğum sonrası ilk bir yıl), kadınların ruh sağlığında belirgin değişimlerin yaşandığı kritik bir süreçtir. Her beş kadından birinde görülen bu ruhsal değişimlerde, kadınların büyük bir çoğunluğu temel psikososyal desteğe ihtiyaç duymaktadır. Tüm kadınların iyi bir ruh sağlığına ve uygun tedaviye erişim hakkı bulunmaktadır; bu bağlamda sağlık hizmetlerinin saygılı ve her türlü istismardan uzak sunulması esastır. Ruh sağlığı, bireyin genel esenliğinden günlük mücadelelere ve daha ciddi klinik tablolara kadar uzanan bir yelpaze olarak tanımlanmaktadır (WHO, 2022; National Health Service, t.y.).

Perinatal Ruh Sağlığı Sorunlarının Yaygınlığı ve Riskleri

Gebelik, doğum ve erken ebeveynlik süreçleri; kadınların kimliğini, fiziksel sağlığını ve ekonomik statüsünü doğrudan etkileyen stresli dönemlerdir. Perinatal anksiyete ve depresyonun yaygınlığı; yüksek gelirli ülkelerde her 10 kadından birini, düşük ve orta gelirli ülkelerde ise her 5 kadından birini etkileyecek düzeydedir. Kötü ruh sağlığı, anne ve bebek üzerinde şu olumsuz sonuçlarla ilişkilendirilmektedir:

- **Obstetrik Komplikasyonlar:** Preeklampsi, kanama, erken doğum ve ölü doğum riskinde artış.
- **İntihar Riski:** Perinatal dönemdeki anne ölümlerinin önemli bir nedeni olan artmış intihar eğilimi.
- **Doğum Sonuçları:** Düşük bebek ağırlığı ve çocukluk döneminde fiziksel, duygusal ve davranışsal zorluklar.
- **Bakım Zorlukları:** Bebeklerin beslenmesinde güçlük ve ebeveyn-bebek bağlanmasında yaşanan yetersizlikler (WHO, 2022; Murat Öztürk, 2023; Çevik, 2024; Zivin vd., 2025).

Klinik Belirtiler ve Tanılama

Perinatal dönemde ruh sağlığı sorunları, genel ve spesifik semptomlar aracılığıyla kendini gösterebilir (WHO, 2016; WHO,2022).

Yaygın Belirtiler:

- Sürekli üzgün hissetmek, motivasyon ve enerji eksikliği.
- Daha önce keyif alınan aktivitelerden zevk alamama (anhedoni).
- Konsantrasyon güçlüğü, karar vermede zorlanma ve değersizlik hissi.
- Uyku ve iştah düzeninde belirgin değişiklikler.
- Kendine zarar verme veya intihar düşünceleri.

Spesifik Belirtiler:

- Bebek için aşırı ve durdurulamayan endişe hali.
- Bebeğe bakamama hissi veya bebeğe yönelik olumsuz düşünceler.

Ağır vakalarda halüsinasyonlar, psikoz veya şiddetli depresyon görülebilir; bu durumlar acil ve yoğun müdahale gerektirir. Klinik değerlendirmede semptomların şiddeti, süresi ve kadının günlük işlevselliği üzerindeki etkisi sorgulanmalıdır.

BAKIMIN SAĞLANMASI**Kademeli Bakım Yaklaşımı**

Kademeli bakım (Stepped Care), ruh sağlığı hizmetlerinin sunumunda AÇS sağlayıcılarının ve mevcut kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını sağlar. Bu yöntem, bireyin ihtiyaç düzeyine göre kaynak tahsisini optimize eder:

- **Düşük risk/ihtiyaç:** Temel kanıta dayalı müdahaleler ve bilgilendirme.
- **Yüksek risk/ihtiyaç:** Daha yoğun kaynak ve uzmanlık gerektiren klinik müdahaleler.

Bu yaklaşım; ruh sağlığının geliştirilmesi, sorunların önlenmesi, erken teşhis ve tedavi süreçlerini kapsar. Tedavi hizmetleri doğrudan AÇS bünyesinde sunulabileceği gibi, gerekli durumlarda uzmanlaşmış birimlere sevk yoluyla da gerçekleştirilebilir (Ho vd., 2016; WHO,2022).

Destekleyici Ortamların Oluşturulması

PRS bakımının başarısı; kadınların kendilerini güvende hissettiği, saygı gördüğü ve yargılanmadığı bir hizmet ortamına bağlıdır.

- **Damgalanma (Stigma) ile Mücadele:** Ruh sağlığı sorunları yaşayan kadınlar, birçok kültürde "yetersiz ebeveyn" olarak algılanma korkusuyla durumlarını gizleyebilirler. PRS hizmetlerinin rutin sağlık kontrollerine entegre edilmesi, bu durumun normalleşmesini ve damgalanmanın azalmasını sağlar (Sambrook Smith vd.,2019; WHO, 2022).
- **Saygılı Bakım:** Kadınların mahremiyet, haysiyet ve özerklik haklarını güvence altına alan bir yaklaşımı ifade eder. Sağlık çalışanlarının fiziksel istismar, sözlü taciz veya rıza dışı bakım gibi olumsuz davranışlardan kaçınması esastır. Hizmet sağlayıcılar bu konuda eğitilmeli ve kadınlar, kötü muameleyi anonim olarak bildirebilecekleri mekanizmalar hakkında bilgilendirilmelidir (Afulani vd.,2019; WHO, 2022).

Ruh Sağlığını Teşvik ve Koruma

Ruh sağlığı koşullarının hem teşvik edilmesi hem de önlenmesi, fiziksel ve psikolojik sıkıntıları azaltabilir ve bireyler, aileler, sağlık sistemi ve ötesi için insani ve mali kaynakları koruyabilir (Kending vd.,2017).

Ruh sağlığının teşviki, insanların kişisel becerilerini veya başa çıkma stratejilerini geliştirmelerinde ve halihazırda sahip oldukları becerileri güçlendirmelerinde (örn. koruyucu faktörler) desteklenmelerini içerir. Teşvik aynı zamanda ruhsal esenliği destekleyecek ortamların yaratılmasını da içerir. Bunlar arasında istihdam yaratmaya yönelik sosyal politikalar ve stratejiler, şiddetin önlenmesi ve azaltılması, kadınların ve kız çocuklarının eğitiminin desteklenmesi ve ayrımcılık karşıtı girişimler yer almaktadır (Ng'oma vd., 2020). Perinatal dönemde ruh sağlığının geliştirilmesi, kadınların toplum üyeleri, bakıcılar ve çalışanlar

olarak faaliyetlerini destekleyebilir ve kaynaklarını (örneğin gelir, sosyal bağlantılar, varlıklar) ve ruhsal esenliklerini güçlendirmeye yardımcı olabilir.

Önleme, erken müdahaleyi sağlamak için ruh sağlığı koşullarının belirtileri ve erken uyarı işaretleri hakkında farkındalık oluşturur. Amaç, ruh sağlığı koşullarıyla ilişkili semptomların gelişmesini veya kötüleşmesini durdurmaktır (Compton & Shim, 2020).

Kadınların bu hizmetlerle birçok teması olduğundan, AÇS hizmetleri perinatal dönemde kadınlar için ruh sağlığının hem geliştirilmesinde hem de önlenmesinde hayati bir rol oynayabilir. Teşvik ve önleme, bakım yolunun bir parçası olabilecek gayri resmi destek hizmetleri tarafından toplumda da sağlanabilir. Çoğu AÇS hizmet sağlayıcısı türü, ebeler, toplum sağlığı çalışanları ve akranlar dahil olmak üzere PRS koşullarını teşvik etmek ve önlemek için eğitilebilir ve desteklenebilir. AÇS hizmet sağlayıcıları, bekleme odası görüşmeleri, topluluk sosyal yardımları, perinatal ve çocuk sağlığı kampanyalarının bir parçası olarak zihinsel sağlığı geliştirme ve önleme müdahaleleri sağlayabilir (WHO,2022).

- **Psikoeğitim:** Psikoeğitim, zihinsel sağlık koşulları ve zihinsel refahı desteklemenin yolları hakkında bilgi paylaşımını içerir (Park vd., 2020). Kadınlara semptomları tanımalarını ve gerekirse yardım almalarını sağlar. Ruh sağlığı sorunları olan kadınların “tembel” veya “kötü” ebeveyn veya eş oldukları inancı da dahil olmak üzere damgalamanın ele alınmasını içerir. Ayrıca kadınlara, sağlıklı atılganlık, yaşamlarının her alanında saygılı davranılma haklarını anlama ve cinsiyete dayalı kısıtlamaların zararlı olduğunu anlama dahil olmak üzere psikolojik zarara karşı koyma becerileri sağlar. Öz bakım ve baş etme stratejileri, mevcut tedavi seçenekleri, faydaları ve olası yan etkileri hakkında bilgi paylaşılır. Bir kadın tarafından izin verilirse, psikoeğitim eşini ve yakın ailesini içerebilir ve içermelidir. Aile üyeleri için psikoeğitim, perinatal dönemde bir kadını destekleme hakkında bilgi içermelidir (WHO,2022).
- **Stres yönetimi:** Yüksek düzeyde stres veya sürekli stresli koşullarda yaşamak zihinsel ve zihinsel sağlığı etkileyebilir. İnsanlar doğal olarak stresle başa çıkmanın yollarını geliştirir; Bununla birlikte, bazı insanlar bu stratejilerin ne zaman yararlı olduğunu (örneğin, güvenilir bir arkadaşla konuşmak, doğada veya meditasyonda veya duada sessiz vakit geçirmek, yaratıcı aktiviteler, egzersiz yapmak) ve ne zaman yararsız olduklarını (örneğin alkol veya uyuşturucu kullanmak) fark etmeyebilir.. Farkındalık pratiği, rahatlama ve nefes egzersizleri yardımcı olabilir. Perinatal dönemde stres yönetimi egzersizleri, destek grupları, ebeveyn kulüpleri veya doğum öncesi sınıfları mevcutsa ve kolaylaştırıcılar bunları uygulamak için eğitilmişse, bunlara kolayca entegre edilebilir. DSÖ'nün stres yönetimi yayını, SH+ (Self-Help Plus) programının bir parçası olan Stres Zamanlarında Önemli Olanı Yapmak da stres yönetimi için kadınlara faydalı olabilir (WHO,2021; WHO, 2022)
- **Sosyal desteğin güçlendirilmesi:** Sosyal destek, duygusal destek (örneğin, kişinin sorunlarını veya duygularını paylaşmak, başkalarından nezaket ve saygı duymak) veya arkadaşlardan, aileden veya topluluk üyelerinden pratik destek (örneğin, çocuk bakımı, yemek sağlama) olabilir. Zihinsel sağlık sorunları yaşayan kadınlar sosyal desteği kullanmakta zorlanabilirler. Kendilerini çok yorgun, değersiz hissedebilir veya desteğin faydalı olmayacağından veya verilmeyeceğinden korkabilirler. Bu, zihinsel sağlıklarını kötüleştirebilecek daha fazla izolasyona neden olabilir. AÇS hizmet sağlayıcıları, kadınların çevrelerindeki destek isteyebilecekleri kişileri belirlemelerine ve onlarla bağlantı kurmalarına yardımcı olmada önemli bir rol oynayabilir (Edward vd., 2015; WHO,2022).

- **İşleyiş ve yaşam becerilerinin geliştirilmesi:** PRS problemleri olan kadınlar günlük yaşamlarında kendilerine ve bebeklerine bakmak için zorlanabilirler. AÇS hizmetleri, kadınlara bu görevlerinde yardımcı olmak için yaşam becerilerinin (ebeveynlik davranışları, problem çözme ve iletişim becerileri, duygu yönetimi gibi) öğretilmesi veya geliştirilmesinin desteklenmesi ve sosyal faaliyetlere katılım (ihtiyacı olan diğer insanlara destek olmak, toplum projelerine katılmak, inanç temelli faaliyetler, öz bakım) gibi bir dizi faaliyet düzenleyebilir (WHO,2022).
- **Ruh sağlığı problemlerini tanımak:** Ruh sağlığı sorunlarının tanınması veya tespiti, PRS bakımının hayati bir yönüdür. Ancak onları tanımak zor olabilir. Kadınlar, zihinsel sağlık koşullarının damgalanması nedeniyle zorlukları hakkında konuşmaktan utanabilir veya tereddüt edebilir. Ayrıca semptomlarının normal olduğunu, zihinsel bir sağlık durumuna atfedebileceğini veya yardım edilemeyeceğini hissedebilirler. Sağlık hizmeti sunucuları, kadınlara ruh sağlığı sorunları hakkında soru sorma konusunda güven eksikliği yaşayabilir, hangi desteğin mevcut olduğu konusunda emin olmayabilir veya bu tür sorunlarla başa çıkmanın çok fazla zaman ve enerji alacağından endişe edebilir. Olağan bakımın bir parçası olarak, AÇS hizmeti sağlayıcıları kadınların iyi olma halini, hayatlarındaki stres faktörlerini ve depresif semptomları sormalıdır (WHO,2022).
- **Tarama araçlarını kullanma:** Ruh sağlığı taraması, kadınlara zihinsel bir sağlık sorunu olasılıklarının olup olmadığını belirlemek için bir dizi standartlaştırılmış soru sormayı içerir . Tarama, eğitilmiş bir toplum sağlığı çalışanı, ebe veya başka bir AÇS hizmeti sağlayıcısı tarafından yapılabilir. Okuryazar olan kadınlar bir tarama aracını kendi başlarına tamamlayabilirler. Kullanılan herhangi bir tarama aracı yerel bağlama ve kültüre uyarlanmalı ve perinatal dönemde kadınların gerçeklerini yansıtmalıdır. Hasta Sağlığı Anketi, Edinburgh Doğum Sonrası Depresyon Ölçeği ve Whooley soruları uluslararası tarama araçlarına örnektir (Ali vd, 2016; Howard vd., 2018) . Olası zihinsel sağlık sorunları için puanlama sınırları farklı ortamlarda farklılık gösterebilir. Mümkün olduğunda, yerelde (veya benzeri) geliştirilmiş, uyarlanmış, çevrilmiş veya test edilmiş bir araç seçilmelidir. Tarama sonucu zihinsel sağlık problemi çıkması klinik bir tanı değil kadının zihinsel bir sağlık problemi yaşama şansının yüksek olduğunu gösterir. Zihinsel sağlık problemi yaşama şansının yüksek olan kadınlar, tanı konusunda eğitilmiş bir psikiyatrist veya başka bir ruh sağlığı uzmanı (örneğin, klinik psikolog, psikiyatri hemşiresi) tarafından tanısal bir değerlendirmeye alınmalıdır (WHO,2022).
- **Zayıf PRS için risk faktörlerinin belirlenmesi:** Sosyal belirleyiciler ve diğer faktörler, kötü ruh sağlığı için artan risklerle bağlantılıdır. Kadınlarla görüşmeler sırasında şiddet, madde kullanımı, yoksulluk, zayıf sosyal destek ve diğer risk faktörlerini belirlemeye yönelik soruları dahil etmek faydalı olabilir (WHO,2022).

TEDAVİ

Farmakolojik tedavi içermeyen psikolojik müdahalelerin amacı, bir kişinin ruh sağlığı problemini azaltmak veya yönetmektir. Psikolojik müdahalelerin AÇS hizmetlerine katılan kadınlar üzerindeki olumlu etkisine dair kanıtlar giderek artmaktadır (Singla vd., 2017; Abbas-Dick vd., 2019). Geçmişte psikolojik müdahaleler birçok seansta sadece ruh sağlığı uzmanları tarafından sağlanıyordu. Fakat artık, genel sağlık hizmeti sağlayıcıları, toplum sağlığı çalışanları ve hatta akran eğitimcileri de dahil olmak üzere diğer birçok hizmet sağlayıcı, bu müdahaleleri (bir ruh sağlığı uzmanının gözetiminde) birkaç seansta uygulamak üzere

eğitilmektedir. DSÖ mhGAP (Mental Health Gap Action Programme - Ruh Sağlığı Boşluğu Eylem Programı) müdahale kılavuzu (WHO, 2016) ve ilgili eğitim ve operasyon kılavuzları, uzman olmayan ortamlarda ruh sağlığı hizmetlerinin sunulmasına ilişkin ayrıntılı bilgi sağlamaktadır (WHO,2022).

Zihinsel sağlık problemi varlığından şüphelenilen veya teşhis edilen tüm kadınlara psikoeğitim, stresi azaltmanın ve sosyal desteği güçlendirmenin yolları hakkında bilgi ve zihinsel refahlarını destekleyecek günlük aktivitelere katılmaya teşvik verilmelidir. Özel ruh sağlığı problemlerini hedef alan müdahaleler, mümkün olduğunda AÇS hizmetleri içinde veya uygun şekilde yönlendirmeler yoluyla dışarıdan sağlanmalıdır (WHO,2022).

Hafif semptomları olan problemler: Depresyon veya anksiyete gibi yaygın zihinsel sağlık sorunlarından şüphelenilen perinatal dönemde kadınlara yönelik kısa psikolojik müdahaleler , eğitilmiş AÇS hizmet sağlayıcıları tarafından sağlanabilir. DSÖ, bu konuda kanıta dayalı müdahalelerin kullanımına ilişkin kılavuzlar yayınlamıştır. Bu kılavuzlar;

- Sağlıklı Düşünmek (Thinking healthy, 2015) (perinatal depresyon)
- Sorun Yönetimi + (PM+, 2016) (depresyon, anksiyete ve stres)
- Kişilerarası Grup Terapi (IPT, 2020) (depresyon)
- Kendi Kendine Yardım + (SP+, 2021) (stres) şeklindedir.

Orta ila şiddetli semptomları olan problemler: Ağır ruh sağlığı sorunları arasında psikoz, bipolar bozukluk, intihar eğilimi ve şiddetli depresyon bulunmaktadır ve düşünme sorunları ve davranış bozuklukları ile karakterizedir. Orta ila şiddetli akıl sağlığı sorunları olan kadınlar, en az 2 hafta boyunca çoğu zaman günlük faaliyetlerini (bebeklerinin bakımı da dahil olmak üzere) gerçekleştirme becerilerini önemli ölçüde etkileyen çeşitli ruh sağlığı sorunları belirtilerine sahiptir. Bu sorunlar genellikle ruh sağlığı uzmanları tarafından verilen veya denetlenen daha yoğun müdahaleler gerektirir (Tablo 1)

Tablo 1. Ruh sağlığı koşullarının tedavisi için kanıta dayalı müdahaleler (WHO,2022)

Ruh sağlığı sorunu	Müdahale	Tanım
Depresyon	Davranışsal harekete geçirme	Mevcut düşük ruh haline rağmen, görev odaklı ve eskiden keyif alınan faaliyetlere yeniden katılım sağlayarak ruh halini iyileştirmeye yönelik psikolojik tedavi. Tek başına bir tedavi olarak kullanılabilmesi gibi bilişsel davranış terapisinin (BDT) de bir bileşenidir
	Gevşeme eğitimi	Rahatlama oluşturmak için nefes egzersizleri gibi teknikler konusunda eğitim.
	Kişilerarası terapi	Depresif belirtiler ile kişilerarası sorunlar, özellikle de yas, anlaşmazlıklar, yaşam değişiklikleri ve sosyal izolasyonu içeren sorunlar arasında bağlantı kurarak uygulanan psikolojik tedavidir. “Kişilerarası psikoterapi” olarak da bilinir.
Depresyon Anksiyete	Ebeveynlik becerileri eğitimi	Bakım verme davranışını değiştirmeye ve etkili bakım verme stratejilerini kullanma konusunda güveni güçlendirmeye yönelik bir grup tedavi programıdır. Çocuk ve ergenlerin davranış ve işlevlerini iyileştirmek için bakımverene duygusal iletişim, olumlu bakıcı-çocuk etkileşim becerileri ve olumlu pekiştirme yöntemlerinin öğretilmesini içerir.

Depresyon Kendine zarar verme İntihar	Problem çözme tedavisi	Birkaç seanslık sistematik problem tanımlama ve problem çözme tekniklerini içeren psikolojik tedavidir.
Depresyon Madde kullanım bozukluğu Psikozlar Travma Kendine zarar verme İntihar	Bilişsel davranışçı terapi (BDT)	Bilişsel bileşenleri (örneğin, gerçekçi olmayan olumsuz düşünceleri tanımlayarak ve bunlara meydan okuyarak farklı düşünmek için) ve davranışsal bileşenleri (farklı şeyler yapmak, örneğin bir kişinin daha ödüllendirici faaliyetler yapmasına yardımcı olmak) içeren psikolojik tedavidir.
Madde kullanım bozukluğu	Acil durum yönetimi terapisi	Tedaviye katılma ve zararlı madde kullanımından kaçınma gibi belirli istenen davranışları ödüllendirmeye yönelik yapılandırılmış bir yöntemdir. İstenen davranışa yönelik ödüller, doğal ödüller yerleştikçe zaman içinde azaltılır.
	Motivasyon geliştirme terapisi	Yapılandırılmış terapi (dört seans). Değişimi motive etme yaklaşımı, motivasyonel görüşmedir, yani insanları algılanan faydalar ve zararlar, değerler dahil olmak üzere madde kullanımları hakkında bir tartışmaya dahil etmek, direniş varsa tartışmadan kaçınmak ve insanları hedeflerine kendileri karar vermeye teşvik etmektir.
Psikozlar, Madde kullanım bozukluğu	Aile danışmanlığı veya terapisi	Danışmanlık genellikle aylar boyunca altıdan fazla planlanmış oturumda verilir. Bireysel ailelere veya aile gruplarına verilmeli ve mümkünse ruh sağlığı sorunu olan kişiyi de içermelidir. Destekleyici ve eğitici veya tedavi edici işlevleri vardır. Genellikle müzakere edilmiş problem çözme veya kriz yönetimini içerir.
Travma sonrası stres bozukluğu	Göz hareketleriyle duyarsızlaştırma ve yeniden işleme	Bu terapi, olumsuz düşünce, duygu ve davranışların işlenmemiş travmatik anıların bir sonucu olduğu fikrine dayanır. Tedavi, tekrarlanan göz hareketleri şeklinde iki taraflı uyarım sağlarken travma sonrası stres bozukluğu çağrışımlarına odaklanmak için standartlaştırılmış prosedürleri içerir.

PROGRAMLARIN ENTEGRASYONU

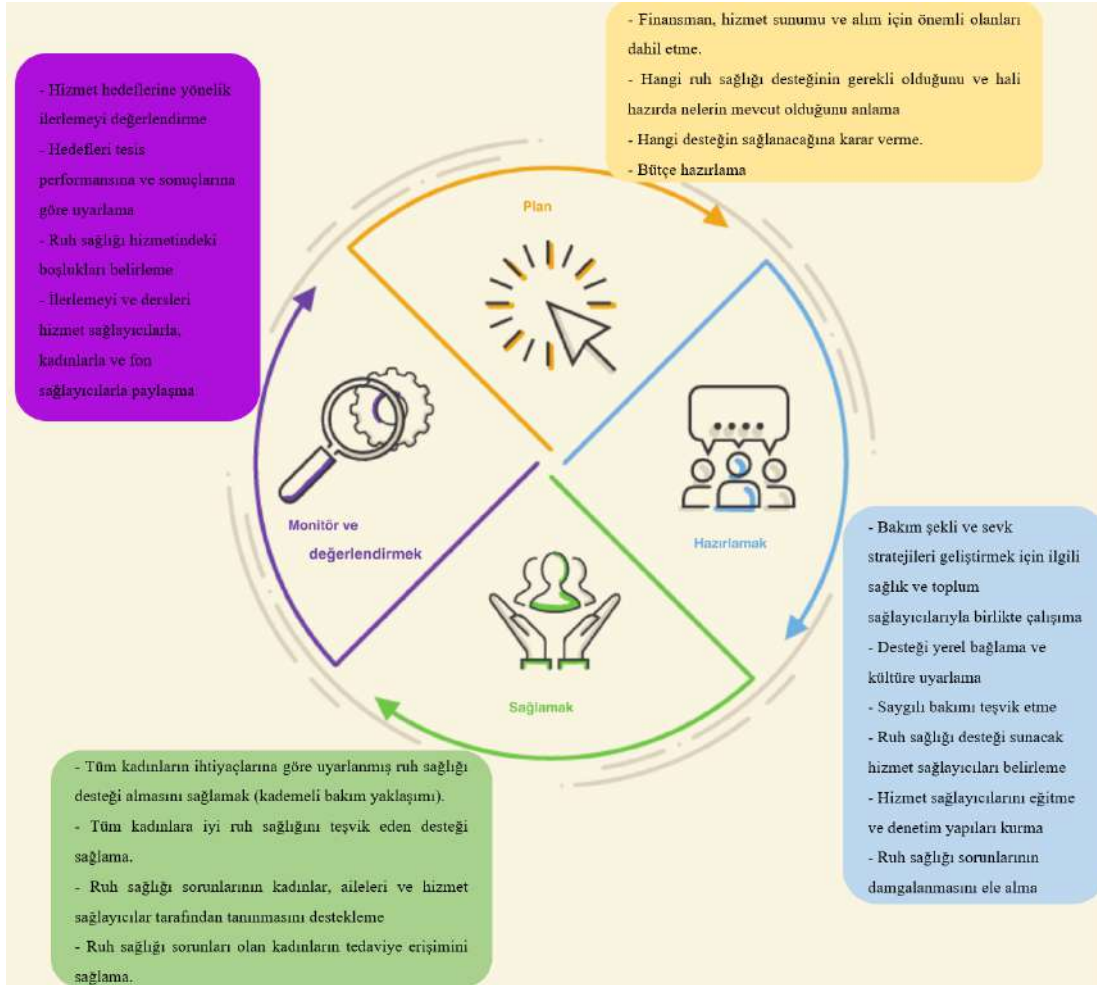
Perinatal Ruh Sağlığı (PRS) müdahalelerinin mevcut Anne ve Çocuk Sağlığı (AÇS) sistemine entegrasyonu; statik bir aktarım değil, dinamik ve döngüsel bir yönetim sürecidir. Bu süreç; planlama, hazırlık, uygulama ve sürekli denetim basamaklarından oluşan bir ekosistem olarak ele alınmalıdır (WHO,2022).

Entegrasyon Döngüsü ve Yönetim Süreçleri

PRS hizmetlerinin sürdürülebilirliği, Şekil 1’de sunulan dört temel aşamanın disiplinler arası bir yaklaşımla işletilmesine bağlıdır:

- **Planlama (Stratejik Analiz):** Entegrasyonun ilk adımı, finansman kaynaklarının belirlenmesi ve mevcut ruh sağlığı destek mekanizmalarının analizidir. Bu aşamada, hangi hizmetin hangi düzeyde sunulacağına dair bütçelendirilmiş bir yol haritası oluşturulur.
- **Hazırlama (Kapasite Geliştirme ve Adaptasyon):** Müdahalelerin yerel kültüre ve sosyal bağlama uyarlanması başarının anahtarıdır. Sağlık çalışanlarının eğitimi, sevk protokollerinin oluşturulması ve "Saygılı Bakım" ilkelerinin hizmet içi eğitimlere dahil edilmesi bu aşamada gerçekleşir.

- **Sağlama (Uygulama):** Kademeli bakım yaklaşımıyla, her kadının ihtiyacına uygun desteğe (teşvikten tedaviye kadar) erişimi sağlar. Toplum temelli farkındalık çalışmalarıyla ruh sağlığı sorunlarının tanınması desteklenir.
- **Monitör ve Değerlendirme (Kalite Yönetimi):** Hedeflere yönelik ilerleme düzenli olarak ölçülmelidir. Hizmet sağlayıcılardan ve kadınlardan alınan geri bildirimler, programın performansını iyileştirmek ve sistemdeki boşlukları belirlemek için kullanılır.



Resim 1. PRS'yi anneye entegre etme adımları ve çocuk sağlığı hizmetleri (WHO,2022)

Paydaş Katılımı ve Katılımcı Tasarım

Saha deneyimleri (Örn: Kenya ve Mozambik vakaları), müdahalelerin sadece klinik bir çerçevede değil, sosyal bir bağlamda tasarlanması gerektiğini göstermektedir. Ergen anneler gibi hassas gruplara yönelik müdahalelerde; eşler, aileler, dini liderler ve toplum önderlerinin sürece dahil edilmesi, müdahalenin kültürel kabul edilebilirliğini artırmaktadır (Taylor Salisbury vd., 2021; WHO,2022).

Ancak paydaş katılımı sürecinde güç dinamikleri (yaş, cinsiyet, statü) dikkatle yönetilmelidir. Özellikle dezavantajlı grupların seslerini duyurabilmesi için güvenli alanlar oluşturulmalı ve paydaşlar arasındaki olası gerilimlerin ifade özgürlüğünü kısıtlamasına izin verilmemelidir (WHO,2022).

İş Gücü Kapasitesinin Güçlendirilmesi ve Eğitim

Entegrasyonun en kritik bileşeni, birinci basamak sağlık çalışanlarının yetkinlik kazanmasıdır. Nijerya örneğinde görüldüğü üzere, "Eğiticilerin Eğitimi" (ToT) modeliyle ruh sağlığı farkındalığının artırılması mümkündür (Makanjuola vd, 2012).

- **Eğitim Çıktıları:** Yapılandırılmış eğitim programları, sağlık personelinin ruh sağlığı konusundaki bilgi düzeyini (örn: %60'tan %74'e yükseliş) artırmakta ve olumsuz tutumları/damgalamayı azaltmaktadır.
- **Sürdürülebilirlik Zorlukları:** Sosyo-kültürel inançlar ve kemikleşmiş damgalamalarla mücadele, kısa süreli eğitimlerin ötesinde, sürekli denetim (süpervizyon) ve uzun vadeli takip mekanizmaları gerektirmektedir (WHO, 2022).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Perinatal Ruh Sağlığı hizmetlerinin AÇS süreçlerine entegrasyonu, güncel halk sağlığı yaklaşımlarının temel bir bileşeni olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma kapsamında ele alınan müdahale modelleri ve saha uygulamaları, etkili bir entegrasyonun üç temel bileşen üzerine inşa edilmesi gerektiğini göstermektedir. Öncelikle, kademeli bakım (stepped care) modeli, kaynakların etkin kullanımını sağlayan temel bir yaklaşım olarak benimsenmelidir. Bu model kapsamında, düşük riskli vakalara yönelik temel psikososyal destek hizmetleri sunulurken, orta ve yüksek riskli vakalarda daha yoğun ve uzmanlaşmış müdahalelere yönlendirme yapılması gerekmektedir. İkinci olarak, kültürel uyarlanabilirlik ve saygılı bakım yaklaşımı, hizmet sunumunun merkezinde yer almalıdır. Müdahalelerin, toplumun değerleri, inanç sistemleri ve sosyokültürel özellikleri dikkate alınarak planlanması; damgalanmanın azaltılmasına, hizmete erişimin artmasına ve kadınların bakım süreçlerine daha aktif katılımına katkı sağlayacaktır. Üçüncü olarak, multisektörel paydaş katılımı, perinatal ruh sağlığı hizmetlerinin sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir. Sağlık profesyonellerinin yanı sıra yerel yöneticiler, sivil toplum kuruluşları, aileler ve toplum liderlerinin sürece dahil edilmesi, müdahalelerin toplumsal kabulünü güçlendirmekte ve hizmetlerin etkinliğini artırmaktadır.

Dünya Sağlık Örgütü, PRS hizmetlerinin AÇS sistemine entegrasyonunu "ayrılmaz ve doğal bir bileşen" olarak tanımlamakta ve bu yaklaşımı birinci basamak sağlık hizmetlerinin güçlendirilmesinde temel bir strateji olarak önermektedir. Bu doğrultuda, sağlık personelinin sürekli eğitimlerle desteklenmesi (eğiticilerin eğitimi modeli), kültürel duyarlılığı yüksek ve kapsayıcı bakım protokollerinin geliştirilmesi ve anne-bebek ikilisine yönelik koruyucu müdahalelerin rutin hizmetler içine entegre edilmesi gerekmektedir. Sonuç olarak, perinatal ruh sağlığının etkin yönetimi yalnızca anne sağlığını değil, çocuk gelişimini ve toplumun genel sağlık düzeyini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle PRS hizmetlerinin AÇS süreçlerine stratejik entegrasyonu, hem maliyet-etkin hem de sürdürülebilir bir halk sağlığı yaklaşımı olarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

WHO. (2022). WHO guide for integration of perinatal mental health in maternal and child health services. Erişim: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240057142> Erişim tarihi: 02.01.2025

Taylor Salisbury, T., Atmore, K. H., Nhambongo, I., Mintade, M., Massinga, L., Spencer, J., Luis, A., Macicame, P., Chiau, R., Memane, S., Billot, L., Bauld, L., Hilarião, G., ve O'Mahen, H. (2021). Integrating human-centred design into the development of an intervention to improve the mental wellbeing of young women in the perinatal period: The Catalyst project. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 21(1), Makale 183. <https://doi.org/10.1186/s12884-021-03657-z>

Makanjuola, V., Doku, V., Jenkins, R., ve Gureje, O. (2012). Impact of a one-week intensive “training of trainers” workshop for community health workers in south-west Nigeria. *Mental Health in Family Medicine*, 9(1), 33–38.

Singla, D. R., Kohrt, B. A., Murray, L. K., Anand, A., Chorpita, B., ve Patel, V. (2017). Psychological treatments for the world: Lessons from low- and middle-income countries. *Annual Review of Clinical Psychology*, 13, 149–181. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032816-045006>

Abbass-Dick, J., Brown, H. K., Jackson, K. T., Rempel, L., ve Dennis, C. L. (2019). Perinatal breastfeeding interventions including fathers/partners: A systematic review of the literature. *Midwifery*, 75, 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.midw.2019.04.001>

Çevik, A. (2024). Ebe liderliğinde Pender'in Sağlığı Geliştirme Modeline dayalı verilen eğitimin göçmen kadınların perinatal mental sağlığı üzerine etkisi. Doktora tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana.

National Health Service (t.y.). Perinatal mental health. Erişim: <https://www.england.nhs.uk/mentalhealth/perinatal/> Erişim tarihi: 18.03.2026.

Zivin, K., Zhong, C., Rodríguez-Putnam, A., Spring, E., Cai, Q., ve Miller, A. (2024). Suicide mortality during the perinatal period. *JAMA Network Open*, 7(6), e2418887. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.18887>

Murat Öztürk, D. (2023). Gebelik Döneminde Ruh Sağlığı. Üstün, G. Kadın Ruh Sağlığı. 1.Basım, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

World Health Organization (2016). mhGAP intervention guide for mental, neurological and substance use disorders in non-specialized health settings: mental health Gap Action Programme (mhGAP), version 2.0. World Health Organization. <https://iris.who.int/handle/10665/250239>

Ho, F. Y., Yeung, W. F., Ng, T. Y. et al. (2016). The Efficacy and Cost-Effectiveness of Stepped Care Prevention and Treatment for Depressive and/or Anxiety Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sci Rep* 6, 29281. <https://doi.org/10.1038/srep29281>

Sambrook Smith, M., Lawrence, V., Sadler, E., ve Easter, A. (2019). Barriers to accessing mental health services for women with perinatal mental illness: Systematic review and meta-synthesis of qualitative studies in the UK. *BMJ Open*, 9(1), Makale e024803. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-024803>

- Afulani, P. A., Phillips, B., Aborigo, R. A., ve Moyer, C. A. (2019). Person-centred maternity care in low-income and middle-income countries: Analysis of data from Kenya, Ghana, and India. *The Lancet Global Health*, 7(1), e96–e109. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30403-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30403-0)
- Kendig, S., Keats, J. P., Hoffman, M. C., Kay, L. B., Miller, E. S., Moore Simas, T. A., Davidson, C. L., Bernhard, K. T., Strickland, C., ve Lemieux, L. A. (2017). Consensus bundle on maternal mental health: Perinatal depression and anxiety. *Obstetrics & Gynecology*, 129(3), 422–430. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000001902>
- Edward, K., Castle, D., Mills, C., Davis, L., ve Casey, J. (2015). An integrative review of paternal depression. *American Journal of Men's Health*, 9(1), 26–34. <https://doi.org/10.1177/1557988314523538>
- Ng'oma, M., Bitew, T., Kalyo-Utete, M., Hanlon, C., ve Honikman, S. (2020). Perinatal mental health around the world: Priorities for research and service development in Africa. *BJPsych International*, 17(3), 56–59. <https://doi.org/10.1192/bji.2020.12>
- Compton, M. T., ve Shim, R. S. (2020). Mental illness prevention and mental health promotion: When, who, and how. *Psychiatric Services*, 71(9), 981–983. <https://doi.org/10.1176/appi.ps.201900595>
- Park, S., Kim, J., Oh, J., ve Ahn, S. (2020). Effects of psychoeducation on the mental health and relationships of pregnant couples: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Nursing Studies*, 104, Makale 103439. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstud.2019.103439>
- WHO. (2021). Self help plus (SH+). A group-based stress management course for adults. Erişim: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240035119>, Erişim tarihi: 18.03.2026
- Ali, G. C., Ryan, G., ve De Silva, M. J. (2016). Validated screening tools for common mental disorders in low and middle income countries: A systematic review. *PLoS One*, 11(6), Makale e0156939. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156939>
- Howard, L. M., Ryan, E. G., Trevillion, K., Anderson, F., Bick, D., Bye, A., Hunter, R., McNab, S., Milgrom, J., Pickles, A., Simpson, A., ve Demilew, J. (2018). Accuracy of the Whooley questions and the Edinburgh Postnatal Depression Scale in identifying depression and other mental disorders in early pregnancy. *The British Journal of Psychiatry*, 212(1), 50–56. <https://doi.org/10.1192/bjp.2017.9>
- Thinking healthy (2015). A manual for psychological management of perinatal depression. Erişim: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-MSD-MER-15.1>,
- Group interpersonal therapy (IPT) for depression. Geneva: World Health Organization; 2020 (<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/250219/WHO-MSD-MER-16.4-eng.pdf>).
- Problem management plus (PM+): Individual psychological help for adults impaired by distress in communities exposed to adversity. Geneva: World Health Organization; 2016 <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-MSD-MER-16.2>,
- Self help plus (SH+). A group-based stress management course for adults. Geneva: World Health Organization; 2021 (<https://www.who.int/publications/i/item/9789240035119>,

FARKLI KULLANIM ÖMRÜNE SAHİP AHŞAP MALZEMELERDE DENGE RUTUBET MİKTARI VE TAM KURU YOĞUNLUKLARDAKİ DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF CHANGES IN EQUILIBRIUM MOISTURE CONTENT AND OVEN-DRY
DENSITY IN WOODEN MATERIALS WITH DIFFERENT SERVICE LIVES

Özkan BAL

Karabük Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Karabük,
TÜRKİYE

ORCID: 0009-0009-1313-6904

Prof. Dr. Şeref KURT

Karabük Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Karabük,
TÜRKİYE

ORCID: 0000-0003-1178-2581

Dr. Süleyman ÖZCAN

Karabük Üniversitesi, Safranbolu Fethi Toker Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi End. Tas.
Bölümü, Karabük, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0003-3583-7911

ÖZET

Ahşap yapılar; geçmişin mimari, sanatsal ve kültürel etkilerini barındıran, toplumların yaşam biçimleri ile tarihsel kimliğini yansıtan ve geçmişin izlerini günümüze taşıyan önemli kültürel miras öğeleridir. Organik ve higroskopik bir malzeme olan ahşap, çevresindeki bağıl nem değişimlerine doğrudan tepki vererek boyutsal değişikliğe uğramaktadır. Özellikle selüloz ve hemiselüloz bileşenlerinde bulunan hidroksil (OH-) gruplarındaki azalma, her yıl gerçekleşen adsorpsiyon-desorpsiyon süreçleriyle devam etmekte ve malzemenin su tutma kapasitesi azalmaktadır. Yapılan bu çalışmada, Trabzon ve Ordu illerinde bulunan toplam 21 adet ahşap yapıdan (10 adet Ladin, 11 adet Kestane) örnekler alınmıştır. Yaşları yaklaşık olarak bilinen bu yapılardan alınan örneklerin tam kuru yoğunluk ve denge rutubet miktarları, ilgili standartlara (TS 2472 ve TS 2471) göre tespit edilmiştir. Sonuç olarak, kullanım ömrü uzun olan yapılardan alınan ahşap örneklerinin denge rutubet miktarlarında ve tam kuru yoğunluklarında azalmalar olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ahşap Yapılar, Kültürel Miras, Denge Rutubet Miktarı, Tam Kuru Yoğunluk, Yaşlanmış Ahşap.

ABSTRACT

Wooden structures are significant cultural heritage elements that harbor the architectural, artistic, and cultural textures of the past, reflect the lifestyles and historical identities of societies, and carry the traces of the past to the present. As an organic and hygroscopic material, wood directly reacts to changes in relative humidity in its environment, undergoing dimensional changes. In particular, the decrease in hydroxyl (OH-) groups found in the cellulose and hemicellulose components continues through annual adsorption-desorption processes, which consequently reduces the water-holding capacity of the material. In this study, samples were collected from a total of 21 wooden structures (10 Spruce, 11

Chestnut) located in the provinces of Trabzon and Ordu. The ages of these structures are approximately known. The oven-dry density and equilibrium moisture content of the collected samples were determined in accordance with the relevant standards (TS 2472 and TS 2471). As a result, it was determined that both the equilibrium moisture content and the oven-dry density of the samples taken from structures with a long service life decreased.

Keywords: Wooden Structures, Cultural Heritage, Equilibrium Moisture Content, Oven-Dry Density, Aged Wood.

1. GİRİŞ Ahşap malzeme geleneksel mimarinin vazgeçilmez bir parçası olarak, yüksek mukavemeti, estetik görünümü ve işlenme kolaylığı gibi sahip olduğu üstün özellikleri sayesinde yüzyıllar boyunca yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. Tarihi yapılarda sıklıkla kullanılan ahşap malzemeler kullanım ömrü boyunca ortam değişkenlerinin etkisine maruz kalmaktadır. Ahşap organik ve higroskopik bir materyal olduğu için çevresindeki bağıl nem ve sıcaklık değişimlerine, ortamla denge rutubetine ulaşana kadar nem alıp vererek (adsorpsiyon-desorpsiyon) tepki göstermesine neden olmaktadır. Ortam ile etkileşim halinde bulunan ahşap malzemelerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi özellikle uzun süreli kullanım ömrüne sahip olan ve restorasyon ihtiyaçları bulunan yapıların restorasyon süreçlerinde önem arz etmektedir. (Örs & Keskin, 2001; Topaloğlu ve ark., 2021; Sabuncu 2022).

Ahşap malzemede kullanım ömrü boyunca meydana gelen rutubet değişimleri ve ortam değişkenlerinin etkisi ile hücre çeperinde yer alan temel bileşenlerde (özellikle hemiselüloz ve selüloz) zamanla bozunmalar meydana gelir. Süreç boyunca devam eden bu döngüsel bozulmalar malzemenin polimer zincirlerinde kırılmalar ve suyu bağlayan hidroksil (OH-) gruplarındaki azalmalar ile ahşabın higroskopik kapasitesinde azalmalara neden olmaktadır. Ahşap malzemede oluşan bu kısmi bozunmalar ve ortam değişkenlerinin etkisi ile maruz kalınan nem alışverişi döngüleri, malzemede hücre yapısında bozulmalara ve bununla birlikte tam kuru yoğunluğunda azalmalara yol açmaktadır. Literatürdeki çalışmalar, bu çevresel etkilerin ve uzun süreli kullanımın malzemenin fiziksel özelliklerinde zamanla farklılaşmalara sebep olduğunu doğrulamaktadır ((Kollmann & Côté, 1968; Vurdu, Kesik, Kurtuluş, & Özkan, 2013; Nocetti 2024; Ertenli ve Köseoğlu 2024; Cavalli ve ark., 2016; Sürücü & Balaban 2025).

Bu çalışmada Trabzon ve Ordu illerinde bulunan yaşları yaklaşık olarak bilinen bu yapılardan alınan örneklerin tam kuru yoğunluk ve denge rutubet miktarlarındaki değişimleri incelenerek, ahşabın doğal yaşlanma sürecinin fiziksel özelliklere etkisi incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada Karadeniz Bölgesinde yer alan, farklı yaşlardaki toplam 21 adet tarihi ahşap yapıdan örnekler alınmıştır. Bu örneklerin 10 adedi Doğu Ladini (*Picea orientalis* L.), 11 adedi ise Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) odunundan üretilmiş yapı elemanlarından oluşmaktadır. Elde edilen numunelerin fiziksel testleri ilgili standartlara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Ahşap malzemelerin denge rutubet miktarlarının belirlenmesinde TS ISO 13061-1, tam kuru yoğunluklarının belirlenmesinde ise TS ISO 13061-2 standartlarından faydalanılmıştır. Her bir yapıya ait ahşap örneklerden 15'er adet (N=15) deney numunesi hazırlanmıştır. Elde edilen veriler istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Denge rutubet miktarı için ağaç türü ve yapının yaşının (kullanım ömrü) etkilerini belirlemek amacıyla Çok Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) uygulanmış, gruplar arası farklılıkların tespiti için Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ($p < 0,05$) kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Denge Rutubet Miktarına İlişkin Bulgular

Deneylerde kullanılan Ladin ve Kestane odunu örneklerine ait denge rutubet miktarı (DRM) testlerinden elde edilen sonuçlar ve istatistiksel veriler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Denge Rutubet Miktarına (DRM) İlişkin Betimsel İstatistikler

Ağaç Türü / Örnek	N	Ort.	St. Sapma	Ağaç Türü / Örnek	N	Ort.	St. Sapma
Ladin 1	15	0,0597	0,0030	Kestane 1	15	0,0671	0,0028
Ladin 2	15	0,0585	0,0010	Kestane 2	15	0,0610	0,0024
Ladin 3	15	0,0623	0,0015	Kestane 3	15	0,0654	0,0017
Ladin 4	15	0,0629	0,0021	Kestane 4	15	0,0699	0,0022
Ladin 5	15	0,0604	0,0012	Kestane 5	15	0,0681	0,0022
Ladin 6	15	0,0613	0,0015	Kestane 6	15	0,0635	0,0051
Ladin 7	15	0,0674	0,0233	Kestane 7	15	0,0537	0,0012
Ladin 8	15	0,0651	0,0015	Kestane 8	15	0,0569	0,0014
Ladin 9	15	0,0639	0,0021	Kestane 9	15	0,0703	0,0020
Ladin 10	15	0,0639	0,0016	Kestane 10	15	0,0659	0,0050
				Kestane 11	15	0,0607	0,0015

Kestane odunu örneklerinde ortalama denge rutubet miktarının 0,0537 (Kestane 7) ile 0,0703 (Kestane 9) arasında değiştiği; Ladin odunu örneklerinde ise bu değer 0,0585 (Ladin 2) ile 0,0674 (Ladin 7) arasında olduğu görülmektedir.

Ağaç türü ve yapıların yaşının (kullanım ömrü) DRM üzerindeki etkisini değerlendirmek için uygulanan Çok Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Denge Rutubet Miktarına İlişkin Çok Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F Değeri	Anlamlılık (Sig./p)
Ağaç Türü	0,000	1	0,000	6,210	0,013
Yıl (Kullanım Ömrü)	0,002	10	0,000	5,630	0,000
Ağaç Türü * Yıl	0,003	9	0,000	11,961	0,000

Yapılan analiz sonuçlarına göre; ağaç türünün DRM üzerindeki temel etkisi istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Aynı şekilde $p < 0,05$ anlam düzeyine göre malzemenin kullanım ömrünün (yıl) değişkeninin de anlamlı olduğu, ikili etkileşim olarak Ağaç Türü * Yıl etkileşiminin de anlamlı olduğu görülmektedir. Farklılıkların hangi örnek grupları arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Denge Rutubet Miktarı Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Örnek Kodu	N	Ort.	Duncan Sınıfı	Örnek Kodu	N	Ort.	Duncan Sınıfı
Kestane 7	15	0,0537	A	Ladin 9	15	0,0639	DEFGHI
Kestane 8	15	0,0569	AB	Ladin 10	15	0,0639	DEFGHI
Ladin 2	15	0,0585	BC	Ladin 8	15	0,0651	EFGHI
Ladin 1	15	0,0597	BCD	Kestane 3	15	0,0654	FGHIJ
Ladin 5	15	0,0604	BCDE	Kestane 10	15	0,0659	GHIJK
Kestane 11	15	0,0607	BCDEF	Kestane 1	15	0,0671	HIJK
Kestane 2	15	0,0610	BCDEF	Ladin 7	15	0,0674	HIJK
Ladin 6	15	0,0613	BCDEFG	Kestane 5	15	0,0681	IJK
Ladin 3	15	0,0623	CDEFG	Kestane 4	15	0,0699	JK
Ladin 4	15	0,0629	CDEFGH	Kestane 9	15	0,0703	K
Kestane 6	15	0,0635	DEFGHI				

Tabloda görüldüğü üzere örnekler, "A" ile "K" arasında değişen 11 farklı homojenlik grubuna ayrılmıştır. Bu geniş dağılım, aynı ağaç türü olsa dahi farklı yapılardan alınan ahşapların higroskopik davranışlarında önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir.

3.2. Tam Kuru Yoğunluğa İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında incelenen yapı örneklerine ait tam kuru yoğunluk ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Tam Kuru Yoğunluğa İlişkin Betimsel İstatistikler

Ağaç Türü / Örnek	N	Ort. (g/cm ³)	St. Sapma	Ağaç Türü / Örnek	N	Ort. (g/cm ³)	St. Sapma
Ladin 1	15	0,3833	0,0202	Kestane 1	15	0,4403	0,0195
Ladin 2	15	0,4796	0,0380	Kestane 2	15	0,5973	0,0421
Ladin 3	15	0,4157	0,0253	Kestane 3	15	0,5025	0,0388
Ladin 4	15	0,3649	0,0216	Kestane 4	15	0,5089	0,0398
Ladin 5	15	0,4393	0,0285	Kestane 5	15	0,4925	0,0364
Ladin 6	15	0,3611	0,0234	Kestane 6	15	0,5160	0,0413
Ladin 7	15	0,4727	0,0318	Kestane 7	15	0,5457	0,0459
Ladin 8	15	0,4446	0,0298	Kestane 8	15	0,5952	0,0483
Ladin 9	15	0,4572	0,0341	Kestane 9	15	0,5000	0,0380
Ladin 10	15	0,3899	0,0277	Kestane 10	15	0,4616	0,0349
				Kestane 11	15	0,4602	0,0341

Tam kuru yoğunluk değerleri incelendiğinde; Kestane örneklerinin tam kuru yoğunluklarının ortalama 0,4403 ile 0,5973 (g/cm³) aralığında, Ladin örneklerinin ise 0,3611 ile 0,4796 (g/cm³) aralığında değerler aldığı görülmektedir. Bu değerler incelendiğinde, örnekler arasında belirgin farklılıklar olduğu ve uzun kullanım ömrünün malzemenin yoğunluğu üzerinde düşüş yönünde bir etki yarattığı anlaşılmaktadır.

4. SONUÇ

Yapılan çalışmadan elde edilen veriler ve istatistiksel sonuçlar incelendiğinde; Ahşap malzemenin fiziksel özelliklerinin kullanım ömrü boyunca maruz kaldığı ortam şartlarına bağlı olarak değişime uğradığını göstermektedir. Elde edilen bulgular, Ladin ve Kestane örneklerinin alındığı yapıların kullanım ömrü uzadıkça denge rutubet miktarlarında ve tam kuru yoğunluklarında kullanım ömrüne paralel olarak azalmalar olduğunu göstermiştir.

Bu azalmaların temel nedeni olarak ahşabın yapısında bulunan ve suyu bağlama özelliği gösteren selüloz ile hemiselüloz moleküllerindeki hidroksil (OH-) gruplarının zamanla azalması gösterilebilir. Kullanım ömrü arttıkça, malzemenin higroskopik kapasitesinde aynı şekilde azalmaktadır.

Ahşabın hücre çeperindeki hidroksil (OH-) gruplarının kullanım süresine paralel olarak zamanla azalması su tutma kapasitesini düşürürken, kimyasal bileşenlerdeki yapısal bozulmalar malzemenin tam kuru yoğunluğunda kütle kayıplarına yol açtığı görülmüştür. Bu nedenlerle tarihi yapıların restorasyon ve konservasyon uygulamalarında; asırlık orijinal ahşap elemanların higroskopik davranışlarının (çalışma, daralma, denge rutubeti) güncel ahşap malzemelerden farklı olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Bilgilendirme: Bu çalışma, Özkan BAL tarafından Prof. Dr. Şeref KURT danışmanlığında Karabük Üniversitesi'nde tamamlanan "Ahşap Malzemelerin Kullanım Ömrünün Hesaplanmasında Yeni Yöntem Geliştirilmesi; Doğu Karadeniz Evlerinin İncelenmesi" (Ocak 2026) başlıklı yüksek lisans tezinden faydalanılmış olup; tezin temel verilerine ilave olarak yeni bulgular, istatistiksel analiz ve sonuçlar eşliğinde akademik yayın formatında yeniden kurgulanmıştır.

KAYNAKLAR

- Ay, N. ve Şahin, H., “Maçka-Çatak Bölgesi Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) odununun bazı fiziksel özellikleri”, *Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 1: 63–71, Artvin, (2002).
- Cavalli, A., Cibecchini, D., Togni, M., & Sousa, H. S. (2016). A review on the mechanical properties of aged wood and salvaged timber. *Construction and Building Materials*, 114, 681–687.
- Ertenli, T., & Köseoğlu, A. (2024). Geleneksel bir yapıdaki ahşap taşıyıcı sistem panelinin yanal yük kapasitesinin analizi. *Uluslararası Mühendislik ve Araştırma Dergisi (UMAGD)*, 16(1), 448–460. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/3619650>
- Hill, C. A. S. “Wood modification: Chemical, thermal and other processes” *John Wiley & Sons* (2006).
- Kollmann, F. F. P., and Côté, W. A. “*Principles of wood science and technology: Volume I – Solid wood*”, *Springer-Verlag*, Berlin, (1968).
- Nocetti, M., Aminti, G., Vicario, M., & Brunetti, M. (2024). Mechanical properties of old wood structural elements assessed by visual and machine strength grading. *Construction and Building Materials*, 411, 134418
- Örs, Y., & Keskin, H. (2001). *Ağaç malzeme bilgisi*. Atlas Yayınları.
- Sabuncu, B. (2022). *The importance of material analysis in the reuse and repair of traditional houses: The case of Düzce-Konuralp* [Master's thesis, Düzce University]. Düzce University Institutional Repository.
- Sürücü, D., & Balaban Uçar, M. (2025). Tarihi ahşap yapılarda ahşabın doğal yaşlanması: Kaynakların incelenmesi. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 12(2), 161–169. <https://doi.org/10.17568/ogmoad.1729573>
- Topaloglu, E., Ustaomer, D., Ozturk, M., & Pesman, E. (2021). Changes in wood properties of chestnut wood structural elements with natural aging. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 23, 1–12.
- Türk Standardları Enstitüsü. (2021a). *Fiziksel ve mekanik özellikler - Küçük, kusursuz odun parçaları için deney metotları - Bölüm 1: Fiziksel deneyler için rutubet miktarı tayini* (TS ISO 13061-1).
- Türk Standardları Enstitüsü. (2021b). *Fiziksel ve mekanik özellikler - Küçük, kusursuz odun parçaları için deney metotları - Bölüm 2: Fiziksel ve mekanik deneyler için yoğunluk tayini* (TS ISO 13061-2).
- Vurdu, H., Kesik, H. İ., Kurtuluş, O. Ç., & Özkan, O. E. (2013). Some physical and mechanical properties of antique and fresh cut *Pinus sylvestris* and *Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* woods. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13(2), 241-247.

**TARİHİ SAFRANBOLU EVLERİNDE KULLANILAN AHŞAP MALZEMELERİN
MUKAVEMET ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**
DETERMINING THE STRENGTH PROPERTIES OF WOODEN MATERIALS USED IN
HISTORICAL SAFRANBOLU HOUSES

Sümeyye KABA

Karabük Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Müh. Bölümü, Karabük, TÜRKİYE

ORCID: 0009-0008-9848-124X

Prof. Dr. Şeref KURT

Karabük Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Müh. Bölümü, Karabük, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0003-1178-2581

Dr. Süleyman ÖZCAN

Karabük Üniversitesi, Safranbolu Fethi Toker G.S.T.F. End. Tas. Bölümü, Karabük, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0003-3583-7911

ÖZET

Safranbolu, UNESCO Dünya Miras Listesi'nde yer alan kültürel ve tarihi öneme sahip bir ilçemizdir. Tarihi Safranbolu evleri ise, ana taşıyıcı sistemlerinde ve yapı elemanlarında ahşap malzemenin sıklıkla kullanıldığı mimarisi ile ön plana çıkmaktadır. Tüm tarihi ahşap yapılarda olduğu gibi Safranbolu evleri hizmet ömürleri boyunca çevresel ve biyotik faktörlerin etkisi altında kalmaktadır. Bu yıpratıcı süreç boyunca özellikle ahşap elemanlarda meydana gelen fiziksel ve mekanik değişimlerin belirlenmesi, sürdürülebilirlik, koruma ve restorasyon çalışmaları açısından hayati öneme sahiptir. Bu çalışmada, restorasyon aşamasındaki beş farklı tarihi yapıdan elde edilen yaklaşık 100 ile 150 yıl (100, 110, 120, 135 ve 150 yıl) hizmet ömrüne sahip sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) numunelerinin fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Tarihi yapılardan alınan örnekler ve aynı bölgeden temin edilen kontrol örnekleri; eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve dinamik eğilme direnci testlerine tabii tutulmuştur. Deney sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Ahşabın kullanım süresinin artışına bağlı olarak tüm mekanik özelliklerde, kontrol örneklerine kıyasla anlamlı derecede azalmalar tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, tarihi yapılardaki ahşap malzemelerin mukavemet değişimlerini ortaya koyarak, ahşap malzemelerin ve restorasyon süreçlerinin analizi, değerlendirilmesi, planlaması ve koruma stratejilerinin belirlenmesine katkı sunacaktır

Anahtar Kelimeler: Ağaç malzeme, Fiziksel özellikler, Mekanik özellikler, Safranbolu evleri, Restorasyon

ABSTRACT

Safranbolu is a district of cultural and historical importance included in the UNESCO World Heritage List. The historical Safranbolu houses stand out with their architecture, which frequently uses wood in their main load-bearing systems and structural elements. Like all historical wooden structures, Safranbolu houses are subject to environmental and biotic factors throughout their service life. Determining the physical and mechanical changes occurring in the wooden elements during this deteriorating process is vital for sustainability, conservation, and restoration efforts. In this study, the physical and mechanical properties of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) samples with approximately 100 to 150 years (100, 110, 120, 135, and 150 years) obtained from five different historical buildings undergoing restoration were examined. Samples taken from the historical

buildings and control samples obtained from the same region were subjected to bending strength, modulus of elasticity in bending, and dynamic bending strength tests. The experimental results were statistically evaluated. Significant decreases in all mechanical properties were detected in the wood as its lifespan increased, compared to control samples. These findings will contribute to the analysis, evaluation, planning, and determination of conservation strategies for wood materials and restoration processes by revealing the changes in strength of wood materials in historical structures.

Keywords: Wood material, Physical properties, Mechanical properties, Safranbolu houses, Restoration

1. GİRİŞ

Ahşap, kaynağı yenilenebilir, kolay ulaşılabilir ve işlenebilir bir yapı malzemesi olması nedeniyle insanlığı tarafından eski çağlardan beri yapılarda kullanılmıştır. Ahşap malzemenin ağırlığına kıyasla yüksek taşıma gücüne sahip olması, doğal ve dayanıklı olması gibi üstün özellikleri malzemenin tercih edilmesinde etkili olmuştur. Ahşap malzeme Anadolu'da kolay erişim ve zengin çeşitliliği nedeniyle farklı amaçlarla sıklıkla kullanılan ilk yapı malzemelerindendir. Anadolu'da bozulmadan ayakta duran ve M.Ö 740 tarihlerine kadar uzanan ahşap malzeme ile yapılmış mezar odalarının varlığı bilinmektedir. Anadolu'da tarihi yapılarda ahşap malzeme yapının tamamında veya farklı kısımlarında bilinçli olarak sıklıkla kullanılmıştır. (Biggs ve ark., 2016; Sürücü, 2024).

Yapılarda kullanılan ahşap malzeme çevresel, fiziksel ve mekanik etkilere maruz kalmaktadır. Bu doğal kullanım süreci malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinde bazı değişikliklere neden olmaktadır. Malzemede oluşan kayıpların belirlenmesi restorasyon ve mekânın güvenli kullanıma devam edebilmesi açısından hayati öneme sahiptir. Bu nedenle tarihi yapılarda kullanılan ahşap malzemelerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi mekânın güvenli kullanımı ve restorasyon ihtiyaçlarının belirlenebilmesi için bir zorunluluk haline gelmiştir. (Aktürk 2020; Topaloğlu ve ark., 2021; Sabuncu 2022; Sürücü & Balaban 2025).

Tarihi ahşap yapılarda kullanılan ahşap malzemelerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi için tahribatlı yöntemler sıklıkla kullanılmasına rağmen son yıllarda tahribatsız yöntemlerin kullanıldığı çalışmalarda görülmektedir. Tahribatlı yöntem ile yapılardan küçük kesitlerde örnekler alınarak test edilmekte, bu sayede yapıdaki ahşabın mukavemet özellikleri belirlenmekte ve bu değerler ile aynı bölgedeki benzer yapılardaki diğer ahşapların mukavemet özellikleri karşılaştırılabilmektedir (Nocetti 2024; Ertenli ve Köseoğlu 2024),

Yapılarda kullanılan ahşap malzemelerin değerlendirme sürecinde, yapının bulunduğu coğrafi konum, yapının taşıdığı yük durumu, yapıda kullanılan ahşap malzeme türü ve maruz kaldığı çevresel etkiler, gibi birçok faktör malzemelerin değerlendirilmesinde etkilidir. (Cavalli ve ark., 2016). Odun yoğunluğu, nem oranı, lif yönü, çevresel etki altında kalma süresi gibi parametreler tarihi yapılardaki mekanik özelliklerin belirlenmesinde etkili olmaktadır. (Çalışkan ve ark.,2019). Bununla birlikte ahşap; mantarlar, bakteriler ve böcekler gibi ahşabı tahrip eden ve ayrıştıran unsurlar tarafından zayıflatılabilir. Ahşap iklim şartları, fiziksel ve biyolojik bozucu etkilerden korunduğu takdirde uzun yıllar kullanılabilir. (Matsuo ve ark., 2011).

Tarihi ahşap yapıların mekanik özelliklerinin belirlenmesi ile ilgili farklı çalışmalar yapılmıştır. Örneğin Trabzon ilindeki tarihi yapılardan alınan ahşap örnekler üzerinde yapılan bir çalışmada dinamik eğilme, basınç ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri incelenmiş, yıllara bağlı olarak değerlerde azalmalar tespit edilmiştir (Kaba 2012). Giresun ilindeki benzer bir çalışmada ise yüz yıllık yapılardan alınan örnekler incelenmiş, eğilme mukavemeti değerlerinde azalmalar ve yoğunluk değerlerinde %20 ye varan düşüşler belirlenmiştir (Topaloğlu ve ark., 2021). Bununla birlikte tarihi yapılarda kullanılan ahşabın maruz kaldığı çevresel etkiler sonucu yüzey tabakalarında bozunduğu, ahşap yüzeyinde çizgili ve gri renk değişimlerine neden olduğu görülmektedir. (Unger ve ark., 2001).

Tarihi ve kültürel zenginlikleri ile öne çıkan ülkemizde, ahşap yapıların korunması ve onarımı büyük bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yapıların yaşatılması, kültürel ve ekonomik değeri bulunan ve sürdürülebilir bir malzeme olan ahşabın yeniden kullanımına da olanak tanımaktadır. Ahşap malzemede meydana gelen bozulmalar, mekanik özelliklerde azalmaya neden olmakla birlikte restorasyon süreçlerinde önemli sorunlar doğurmaktadır. Bu süreçlerin sağlıklı biçimde yürütülmesi için bilimsel temelli kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Geleneksel Türk ahşap mimari örneklerinin bulunduğu 1994 yılından itibaren UNESCO Dünya miras Listesi'nde yer alan ve tüm yapıları koruma altında bulunan Safranbolu evleri yöreye özgü mimari özellikleri ve kültür varlıkları ile tarihi özelliklerini gelecek nesillere aktarması açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada Tarihi öneme sahip Safranbolu evlerinde kullanılan ahşap malzemelerin yıllara bağlı olarak mukavemet özelliklerindeki değişiklikler belirlenerek tarihi ve kültürel yapıların korunması ve restorasyonuna katkıda bulunmak amaçlanmıştır. Kullanılan deney örneklerinin restorasyonu yapılan gerçek yapılardan alınmış olması laboratuvar şartlarında yaşlandırılarak yapılan deneylere kıyasla daha gerçekçi veriler elde edilmesini sağlayacak ve tarihi ahşap yapıların korunması açısından önemli bir veri kaynağı oluşturacaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma materyali olarak seçilen sarıçam örnekleri, UNESCO Dünya Miras Listesi'nde yer alan Karabük ili Safranbolu ilçesindeki tarihi yapılardan sağlanmıştır. Deney numuneleri binaların kat girişlerinden elde edilirken, kıyaslama amacıyla oluşturulan kontrol grubu da aynı coğrafi bölgeden tedarik edilmiştir. Temin edilen girişlerin dış atmosfer koşullarından etkilenmemesine özen gösterilmiştir. Çalışma kapsamında, yaşları tapu kayıtları ve yerel kaynaklarca doğrulanan 100, 110, 120, 135 ve 150 yıllık beş farklı tarihi yapıdan, her bir test grubu için 15'er adet sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) örneği hazırlanmış ve enine kesit zımparalama işlemi uygulanmıştır. Statik eğilme direnci, elastikiyet modülü değeri ve dinamik eğilme direnci (şok) testlerinde kullanılmak üzere; TS 2474 (1976) ve TS 2477 (1976) standartlarına uygun olarak 20x20x320 ±1 mm ebatlarında, her test grubu için 15 adet olacak şekilde deney numuneleri hazırlanmıştır.

2.1. Yoğunluk Tayini

Tam kuru yoğunluk analizleri, 20x20x20 mm ebatlarındaki küp numuneler üzerinde TS 2472 standardının yönergeleri esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda (δ_0) değerini tespit etmek amacıyla, örnekler 103 ± 2 °C sıcaklığa ayarlı etüvde sabit ağırlığa erişinceye kadar kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Kurutma işleminin ardından numunelerin boyutları ±0,01 mm hassasiyetli dijital kumpas yardımıyla ölçülüp hacimleri belirlenmiş; akabinde tam kuru ağırlık (M) ve hacim (V) verileri kullanılarak tam kuru yoğunluk (δ) aşağıdaki eşitlik üzerinden hesaplanmıştır.

$$\delta = \frac{M}{V} \quad (2.1)$$

Hava kurusu yoğunluk tespitinde 20x20x20 mm boyutlu örnekler kullanılmıştır. Rutubet tayini için TS 2471, yoğunluk hesaplamaları için ise TS 2472 standartları izlenmiştir. Deney numuneleri, 20 ± 2 °C sıcaklık ve %65 ± 3 bağıl nem koşullarının sağlandığı iklimlendirme kabininde yaklaşık 5-6 ay boyunca kondisyonlanarak denge rutubetine ve boyutsal kararlılığa ulaştırılmıştır. Sabit ağırlığa gelen örnekler 0,001 g hassasiyetli analitik terazide tartılmış ve ±0,01 mm duyarlılıktaki kumpasla ölçülmüştür. Elde edilen hava kurusu ağırlık (M₁₂) ve hacim (V₁₂) verileriyle, hava kurusu yoğunluk (δ_{12}) formül 2.2 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\delta_{(12)} = \frac{M_{(12)}}{V_{(12)}} \quad (2.2)$$

2.2. Eğilme Direnci

Ağaç malzemenin statik yüklere karşı gösterdiği mukavemeti ifade eden eğilme direnci testleri, malzemenin dayanım özelliklerinin belirlenmesinde kullanılır. Liflere dik yönde uygulanan eğilme direnci deneyleri TS 2474 standardına göre yürütülmüştür. Test öncesinde hava kurusu nem dengesine getirilen numunelerin en, boy ve yükseklik ölçüleri $\pm 0,01$ mm hassasiyetli dijital kumpasla kaydedilmiştir. Test düzeneğindeki silindirik mesnet açıklığı, standart gereği numune kalınlığının 13 katı (13×20 mm = 260 mm) olacak biçimde standardize edilmiştir.

Yükleme işlemi, numune yüzeyine sabit bir hızla ve üniform şekilde uygulanmış; test hızı, kırılmanın başlangıçtan itibaren 90 ± 30 saniye içinde gerçekleşeceği şekilde uygulanmıştır. Kırılma anındaki kuvvet (Fmax) okunup eğilme direnci (σ_e) aşağıdaki formüle (2.3) göre hesaplanmıştır. Deney örnekleri $20 \times 20 \times 320 \pm 1$ mm olarak hazırlanmıştır. Kırılma anında ölçülen kuvvet (Fmax) için liflere dik eğilme direnci (σ_e); aşağıdaki formülü ile hesaplanmıştır. Bu formülden:

Fmax= Numunenin kırılma noktasındaki azami kuvvet değerini (N)

l = Mesnet eksenleri arasındaki açıklığı (mm)

b = Kesit genişliğini (mm), h = kesit yüksekliğini (mm) ifade etmektedir.

$$\sigma_e = \frac{(3.F_{max}.l)}{2b.h^2} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (2.3)$$

2.3. Eğilmede Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi

Elastikiyet modülü analizlerinde TS 2478 standardı referans alınmıştır. 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\%65 \pm 5$ bağıl nem içeren iklimlendirme odasında sabit ağırlığa erişene kadar bekletilen numunelerin, elastik deformasyon sınırları içerisindeki sehim miktarları ölçülmüştür. Elastik bölgedeki sehim (eğilme) miktarı, $0,01$ mm duyarlılığa sahip dijital kumpas ile tespit edilmiş ve elastikiyet modülü (E) aşağıdaki formül kullanılarak elde edilmiştir. Bu formülden:

F1 = Birinci yük, F2 = İkinci yük, Δf = Sehim farkı (mm), b = Örnek genişliği (mm),

h = Örnek kalınlığı (mm), Ls = Mesnet açıklığı (mm) ifade etmektedir

$$E = \frac{1}{4} \cdot \frac{(F_2 - F_1).L_s^3}{\Delta f.b.h^3} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (2.4)$$

2.4. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci

Malzemenin ani darbelere karşı direncini ifade eden şok (dinamik eğilme) testleri, TS 2477 esaslarıncı 10 kgm kapasiteli sarkaçlı çekiç cihazı kullanılarak yapılmıştır. Test prensibi, belirli bir yükseklikten serbest bırakılan çekiçin sahip olduğu potansiyel enerjisinin, numuneyi kırarken harcanan kısmının belirlenmesine dayanır. Çekiçin ilk bırakıldığı yükseklik ile numuneyi kırdıktan sonra çıktığı yükseklik arasındaki fark, kırılma için sarf edilen iş miktarını verir. Dinamik eğilme direnci (σ_{DE}) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır. Bu formülden:

W: Kırılma anında harcanan iş (kgm), h: Örneğin kalınlığı (cm), b: Örneğin genişliği (cm) ifade etmektedir.

$$(\sigma_{DE}) = \frac{W}{b.h} \quad (\text{kgm/cm}^2) \quad (2.5)$$

2.5. Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

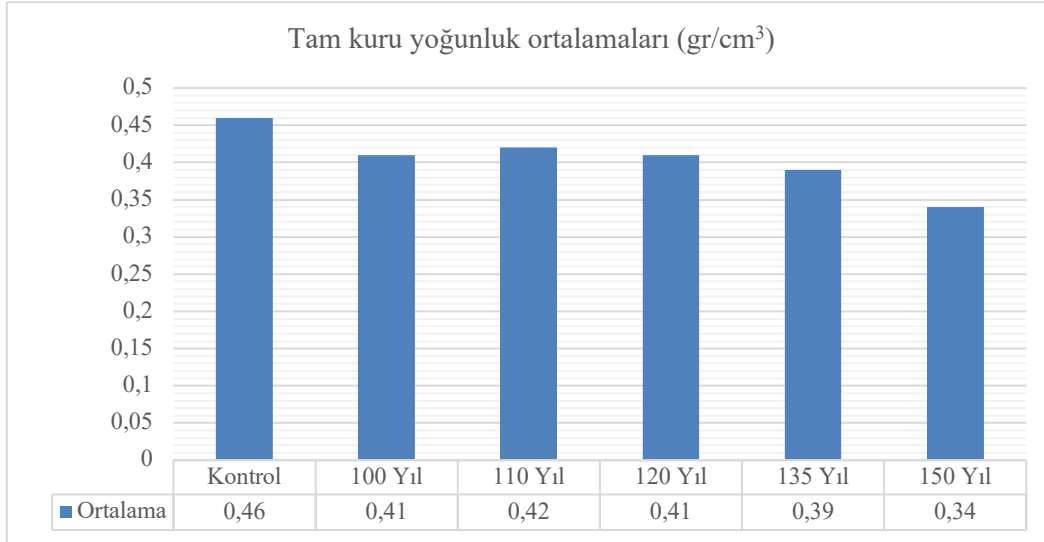
Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesi, SPSS paket programı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Sonuçların istatistiksel açıdan anlamlılık düzeyini ve gruplarını saptamak amacıyla varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Bunlara ek olarak, analiz ve ortalamaları sunmak adına tanımlayıcı istatistiksel yöntemlerden yararlanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Tam Kuru Yoğunluklar

Tarihi yapılardaki ahşap malzemenin zamanla uğradığı mukavemet değişimlerini ortaya koymak amacıyla, bölgeden temin edilen kontrol grubu ile tarihi yapı elemanlarından alınan numunelerin tam kuru yoğunluk ortalamaları grafik 1’de sunulmuştur.

Grafik 1. Tam kuru yoğunluklarına ilişkin ortalama sonuçlar (gr/cm^3).

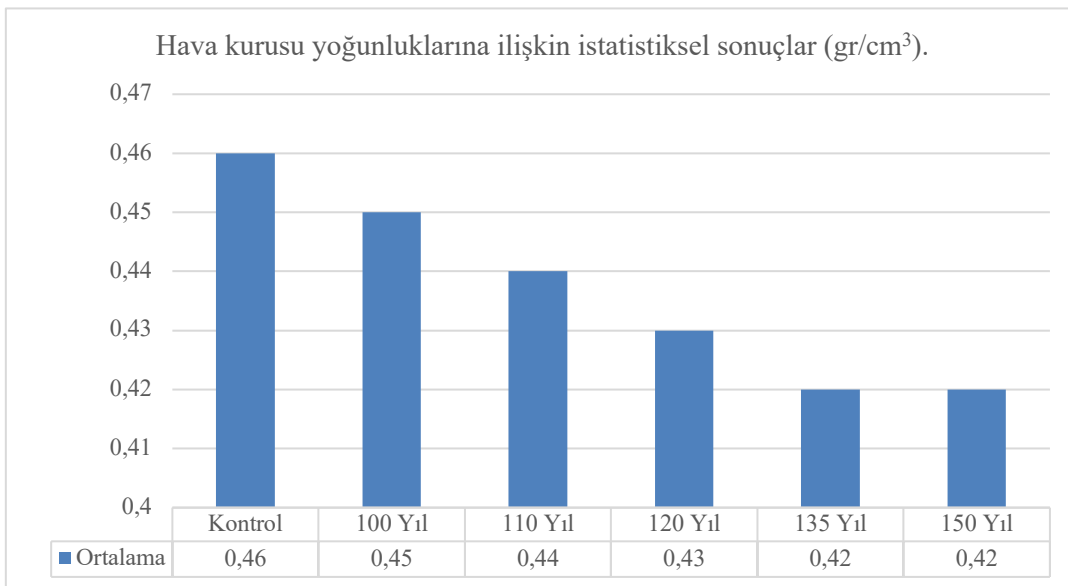


Ahşap numunelerin tam kuru yoğunluk verileri analiz edildiğinde; en yüksek yoğunluk ortalamasının $0,42 \text{ gr}/\text{cm}^3$ ile 110 yıllık yapı elemanlarında olduğu görülmüştür. Buna karşılık, en düşük yoğunluk değeri ise $0,34 \text{ gr}/\text{cm}^3$ ile 150 yıllık kullanım ömrüne sahip numunelerde kaydedilmiştir.

3.2. Hava Kuru Yoğunluk

Ahşap yapı elemanlarında yıllara bağlı mukavemet özelliklerini tespit edilebilmesi ve değerlendirilmesi için kullanılan numunelerin ve kontrol gruplarının hava kuru yoğunluk ortalamaları grafik 2’de verilmiştir.

Grafik 1. Hava kuru yoğunluklarına ilişkin ortalama sonuçlar (gr/cm^3).



Ahşap malzemelerin hava kuru yoğunluk değerleri incelendiğinde; 100 yıllık örneklerin $0,45 \text{ gr}/\text{cm}^3$ ile en yüksek yoğunluğa sahip olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, 135 ve 150 yıllık numunelerin her ikisinde de $0,42 \text{ gr}/\text{cm}^3$ ölçülerek en düşük yoğunluk değerleri elde edilmiştir.

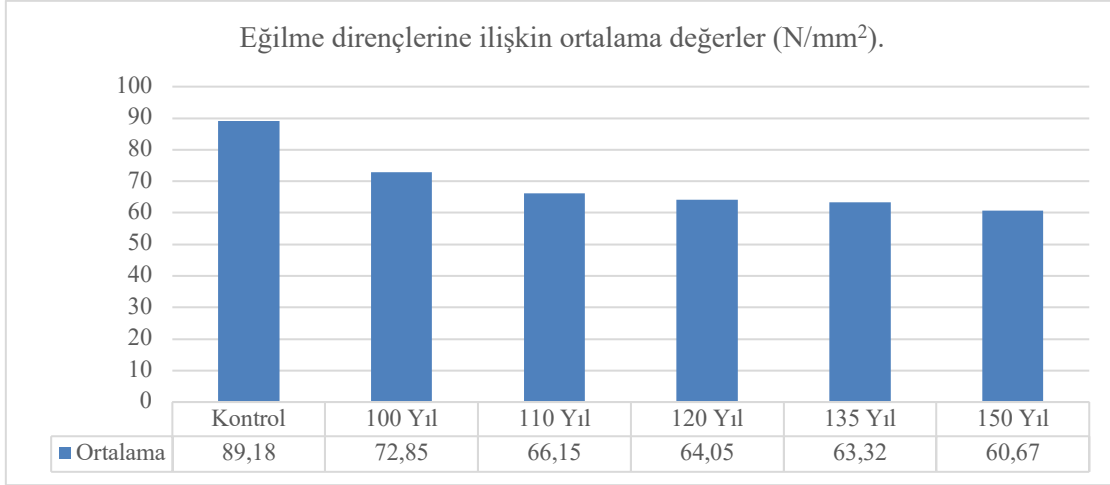
3.3. Mekanik Özelliklere İlişkin Bulgular

Tarihi ahşap yapılarda zaman içerisinde gelişen mukavemet değişimlerini analiz etmek amacıyla aynı bölgede yetişmiş ahşap malzemelerden oluşturulan kontrol grubu ile tarihi yapılardan elde edilen numunelerin eğilme dirençleri kıyaslanmış ve yaşlanma faktörünün dayanım üzerindeki etkileri somut verilerle ortaya konmuştur.

3.4. Eğilme Direncine Ait Bulgular

Tarihi ahşap yapılardan alınan örneklerdeki mukavemet değişimlerini belirleme amacıyla yapılan eğilme direnci testlerine ilişkin ortalama değerler grafik 3'te verilmiştir.

Grafik 3. Eğilme dirençlerine ilişkin ortalama değerler (N/mm²).

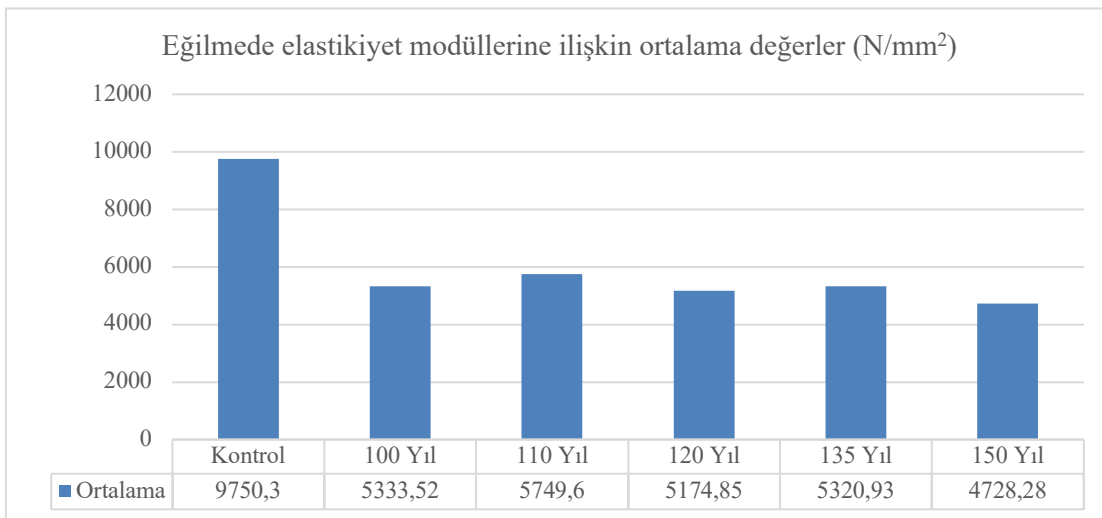


Deney sonuçlarına göre, eğilme direnci açısından en yüksek performans 72,85 N/mm² ortalama değer ile 100 yıllık kullanım ömrüne sahip numunelerde gözlemlenmiştir. Buna mukabil, 150 yıllık ahşap örnekleri 60,67 N/mm² ile en düşük mukavemet değerini sergilemiştir

3.5. Eğilmede Elastikiyet Modülüne Ait Bulgular

Tarihi yapılardan alınan örneklerdeki zamana bağlı mukavemet değişimlerini belirleme amacıyla yapılan eğilmede elastikiyet modülü testlerine ilişkin ortalama değerler ve istatistiksel veriler grafik 4'de verilmiştir.

Grafik 4. Eğilmede elastikiyet modüllerine ilişkin ortalama değerler (N/mm²).

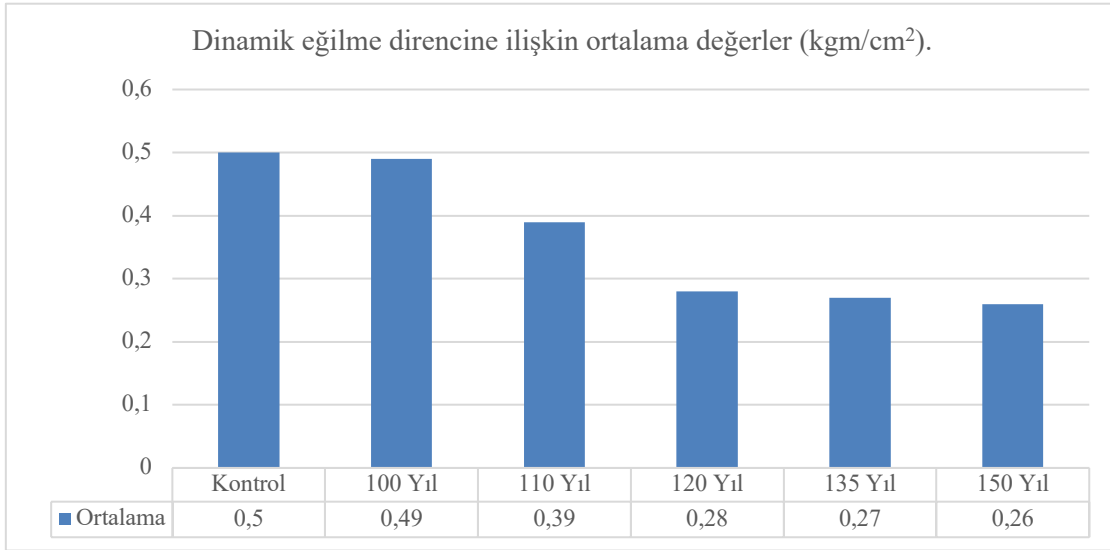


Elastikiyet modülü verileri değerlendirildiğinde; en yüksek ortalama değer 110 yıllık numunelerde (5749,60 N/mm²), en düşük değer ise 150 yıllık numunelerde (4728,28 N/mm²) gerçekleştiği saptanmıştır

3.6. Dinamik Eğilme Direncine Ait Bulgular

Deney örneklerine ait dinamik eğilme direnci değerler ile bazı istatistikî veriler grafik 5'te verilmiştir.

Grafik 5. Dinamik eğilme direncine ilişkin ortalama değerler (kgm/cm²).



Dinamik eğilme (şok) direnci test sonuçlarına bakıldığında; 100 yıllık kullanım ömrüne sahip malzemeler 0,49 kgm/cm² ile en yüksek direnci gösterirken, 150 yıllık malzemeler 0,26 kgm/cm² ile en düşük direnç değerini sergilemiştir,

4. SONUÇLAR

Tarihi Safranbolu evlerinden elde edilen örneklerin tam kuru yoğunluk verileri incelendiğinde; kontrol grubuna kıyasla 100 ve 120 yıllık ahşaplarda %10, 110 yıllık olanlarda %9, 135 yıllık olanlarda %14 ve 150 yıllık en eski yapılarıdaki malzemelerde %26 oranında yoğunluk kaybı olduğu tespit edilmiştir. Bu değerler Bektaş ve ark. (2003) yaptıkları 120 yıl ve üzeri yapılarıdan seçilen ve çatı kirişi olarak kullanılan sarıçamın, hava kurusu ve tam kuru yoğunluklarındaki tespit ettikleri yaklaşık %10 ve %8 azalmalar ile uyum göstermektedir. Ayrıca Chai et al. (2000) yaptıkları çalışmada; bir depoda 90 yıldır kiriş olarak kullanılan güney çam ağacının, hava kurusu yoğunluğunda yaklaşık %5 bir azalma olduğunu tespiti ile benzer sonuçlar ortaya koymaktadır.

Tam kuru yoğunluk analiz sonuçları değerlendirildiğinde; kontrol grubuna göre 100 ve 120 yaşındaki ahşaplarda %10, 110 yaşındakilerde %9, 135 yaşındakilerde %14 ve 150 yıllık en eski yapı elemanlarında %26 düzeyinde yoğunluk azalması meydana geldiği saptanmıştır.

Eğilmede elastikiyet modülü bulguları incelendiğinde ise kullanım ömrüne bağlı düşüşler kaydedilmiştir. Buna göre; 100 yıllık ahşap malzemedeki %45, 110 yıllık malzemedeki %41, 120 yıllık malzemedeki %46, 135 yıllık malzemedeki %45 ve 150 yıllık malzemedeki %51 oranında elastikiyet kaybı olduğu belirlenmiştir.

Safranbolu yöresinden temin edilen numunelerin dinamik eğilme (şok) direnci performansları analiz edildiğinde; kullanım yaşına paralel olarak belirgin mukavemet kayıpları olduğu görülmüştür. Buna göre, 100 yıllık ahşaplarda %2 gibi sınırlı bir düşüş yaşanırken, 110 yıllık malzemedeki bu oran %22'ye yükselmiştir. İlerleyen yaşla birlikte kayıplar artmış; 120 yıllık yapıları %44, 135 yıllık yapıları %46 ve 150 yıllık en eski yapıları ise %48 oranında direnç azalması tespit edilmiştir.

Eğilme direnci, odun yoğunluğu ve rutubet miktarı ile doğrudan ilişkilidir; yoğunluk artışı mukavemeti pozitif etkiler. Ancak zamanla gerçekleşen yaşlanma süreci, hücre çeperleri arasındaki boşlukların değişmesine ve dolayısıyla yoğunluğun düşmesine neden olmaktadır. Bu yoğunluk kaybı, kaçınılmaz olarak eğilme direncinde

de azalmayı beraberinde getirmektedir. Ahşap, malzemelerin kullanım süresi arttıkça ve yaşlandıkça kırılma özelliklerinin arttığı eğilme testlerinde absorbe edilen enerjide azalmalar olduğu birçok çalışmada vurgulanmıştır. (Attar-Hassan, 1976; Schulz ve ark., 1984; Yokoyama ve ark., 2009).

Yapılan çalışmaların genelinde doğal ortamda bozunmadan yaşlanmış ahşap örneğini bulmanın zor olması nedeniyle genellikle yapay yaşlandırma ile ahşap numuneler hazırlanarak mekanik testler yapılmaktadır. Bu nedenle yaklaşık veriler elde edilmektedir. Çalışmamızda doğal ortamda yaşlanmış ahşap malzemelerin kullanılması ile elde edilen bu veriler ve sonuçlar daha doğru referanslar oluşturmaktadır

Elde edilen sonuçlar, tarihi ahşap yapıların kullanım ömrüne paralel olarak fiziksel ve mekanik kayıplar ile karşı karşıya kaldığını bu nedenle yapıların korunması gerektiği, önleyici koruma yaklaşımının benimsenmesinin önemini ortaya koymaktadır. Yapıların kullanım işlevini yitirmeden önce belirli periyotlarda koruyucu ve önleyici bakımların yapılması, malzemelerin kullanım ömrünü ve yapısal özelliklerini daha uzun süre korumasına neden olacağı için planlı bir şekilde yapılmalıdır.

UNESCO mirası olan Tarihi Safranbolu evlerinin yapısal bütünlüğünü sürdürebilmesi ve kültürel mirasın korunması için yapılan bu çalışma, mevcut yapıların teknik analizi açısından önem arz etmektedir. Elde edilen veriler ve sonuçlar, tarihi kentte zamanın, iklim koşullarının ve çevresel faktörlerin yapıdaki deformasyonlara olan etkilerini göstermektedir. Bununla birlikte tarihi yapıdaki doğal yollarla yaşanan ahşap malzemelerin fiziksel ve mekanik özellik değişimlerini, iç ve dış ortamlarda simüle etmek amacıyla yapay modeller geliştirmiştir. (Chang ve Chang, 2001; Follrich ve ark., 2010).

İleride yapılacak ahşap malzemelerin yaşlanma, bozulma, fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesinde yapılması muhtemel disiplinler arası çalışmalarda, yapay zekâ destekli analizler ve makine öğrenmeleri gibi çalışmalarda kaynak olacak veriler elde edilmiştir. Bu bakımdan Safranbolu ve diğer tarihi yapılarda kullanılan farklı ahşap türleri üzerinde analizler birleştirilerek ülkemizdeki tarihi yapılara ait koruma ve restorasyon çalışmalarında süreç ve planlama analizleri yapılabilir. Tahribatsız ve yapay zekâ destekli haritalama ve geleceğe yönelik planlama ve stratejiler belirlenebilir., statik modellemelerin doğrulanması ve sürdürülebilir koruma stratejilerinin oluşturulması için temel teşkil edecektir. Gelecekte tarihi yapıların korunmasında yapay zekâ destekli ve disiplinler arası çoklu parametrelerin kullanıldığı analiz yöntemleri ile planlama ve koruma stratejileri daha etkin bir seviyede uygulanabilecektir.

Bilgilendirme: Bu çalışma, Sümeyye KABA tarafından Prof. Dr. Şeref KURT danışmanlığında Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde tamamlanan "Tarihi Yapıların Test Yöntemleriyle Dayanıklılık Testlerinin Yapılması" (2012) başlıklı yüksek lisans tezinden faydalanılmış olup; tezin temel verilerine ilave olarak literatür, içerik ve sonuç kısmı güncel çalışmalar ışığında tamamen yenilenmiş ve akademik yayın formatında yeniden kurgulanmıştır.

KAYNAKLAR

- Aktürk, G. (2020). Conserving a heritage of woodworking in Rize, Turkey. *International Journal of Intangible Heritage*, 15, 114–129. <https://www.ijih.org/volumes/article/948>
- Attar-Hassan, G. (1976). The effect of ageing on the mechanical properties of Eastern white pine. *Bulletin of the Association for Preservation Technology*, 8(3), 64–73. <https://doi.org/10.1007/s10086-005-0795-7>
- Bektaş, İ., Güler, C., & Başığit, C. (2003). Tarihi binalarda çatı kirişi olarak kullanılan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6(2), 52–60.
- Biggs, D., Liebhart, R., & Gönen, S. (2016). Conserving the tomb chamber complex in the Midas Mound at Gordion in Turkey. In *Structural Analysis of Historical Constructions: Anamnesis, Diagnosis, Therapy, Controls. Proceedings of the 10th Intl. Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, SAHC*. Leuven, Belgium.

- Cavalli, A., Cibecchini, D., Togni, M., & Sousa, H. S. (2016). A review on the mechanical properties of aged wood and salvaged timber. *Construction and Building Materials*, 114, 681–687.
- Chai, H. M., Falk, R. H., & Williams, R. S. (2000). *The effects of service life on the strength of reclaimed southern pine timbers* (Research Paper FPL–RP–588). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.
- Chang, H. T., & Chang, S. T. (2001). Correlation between softwood discoloration induced by accelerated lightfastness testing and by indoor exposure. *Polymer Degradation and Stability*, 72(2), 361–365.
- Çalışkan, M., Meriç, S., & Yüncüler, H. (2019). Ahşap ve ahşap yapıların dünü, bugünü ve yarını. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(1), 109–118.
- Ertenli, T., & Köseoğlu, A. (2024). Geleneksel bir yapıdaki ahşap taşıyıcı sistem panelinin yanal yük kapasitesinin analizi. *Uluslararası Mühendislik ve Araştırma Dergisi (UMAGD)*, 16(1), 448–460. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/3619650>
- Follrich, J., Teischinger, A., & Müller, U. (2010). Artificial ageing of softwood joints and its effect on internal bond strength with special consideration of flat-to-end grain joints. *European Journal of Wood and Wood Products*, 69(4), 597–604.
- Kaba, S. (2012). *Tarihi yapıların test yöntemleriyle dayanıklılık testlerinin yapılması* [Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi].
- Matsuo, M., Yokoyama, M., Umemura, K., Sugiyama, J., Kawai, S., Gril, J., Kubodera, S., Mitsutani, T., Ozaki, H., Sakamoto, M., & Imamura, M. (2011). Aging of wood: Analysis of color changes during natural aging and heat treatment. *Holzforschung*, 65(3), 361–368. <https://doi.org/10.1515/hf.2011.040>
- Nocetti, M., Aminti, G., Vicario, M., & Brunetti, M. (2024). Mechanical properties of old wood structural elements assessed by visual and machine strength grading. *Construction and Building Materials*, 411, 134418
- Sabuncu, B. (2022). *The importance of material analysis in the reuse and repair of traditional houses: The case of Düzce-Konuralp* [Master's thesis, Düzce University]. Düzce University Institutional Repository.
- Schulz, H., von Aufsess, H., & Verron, T. (1984). Eigenschaften eines Fichtenbalkens aus altem Dachstuhl. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 42(3), 109.
- Sürücü, D. (2024). Ahşap yapılara bir bakış: Gelecek ahşapta. *İTÜ Vakfı Dergisi*, 94, 86–91.
- Sürücü, D., & Balaban Uçar, M. (2025). Tarihi ahşap yapılarda ahşabın doğal yaşlanması: Kaynakların incelenmesi. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 12(2), 161–169. <https://doi.org/10.17568/ogmoad.1729573>
- Topaloglu, E., Ustaomer, D., Ozturk, M., & Pesman, E. (2021). Changes in wood properties of chestnut wood structural elements with natural aging. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 23, 1–12.
- TSE. (1976). *Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için rutubet miktarı tayini* (TS 2471). TSE.
- TSE. (1976). *Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için hacim yoğunluk değerinin tayini* (TS 2472). TSE.
- TSE. (1976). *Odunun statik eğilme dayanımının tayini* (TS 2474). TSE.
- TSE. (1976). *Odunun dinamik eğilme dayanımının tayini* (TS 2477). TSE.
- TSE. (1976). *Odunun statik eğilmede elastikiyet modülünün tayini* (TS 2478). TSE.
- Unger, A., Schniewind, A. P., & Unger, W. (2001). *Conservation of wood artifacts*. Springer Verlag.
- Yokoyama, M., Gril, J., Matsuo, M., Yano, H., Sugiyama, J., Clair, B., Kubodera, S., Mitsutani, T., Sakamoto,

THE EFFECT OF FREEZE-THAW CYCLES ON THE STRENGTH OF COARSE-GRAINED SOILS REINFORCED WITH WASTE BANANA PEELS AND MARBLE DUST

Assit. Prof. Dr. Necmi YARBAŞI

Atatürk University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering,

Erzurum, Turkey

ORCID: 0000-0003-4259-1278

ABSTRACT

This experimental study was conducted to determine the effect of waste banana peel and waste marble powder, a natural biomaterial, on the before and after freeze-thaw strength values of cohesionless soils. Cohesionless soils, known as problematic soils, are defined as soils that need improvement and even strengthening in engineering applications. From this perspective, mixtures prepared by adding marble dust at rates of 5%, 10%, 15%, and 20%, and dried and ground waste banana peel at rates of 1%, 2%, 3%, 4%, and 5% to cohesionless soil were compacted at optimum water content and Standard Proctor energy. The changes in before and after freeze-thaw strength values were determined using a unconfined compression strength device. It was observed that the combined use of both additives improved the strength of the cohesionless soil and relatively reduced brittle fracture. The mixture containing 10% marble powder and 2% dried and ground waste banana peel added to the cohesionless soil provided the most optimal performance. The data obtained also reveal that the combined use of waste and natural materials can be used and developed as an economical, sustainable, and environmentally friendly method of ground improvement.

Keywords: Sand, marble dust, banana peel, strength, freeze-thaw

INTRODUCTION

In foundation engineering applications, cohesionless soils (gravelly, sandy materials) play a critical role in terms of bearing capacity, fill stability, and hydraulic properties. Cohesionless soils are characterized by a high intergranular void ratio and are difficult to compact (Yetimoğlu and Salbas, 2003). Therefore, due to their poor binding properties, they exhibit low strength and sudden fracture behavior in foundation engineering applications. Because of these characteristics, their direct use in engineering applications often creates problems, necessitating improvement and strengthening studies with the addition of supplementary materials.

Various studies are being conducted on alternative additive materials that both improve the mechanical properties of soils forming the basis of engineering structures and ensure economic and environmental sustainability. These studies may include various chemicals, natural or synthetic materials, natural rocks and minerals, and biopolymers. Examples from similar studies conducted in the last five years are given below. Quartzite (Shah Syed Husnain Ali et al., 2020), waste scrap rubber (Mistry, et al., 2021), polyester (Nguyen et al., 2024), sisal fiber (Chen et al., 2025), coir fiber (Guantam et al., 2024), fibers (Zhang et al., 2022), sheep wool (Yarbasi, 2022), goat wool (Jankowska et al. 2019), human hair fibers (Yarbaşı 2020), biopolymer (Bozyigit et al., 2023; Ghazavi and Afrakoti, 2025).

In recent times, the use of waste or natural materials in ground improvement/strengthening works has become significantly widespread due to environmental impact, sustainability, and economic advantages. The increasing demand for geotechnical applications has led to the investigation of industrial and

agricultural wastes as alternative ground conditioners. In this context, the effects of industrial wastes as well as natural agricultural fibers on soils with poor geotechnical properties have caused researchers working in this field to focus their attention in this direction. In particular, in our country, waste/residual marble fragments and dust released from natural stone mining cause serious environmental pollution problems (Yarbaşı and Kalkan, 2016; Ror et al., 2022).

The use of natural fiber materials in soil improvement has emerged in recent years as an alternative to industrial synthetic fibers. Natural fibers offer significant potential in sustainable engineering applications due to their biodegradability, availability with low energy requirements, and limited environmental impact (Yarbaşı 2020; Yu et al., 2025; Jastrzębska, 2025).

Waste marble dust and natural fibers have historically been widely used separately for improving or strengthening cohesionless soils. However, studies on the combined use of these two materials are quite limited. Today, the combined use of these two additives has become an accepted practice. Specifically, marble dust, acting as fine grains, fills the voids in cohesionless soils, increasing their compressibility; while bio-minerals create bridges between the grains, increasing ductility and reducing brittle behavior. Therefore, it is predicted that the combined use of these two additives will provide complementary soil improvement or strengthening in terms of rigidity and ductility in cohesionless soils (Arasan and Yetimoğlu, 2008; Ram and Pareek, 2018).

The main objective of this experimental study is to investigate the changes in before and after freeze-thaw strength of cohesionless soils by adding different ratios of marble powder and dried and ground banana peels. It is anticipated that the results will contribute to the development of a low-cost, sustainable, and environmentally friendly soil improvement or strengthening method by facilitating the use of waste/residual materials.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Materials

2.1.1 Sandy Soil (SP)

The cohesionless soil material used in this study was obtained from the Polat sand quarry, located approximately 6 km from the Erzurum-Çat (Eastern Turkey) highway. It was dried in an oven at 105 ± 5 °C for 24 hours before being used in experimental studies. The cohesionless soil was defined as poorly graded sandy soil (SP) according to the Unified Soil Classification (USCS). An example of SP is shown in Figure 1, and its granulometric curve is shown in Figure 2.

2.1.2 Marble Dust (MD)

In this study, the marble dust (MD) with CaCO₃ component, used as an additional additive, was obtained from the waste/residues resulting from the production of natural marble rocks in the Afyon region (Aegean region - western Turkey). A sample of the MD is shown in Figure 1, and its granulometric curve is shown in Figure 2.

2.1.3 Banana Peel (BP)

The second additive material used in the study is recycled banana peels (BP), a lignocellulosic biomaterial. It was obtained by collecting, drying, and grinding the peels of dwarf Cavendish bananas (wikipedia, 2026) grown along the Mersin-Antalya (Mediterranean Region, Southern Turkey) coastline and known as Anamur bananas. A sample of BP is shown in Figure 1, and its granulometric curve is shown in Figure 2.



Figure 1. Mixture samples

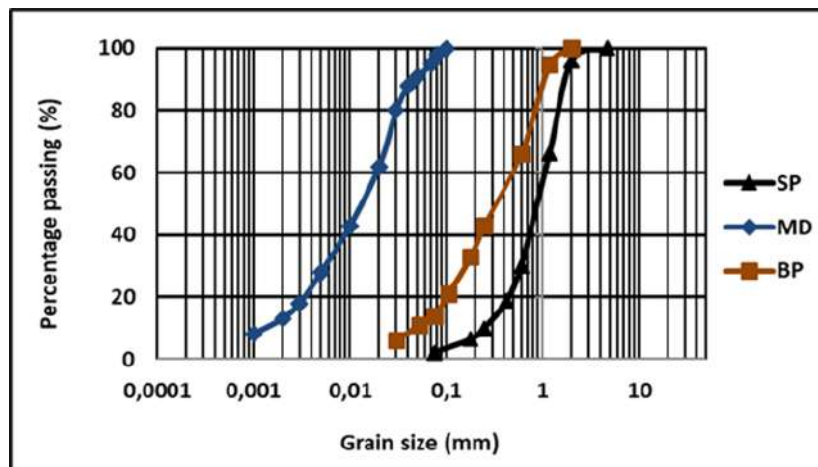


Figure 2. Granulometry curves of the mixture samples

2.2 Methods

In the first stage of experimental studies on samples obtained by adding MD and BP to SP, which is defined as poorly graded sandy soil, SP+MD mixtures were obtained by adding MD at rates of 5% (MIX2), 10% (MIX3), 15% (MIX4), and 20% (MIX5) to the dry weight of SP (MIX1). After 28 days of curing, SP+10%MD+BP mixture samples were created by adding BP at rates of 1% (MIX6), 2% (MIX7), 3% (MIX8), 4% (MIX9), and 5% (MIX10) to the SP+10%MD mixture, which yielded the highest strength values.

Consistency limits were determined according to ASTM D4318-10 (2010), optimum water content (W_{opt}) and max. dry unit weight (γ_{kmax}) according to ASTM D698-07 (2007), and compaction testing was performed according to ASTM D698-07 (2007). Unconfined compressive strength testing was performed according to ASTM D2166/D2166M-16 (2016) to determine the strength of the MD and BP reinforced SP. Freeze-thaw testing was performed according to ASTM D560/D560M-16 (2016) at -21 °C and $+21$ °C for 24 hours and 10 cycles.

3. EXPERIMENTAL RESULTS

3.1 Unconfined compressive strength (UCS)

Experimental findings show that MD and BP additives have different but complementary effects on strength values. Thanks to the fine-grained filler structure of MD, the void ratio of SP decreased and intergranular contact increased. Especially in mixtures containing 10% marble dust, the strengthening of intergranular bonds is clearly observed in the strength values in the unconfined compressive strength graphs given in Figure 3. According to the obtained values, the highest strength values after 28 days of curing are; MIX 3, 225 kPa, MIX 2, 170 kPa, MIX 4, 149 kPa, MIX 5, 127 kPa and MIX 1, 92 kPa.

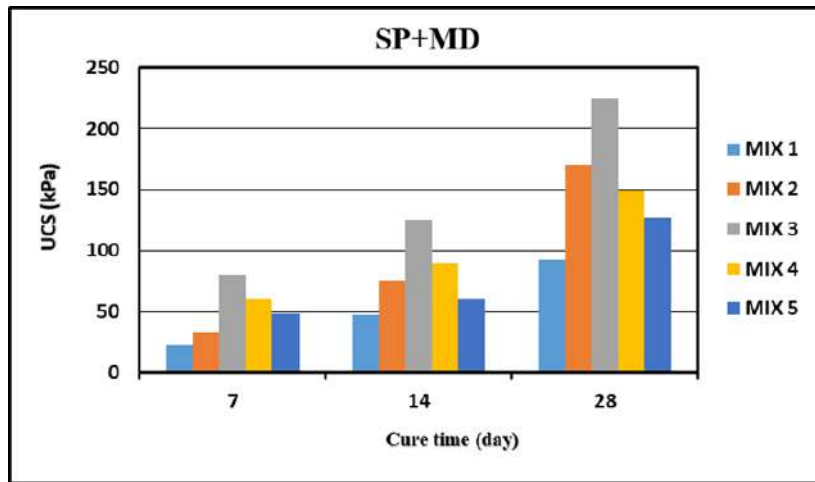


Figure 3. Graphical representation of UCS values of SP+MD mixture samples

In the second phase of the study, considering the results obtained in the first phase, strength values were determined by adding 1%, 2%, 3%, 4%, and 5% BP to the SP+10%MD mixture, which yielded the highest strength values (Figure 4). The highest strength values after 28 days of curing were observed in the following mixtures: MIX 7, 361 kPa; MIX 8, 273 kPa; MIX 9, 235 kPa; MIX 10, 174 kPa and MIX 1 92 kPa.

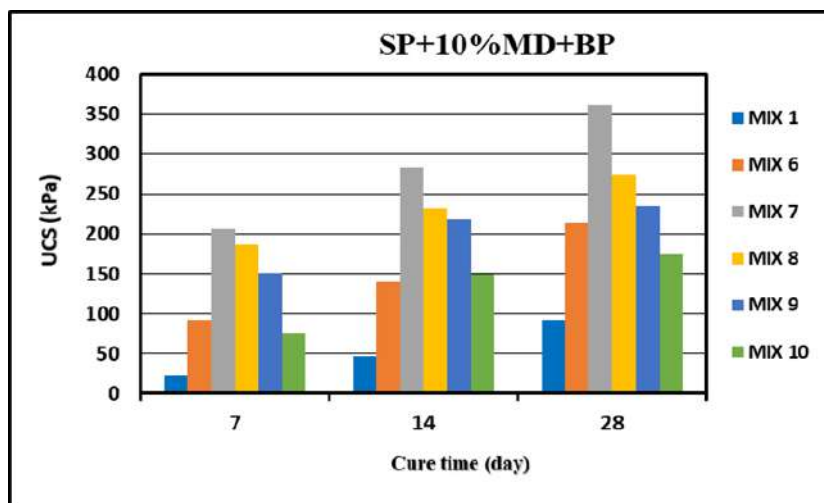


Figure 4. Graphical representation of UCS values of SP+MD+BP mixture samples

In the third stage of the study, based on the 28-day curing period, during which the highest strength values were obtained, the strength values of MIX 3, MIX 7, and the base material MIX 1 were compared before and after F-T. Accordingly, the strength values before F-T were 92 kPa for MIX 1, 225 kPa for MIX 3, and 361 kPa for MIX 7. After F-T, the strength values were 57 kPa for MIX 1, 200 kPa for MIX 3, and 344 kPa for MIX 7. When these values are examined, the lowest strength loss was observed in the MIX 7 mixture with 4.71%, followed by the MIX 3 mixture with 11% and the MIX 1 base material with 38% (Figure 5).

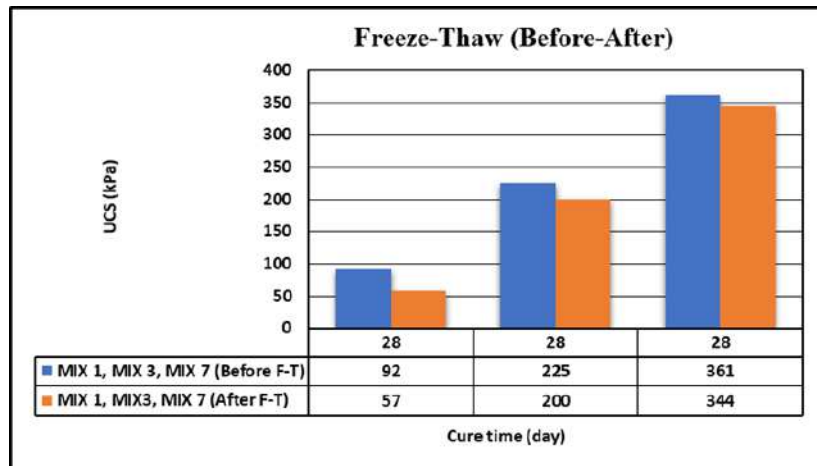


Figure 5. Graphical representation of UCS values before and after F-T for the SP+MD+BP mixture

3.2 Fracture patterns of samples before and after freeze-thaw (F-T) cycles

The fracture patterns of the mixture samples under unconfined compression are shown in Figure 6 before F-T (MIX 1-1, MIX 3-1, MIX 7-1) and in Figure 7 after F-T (MIX 1-2, MIX 3-2, MIX 7-2). As expected, the analysis of the fracture patterns revealed that the MIX 1 soil exhibited brittle fracture both before (MIX 1-1) and after F-T (MIX 1-2).

The addition of 10% MD to the MIX 3-1 sample resulted in a decrease in the size of the fracture openings, parallel to the increase in pre-F-T strength values. After F-T, the decrease in fracture dimensions was even more pronounced in the MIX 3-2 mixture samples (Figures 6, 7).

The MIX 7 mixture, modified with MD+BP, exhibited a different fracture pattern than the MIX 1 and MIX 3 mixtures. In MIX 1, MD added to the soil increased the strength of the mixture by filling the voids in the pores, while the other added BP acted as a bridging agent, preserving stress transfer and contributing to the increase in strength values. This situation was clearly observed in MIX 7-1 before F-T and in MIX 7-2 after F-T (Figures 6, 7) (Yu et al., 2025).

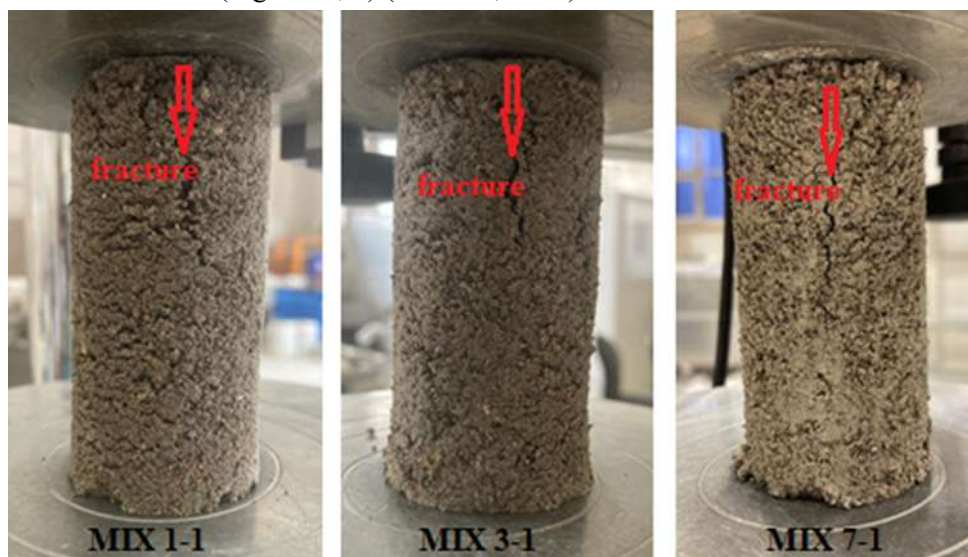


Figure 6. Before F-T fracture patterns



Figure 7. After F-T fracture patterns

CONCLUSION AND DISCUSSION

This study investigated the changes in strength properties of SP+MD+BP mixtures obtained by adding different ratios of MD and BP before and after F-T.

Poorly graded SP soils are problematic soils with low compaction and strength. MD, a fine-grained material used in the improvement of such soils, contributes to the formation of a more compact soil structure by reducing the void ratio. In this study, it was determined that 10% by weight of MD additive provided the most optimal performance.

BP fibers, a biomineral added to the SP+MD mixture, contributed to an increase in strength by creating a bridging effect between fracture surfaces and preventing a sudden drop in strength. In this study, it was determined that 2% BP additive provided the most optimal performance.

According to the 28-day curing results, which yielded the highest strength values, a comparison of the pre- and post-F-T strength values of MIX 1, MIX 3, and MIX 7 mixtures showed the lowest strength loss at 4.71% in MIX 7, followed by MIX 3 at 11% and MIX 1 base material at 38%.

In conclusion, it was determined that the SP material containing 10% MD and 2% BP additives provided the most optimal performance in terms of pre- and post-F-T strength values. The findings reveal that the combined use of waste and biomineral materials can be considered a low-cost, sustainable, and environmentally friendly soil improvement method.

REFERENCES

1. Arasan, S., Yetimoğlu, T. (2008). Effect of marble dust on the engineering properties of cohesive soils. *Environmental Geology*, 54(4), 947–953.
2. ASTM D2166/D2166M-16 (2016). Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil. ASTM International, West Conshohocken, PA (10.1520/D2166_D2166M-16).
3. ASTM D698-07 (2007). Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 ft-lbf/ft³ (600 kN-m/m³)). ASTM International, West Conshohocken, PA. <http://dx.doi.org/10.1520/D0698-07>
4. ASTM D4318-10 (2010). Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils. ASTM International, West Conshohocken, PA. <http://dx.doi.org/10.1520/D4318-10>.
5. ASTM D560/D560M-16 (2016). Standard Test Methods for Freezing and Thawing Compacted Soil-Cement Mixtures. ASTM International, West Conshohocken, PA. http://dx.doi.org/10.1520/D0560_D0560M-16.
6. Bozyigit, I., Zingil, H.O., Altun, S. (2023). Performance of eco-friendly polymers for soil stabilization and their resistance to freeze–thaw action. *Construction and Building Materials*, 379 (2023) 131133.
7. Chen, A.J., Chen, F.Y., Ding, C.Y., Shi, X. (2025). Effect of biochar and sisal fiber on compressive strength of expansive soil. *Case Studies In Construction Materials*. Volume 23, DOI10.1016/j.cscm.2025.e05071
8. Ghazavi, M., Afrakoti, M.T.P. (2025). Performance of environmentally friendly biopolymer-natural fiber on post-freeze–thaw behavior on silty sand: macro- and micro analysis. *Clean Techn Environ Policy* 27, 4101–4127 (2025). <https://doi.org/10.1007/s10098-024-03095-4>
9. Guantam, V.G., Debjit, B. (2024). Shear Strength Behavior of Clayey Soil Reinforced with Natural Agent-Treated Coir Fiber. *Soil Mechanics And Foundation Engineering*. Volume 61, Issue 2, Page 145-152, DOI10.1007/s11204-024-09955-x
10. Jankowska, D., Wyrostek, A., Patkowska–Sokoła, B., Czyż, K. (2019). Comparison of physico-mechanical properties of fibre and yarn made of alpaca, sheep, and goat wool. *Journal of Natural Fibers* 1691126. doi:10.1080/15440478.2019.
11. Jastrzębska, M. (2025) Use of Alternative Materials in Sustainable Geotechnics: State of World Knowledge and Some Examples from Poland. *Applied Sciences* 15:6, pages 3352.
12. Mistry, M.K., Shukla, S.J., Solanki, C.H. (2021). Reuse of waste tyre products as soil reinforcing material: a critical review. *Environmental Science And Pollution Research*. Volume 28, Issue 20, Page 24940-24971, DOI10.1007/s11356-021-13522-4
13. Nguyen, G., Masarovicová, S., Gago, F., Grzybowska-Pietras, J. (2024). Application of Direct Shear Test to Analysis of the Rate of Soil Improvement with Polyester Fibres. *Applied Sciences-Basel*. Volume 14, Issue 11, DOI10.3390/app14114601.
14. Ram, R., Pareek, R.K. (2018). Effect of Marble Dust on Soil Properties. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)* ISSN: 2278-0181 Published by, www.ijert.org RTCEC - 2018 Conference Proceedings.
15. Ror, C.K., Tejyan, S., Kumar, N. (2022). Effect of marble dust reinforcement in composites for different applications: A review, *Materials Today-Proceedings*, Volume 60, Page 1120-1124, Special Issue SI, Part 2, DOI 10.1016/j.matpr.2022.02.246
16. Shah Syed Husnain, A., Muhammad, A., Amjad, S.M., Javed, I. (2020). In-Situ Stabilization of Clays with Lime, Dolerite and Quartzite Powders. *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, Vol. 17, No. 3 (199), Prague.

17. Wikipedia, 2026. https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye%27de_muz_%C3%BCretimi (10.02.2026, 12:00)
18. Yarbaşı, N., Kalkan E. (2016). Freeze-Thaw Behavior of Reinforced Silty Sand Soils with Waste Marble Dust. 16th National Congress on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, October 13-14, 2016, Atatürk University, Erzurum.
19. Yarbaşı, N. (2020). Freeze-Thaw Resistance of Cohesive Soils Modified with Goat Hair Fibers As a Natural Materials. Adıyaman University, Journal of Engineering Sciences (Turkey) 13, 157-166.
20. Yarbasi, N. (2022). Effect of Freeze-Thaw on Compressive Strength of Clayey Soils Reinforced with Wool. Journal of Natural Fibers, 19(1), 382–393. DOI:10.1080/15440478.2021.1875357
21. Yetimoglu, T., Salbas, O. (2003). A study on shear strength of sands reinforced with randomly distributed discrete fibers. Geotextiles and Geomembranes 21 (2003) 103–110. doi:10.1016/S0266-1144(03)00003-7
22. Yu, X., Wu, X., Zhu, P., Liu, C., Qiu, C., Cai, Z. (2025). Mechanism of Strength Degradation of Fiber-Reinforced Soil Under Freeze–Thaw Conditions. Buildings 2025, 15, 842. <https://doi.org/10.3390/buildings15060842>.
23. Zhang, Z.T., Ji, E.Y., Fu, Z.Z. (2022). Study on the Tensile Properties and Application of Gravelly Soil Reinforced by Polypropylene Fiber, KSCE Journal Of Civil Engineering, Volume 26, Issue 8, Page 3265-3274, DOI:10.1007/s12205-022-0923-6

HARRIS HAWKS OPTİMİZASYONU (HHO) YÖNTEMİ İLE SİNYALİZE KAVŞAKLARDA YEŞİL SÜRELERİN VE EN UYGUN FAZ PLANININ OPTİMİZE EDİLMESİ OPTIMIZING GREEN TIMES AND SIGNAL PHASING AT INTERSECTIONS VIA HARRIS HAWKS OPTIMIZATION (HHO)

Recep ERGENÇOĞLU

İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı, Raylı Sistemler Dairesi Başkanlığı, Raylı Sistem
Modernizasyon ve Yenileme Şube Müdürlüğü, İstanbul TÜRKİYE

ORCID: 0009-0003-7972-3921

Prof. Dr. Ali Payıdar AKGÜNGÖR

Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale
TÜRKİYE

ORCID: 0000-0003-0669-5715

ÖZET

Küresel ölçekte artan nüfus ve buna bağlı olarak yükselen araç sahipliği oranları, kentsel ulaşım ağlarında trafik yoğunluğunu artırmakta ve özellikle kavşak noktalarında önemli gecikmelere neden olmaktadır. Kavşak performansının artırılması ve bu gecikmelerin minimize edilmesi noktasında, güncel optimizasyon yöntemlerinin kullanılması ve trafik talebine uygun doğru sinyal zamanlaması ile faz planlarının belirlenmesi kritik bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada, her bir yaklaşım kolu 500 metre uzunluğunda olan dört kollu izole bir sinyalizasyon kavşağındaki değişken trafik akımları dikkate alınarak yeşil sürelerinin ve faz planlarının güncel bir meta-sezgisel algoritma olan Harris Hawks Optimizasyonu (HHO) yöntemiyle iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Tasarımda üç farklı faz planı ve dört farklı trafik talep düzeyi (100, 400, 600 ve 800 araç/saat/kol) dikkate alınmıştır. Böylece, algoritmanın düşükten yükseğe farklı doygunluk seviyelerinde sergilediği performansın karşılaştırılabilir biçimde incelenmesi amaçlanmıştır. Gerçek hayattaki trafik durumunu yansıtmak için her senaryo üç farklı rassal tohum (seed) değeri ile tekrar edilmiştir ve bu tekrarlar, rassallıktan kaynaklanan değişkenliği azaltarak sonuçların güvenilirliğini güçlendirmeyi hedeflemiştir. HHO algoritması çalıştırılırken her senaryoda 50 ajan kullanılarak 500 iterasyon yapılmıştır. Elde edilen bulgular, HHO algoritmasının temel duruma kıyasla zaman kaybı değerlerinde dikkate değer bir azalma sağladığını ve doğru faz planı seçiminin optimizasyon performansını doğrudan etkilediğini göstermektedir. Sonuç olarak, farklı talep senaryoları birlikte değerlendirilerek, en düşük gecikme ve en yüksek performans istikrarı sunan optimal faz planı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sinyalizasyon Optimizasyonu, Harris Hawks Optimizasyonu (HHO), Trafik Simülasyonu, Faz Planı Tasarımı

ABSTRACT

The increasing global population and the subsequent rise in vehicle ownership rates escalate traffic congestion within urban transport networks, leading to significant delays, particularly at intersections. To enhance intersection performance and minimize these delays, applying contemporary optimization methods and determining accurate signal timings and phase plans suited to traffic demand play a critical role. This study aims to optimize green durations and phase plans using Harris Hawks Optimization (HHO), a current meta-heuristic algorithm, by considering variable traffic flows at a four-legged isolated signalized intersection where each approach arm is 500 meters long. The experimental design incorporates three different phase plans and four distinct traffic demand levels (100, 400, 600, and 800 veh/hr/arm). Thus, it is aimed to comparatively analyze the algorithm's performance across different saturation levels, ranging from low to high. To reflect real-world traffic conditions, each scenario was replicated using three different random seed values; these replications aimed to strengthen the reliability of the results by reducing the variability caused by randomness. During the execution of the HHO algorithm, 50 agents and 500 iterations were used for each scenario. The findings indicate that the HHO algorithm achieves a notable reduction in time loss values compared to the baseline condition and demonstrate that the correct phase plan selection directly impacts optimization performance. Consequently, by evaluating various demand scenarios collectively, the optimal phase plan providing the lowest delay and the highest performance consistency has been identified.

Keywords: Traffic Signal Optimization, Harris Hawks Optimization (HHO), Traffic Simulation, Phase Plan Design

GİRİŞ

Kent içi ulaşım sistemlerinde artan nüfus, motorlu taşıt sahipliğindeki yükseliş ve mevcut yol alanının sınırlı kalması, özellikle kavşak bölgelerinde gecikme, kuyruklanma ve kapasite yetersizliği sorunlarını daha görünür hâle getirmektedir. Bu nedenle sinyalizasyon kavşaklarda çevrim süresi, faz dizisi ve yeşil süre dağılımının doğru belirlenmesi; ortalama gecikmenin azaltılması, kapasitenin etkin kullanılması ve işletme performansının iyileştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Literatürde trafik sinyal kontrolünün gecikme, kapasite, kuyruk uzunluğu ve çevresel performans göstergeleri üzerinde belirleyici etkiler oluşturduğu vurgulanmaktadır (Foy et al., 1992; Liang et al., 2020; Zhang et al., 2022).

Ancak geleneksel sabit zamanlı veya kural tabanlı yöntemler, talebin zamana bağlı değiştiği ve akımların doğrusal olmayan bir yapı sergilediği durumlarda çoğu kez sınırlı kalmaktadır. Buna karşılık meta-sezgisel algoritmalar, geniş çözüm uzaylarını etkin biçimde tarayabilmeleri, yerel minimumlara takılma riskini azaltmaları ve çok sayıda kısıtı aynı anda ele alabilmeleri nedeniyle trafik sinyal optimizasyonunda güçlü alternatifler sunmaktadır. Genetik algoritma, karınca kolonisi optimizasyonu ve çok amaçlı evrimsel yaklaşımlar bu alanda yaygın biçimde kullanılmıştır (He & Hou, 2012; Zhang et al., 2022). Harris Hawks Optimizasyonu (HHO) ise keşif ve sömürü mekanizmaları arasındaki dengeyi dinamik olarak kurabilmesi nedeniyle son yıllarda dikkat çeken yöntemlerden biri hâline gelmiştir (Heidari et al., 2019).

Bu çalışmanın amacı, SUMO mikroskobik benzetim ortamında modellenen dört kollu izole bir sinyalizasyon kavşakta, üç farklı faz planı ve dört farklı trafik talep düzeyi altında yeşil süreleri HHO ile optimize etmek ve en uygun faz planını karşılaştırmalı olarak belirlemektir. Çalışma, yalnızca süre optimizasyonuna odaklanmamakta; aynı zamanda faz planı yapısının, farklı doygunluk seviyelerinde elde edilen zaman kaybı performansı üzerindeki etkisini de sistematik biçimde incelemektedir.

KURAMSAL ÇERÇEVE / LİTERATÜR ÖZETİ

Trafik mühendisliğinde sinyal sürelerinin optimizasyonu, klasik olarak gecikmenin azaltılması, kuyrukların dengelenmesi ve kapasite kullanımının iyileştirilmesi hedefleri doğrultusunda ele alınmaktadır. Bu doğrultuda erken ve etkili örneklerden biri, genetik algoritmaların kavşak sinyal zamanlamasına uygulanmasını gösteren Foy et al. (1992) çalışmasıdır. İzleyen yıllarda karınca kolonisi optimizasyonu, diferansiyel evrim ve çok amaçlı evrimsel algoritmalar gibi yöntemlerle gecikme minimizasyonu ve çok ölçütlü performans iyileştirmesi hedeflenmiştir (He & Hou, 2012; Jamal et al., 2020; Zhang et al., 2022). Dolayısıyla sinyal zamanlaması probleminin doğrusal olmayan, kısıtlı ve yüksek etkileşimli yapısı, meta-sezgisel yöntemlerin bu alanda güçlü bir araştırma eksenini oluşturmasına yol açmıştır (Jamal et al., 2020; Zhang et al., 2022).

Benzetim tabanlı çalışmalar açısından SUMO, açık kaynaklı, mikroskobik, çok modlu ve zaman ayrık bir trafik simülasyon platformu olarak öne çıkmaktadır. Ağ üretimi, talep tanımlama, rota oluşturma ve trafik ışığı denetiminin test edilmesine yönelik kapsamlı araçlar içermesi, SUMO'yu sinyal kontrol algoritmalarının sınanmasında güçlü bir laboratuvar ortamına dönüştürmektedir (Behrisch et al., 2011; Krajzewicz et al., 2012). Ayrıca tek bir kavşaktan daha büyük kentsel ağlara kadar uygulanabilmesi, farklı kontrol stratejilerinin aynı modelleme altyapısı üzerinde karşılaştırılmasını kolaylaştırmaktadır (Krajzewicz et al., 2012).

Sürü temelli meta-sezgisel algoritmalar içinde Harris Hawks Optimizasyonu, Harris şahinlerinin iş birlikçi avlanma davranışını matematiksel olarak modelleyen yeni nesil bir optimizasyon yaklaşımıdır. Yöntem; keşif, keşiften sömürüye geçiş ve sömürü aşamalarını tek bir dinamik enerji parametresi üzerinden yönetmekte ve bu sayede karmaşık, çok modlu ve kısıtlı optimizasyon problemlerinde rekabetçi sonuçlar verebilmektedir (Heidari et al., 2019). Bu yönüyle HHO, sabit alt-üst sınırlar altında ve çevrim kısıtıyla optimize edilen yeşil süre probleminde çözüm uzayının etkin biçimde taranmasına olanak veren uygun bir yöntem olarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın literatürdeki özgün katkısı, aynı kavşak geometrisi, aynı trafik talep seviyeleri, aynı rassal tohum seti ve aynı algoritma parametreleri altında üç farklı faz planını doğrudan karşılaştırmasıdır. Böylece süre optimizasyonu ile faz planı seçimi birlikte ele alınmış; yalnızca en iyi yeşil sürelerin değil, aynı zamanda hangi faz yapısının hangi doygunluk koşullarında daha elverişli sonuç verdiğinin de gösterilmesi amaçlanmıştır.

YÖNTEM

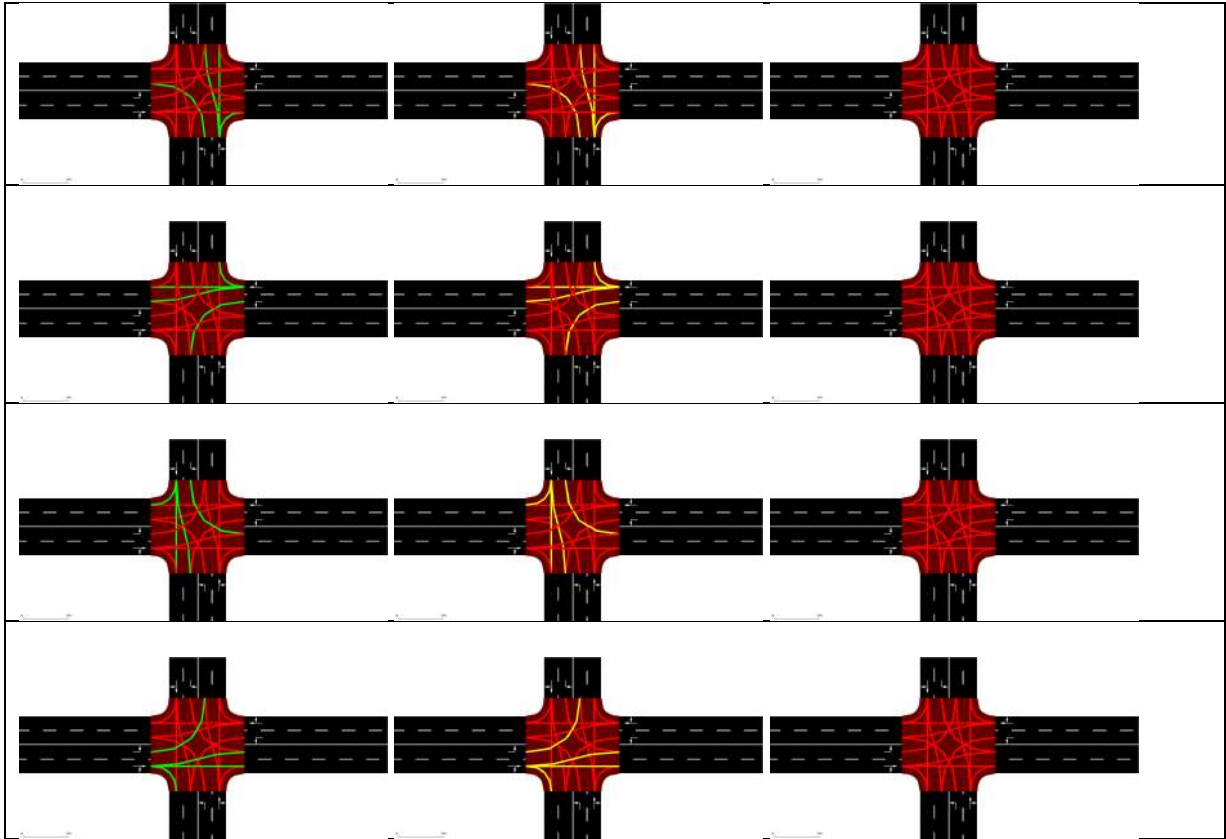
Bu çalışmada, dört kollu izole bir sinyalizasyon kavşakta yeşil sürelerin ve uygun faz planının belirlenmesi amacıyla simülasyon tabanlı bir optimizasyon yaklaşımı uygulanmıştır. İncelenen ağ, her bir yaklaşım kolu 500 m uzunluğunda olan dört kollu izole bir sinyalizasyon kavşağı temsil etmektedir. Trafik talebi her yaklaşım için 100, 400, 600 ve 800 araç/saat/kol düzeylerinde tanımlanmış; her talep seviyesinde sola ve sağa dönüş oranları %12 olarak sabit tutulmuştur. Sonuçların rassallıktan etkilenmesini azaltmak amacıyla her plan-talep kombinasyonu üç farklı rassal tohum (137, 378 ve 924) için ayrı ayrı çalıştırılmış, bulgular bölümünde sunulan değerler bu üç koşunun ortalaması üzerinden değerlendirilmiştir. HHO algoritması her koşuda 50 arama ajanı ve 500 iterasyon ile yürütülmüştür.

Referans alınan temel durum, bütün optimize edilen yeşil fazların eşit süreli tanımlandığı sabit zamanlı sinyalizasyon düzenidir. Bu temel durum kurgusunda Faz Planı 1 ve Faz Planı 2 için yeşil süre vektörü [25,

25, 25, 25] ve toplam çevrim süresi 116 s; Faz Planı 3 için ise [25, 25, 25, 25, 25, 25] ve toplam çevrim süresi 170 s'dir. Optimizasyon sürecinde sarı süreler 3 saniye, tüm kırmızı süreler 1 saniye olarak sabit tutulmuş ve yalnızca yeşil faz süreleri karar değişkeni olarak ele alınmıştır. Performans ölçütü olarak, her aday çözüm için SUMO istatistik çıktı dosyasında yer alan "araç seyahat istatistikleri" bileşeni içindeki zaman kaybı (time loss) değeri kullanılmıştır.

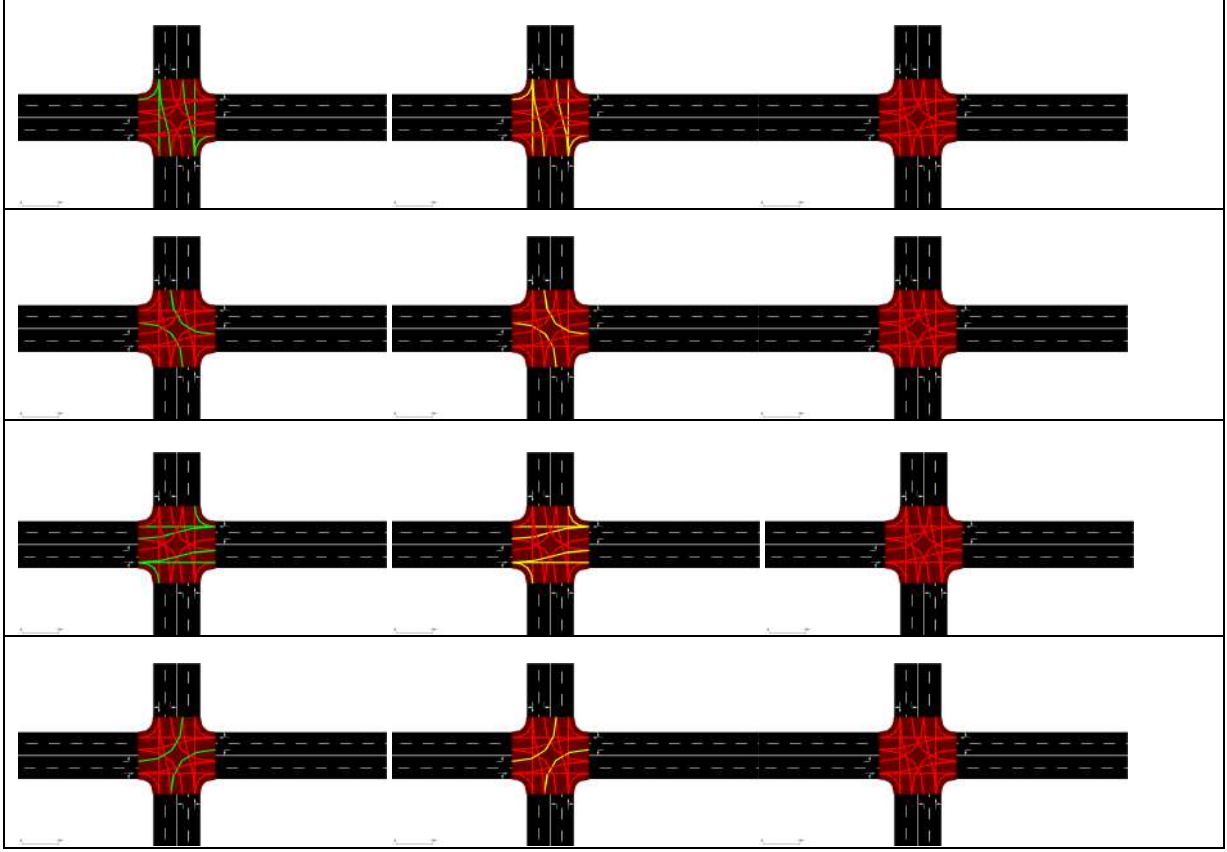
Bu bildiriye değerlendirilen faz planları aşağıda tanımlanmış ve ilgili şekillerle sunulmuştur:

Faz Planı 1 (Yaklaşım Kolu Bazlı Ayrık Faz): Kavşağa bağlı her bir yaklaşım kolu, diğer kollardan tamamen bağımsız olacak şekilde sırayla yeşil süre almaktadır.



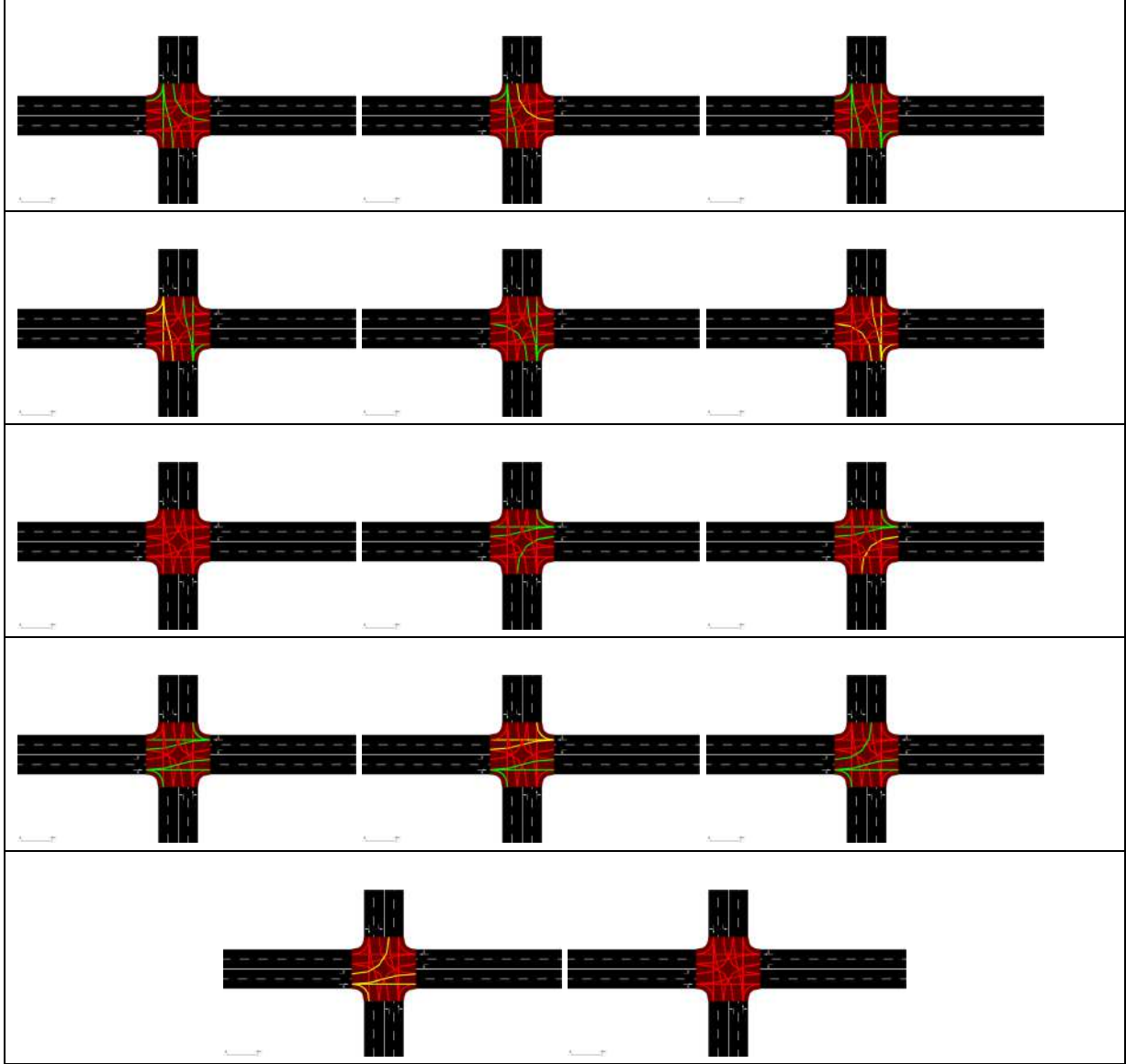
Şekil 1. Faz Planı 1 (Yaklaşım Kolu Bazlı Ayrık Faz)

Faz Planı 2 (Karşılıklı Düz ve Sola Dönüştü Faz): Zıt yönlerden gelen trafik akımları eş zamanlı biçimde işletilmekte; önce düz ve sağ hareketler, ardından korumalı sola dönüşler hizmet almaktadır.



Şekil 2. Faz Planı 2 (Karşılıklı Düz ve Sola Dönüştü Faz)

Faz Planı 3 (Karma Akımlı ve Dönüş Öncelikli Faz): Zıt yönlü akımların aynı faz grubu içinde eritildiği, düz ve dönüş hareketlerinin kavşak kapasitesini maksimum seviyede kullanacak şekilde esnek bir sıralamayla işletildiği yapıdır.



Şekil 3. Faz Planı 3 (Karma Akımlı ve Dönüş Öncelikli Faz)

Karar değişkenlerine ilişkin alt ve üst sınırlar sırasıyla 8 s ve 75 s olarak belirlenmiş, çevrim süresi için ise 200 s'lik bir üst sınır tanımlanmıştır. HHO her iterasyonda aday yeşil süre vektörleri üretmekte; bu vektörler önce sınır ve çevrim kısıtlarına göre onarılmakta, ardından ilgili plan ve trafik talebi için SUMO ortamında çalıştırılarak değerlendirilmektedir. Amaç fonksiyonu doğrudan zaman kaybının en küçüklenmesine dayalıdır; ancak araç ışınlanması oluşturan çözümleri dışlamak ve gerçekçi olmayan planları cezalandırmak amacıyla ceza terimi de eklenmiştir.

Amaç fonksiyonu, kısıtlar ve HHO'nun temel güncelleme denklemleri aşağıdaki biçimde ifade edilebilir. Eş. (4)–(9)'da verilen HHO güncelleme denklemleri Heidari et al. (2019)'dan uyarlanmıştır:

Burada g karar değişkeni vektörünü, g_i i 'nci yeşil faz süresini, F_k ilgili sinyal denetleyicisindeki sabit geçiş süreleri toplamını ve G_k optimize edilen yeşil fazlar kümesini göstermektedir. Kodda kullanılan ceza katsayısı $\lambda = 10.000$ olarak alınmıştır; böylece teleport oluşan çözümler amaç fonksiyonunda güçlü biçimde baskılanmıştır. Çevrim kısıtı, her bir denetleyici için sabit geçiş süreleri ile optimize edilen yeşil süreler toplamının 200 s'yi aşmaması esasına dayanmaktadır.

HHO algoritmasının matematiksel yapısı, keşif, keşiften sömürüye geçiş ve sömürü aşamalarını tek bir enerji parametresi üzerinden yönetmektedir. Avin kaçış enerjisi $E = 2E_0 (1 - t/T)$ ile tanımlanmakta; $|E| \geq 1$ durumunda keşif, $|E| < 1$ durumunda ise sömürü mekanizması devreye girmektedir. Keşif aşamasında çözümler rassal bir şahinin veya popülasyon ortalamasının konumuna göre güncellenirken, sömürü aşamasında sert kuşatma, yumuşak kuşatma ve hızlı dalış davranışları kullanılmaktadır (Heidari et al., 2019).

Burada $E_0 \in [-1, 1]$, t mevcut iterasyonu, T toplam iterasyon sayısını, LB ve UB alt-üst sınırları, J sıçrama kuvvetini, $LF(D)$ Lévy uçuşu terimini ve S rassal vektörünü göstermektedir. Özellikle Y ve Z denklemleri, HHO'nun yerel minimumlardan kaçınmasını sağlayan hızlı dalış/Lévy uçuşu mekanizmasını temsil etmektedir (Heidari et al., 2019). Bu çalışma kapsamında kullanılan yapı, standart HHO formülasyonunu SUMO tabanlı benzetim çıktılarıyla birleştirerek her aday çözümü doğrudan trafik işletim performansı üzerinden değerlendirmektedir.

Sonuç olarak yöntem, faz planı yapısı sabitken yeşil sürelerin HHO ile aranması ve her aday çözümün SUMO'dan elde edilen zaman kaybı değeriyle sınanması esasına dayanmaktadır. Böylece algoritma yalnızca en iyi yeşil süre büyüklüklerini değil, farklı doygunluk düzeylerinde en uygun süre dağılımını ve en başarılı faz planını da karşılaştırmalı olarak belirleyebilmektedir.

$$\min F(g) = \text{timeLoss}(g) + \lambda \cdot \text{Teleports}(g) \quad (1)$$

$$8 \leq g_i \leq 75 \quad (2)$$

$$C_k = F_k + \sum_{i \in G_k} g_i \leq 200 \quad (3)$$

$$E = 2E_0 (1 - t/T) \quad (4)$$

$$X_{t+1} = X_{\text{rand}} - r_1 |X_{\text{rand}} - 2r_2 X_t| \quad (5)$$

$$X_{t+1} = (X_{\text{rabbit}} - X_{\text{mean}}) - r_3(LB + r_4(UB - LB)) \quad (6)$$

$$X_{t+1} = X_{\text{rabbit}} - E |X_{\text{rabbit}} - X_t| \quad (7)$$

$$Y = X_{\text{rabbit}} - E |J X_{\text{rabbit}} - X_t| \quad (8)$$

$$Z = Y + S \cdot LF(D) \quad (9)$$

Harris Hawks Optimizasyonu'nun bu çalışma kapsamındaki uygulaması, literatürde tanımlanan standart keşif-sömürü dengesini korurken, SUMO çıktılarıyla bütünleşik bir değerlendirme döngüsü içinde çalışmaktadır (Heidari et al., 2019). Böylece her aday çözüm doğrudan benzetim ortamında sınanmakta ve amaç fonksiyonu değeri gerçek trafik işletim çıktıları üzerinden hesaplanmaktadır.

BULGULAR

Bulgular, Excel sonuç tablosundaki üç rassal tohum değerinin ortalamaları esas alınarak değerlendirilmiştir. Öncelikle temel durumdaki sabit yeşil süreler ve çevrim süreleri Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. Temel durum sinyal parametreleri

Faz planı	Temel durum yeşil süreleri (s)	Temel durum çevrim süresi C (s)
Plan 1	[25, 25, 25, 25]	116
Plan 2	[25, 25, 25, 25]	116
Plan 3	[25, 25, 25, 25, 25, 25]	170

Tablo 2'de, her talep düzeyi ve her faz planı için temel durum zaman kaybı, optimum zaman kaybı, ortalama optimum yeşil süre dağılımı, ortalama çevrim süresi ve iyileşme oranı birlikte gösterilmektedir. Bulgular, trafik talebi arttıkça HHO'nun yeşil süreleri eşit dağıtmaktan uzaklaştığını ve baskın akımlara doğru daha seçici bir süre tahsisine yöneldiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 2. Rassal tohum ortalamalarına göre temel durum-optimizasyon karşılaştırması

Talep (araç/saat/kol)	Plan	Ortalama optimum yeşil süreler (s)	Ortalama optimum çevrim süresi C (s)	Temel durum zaman kaybı (s)	Optimum zaman kaybı (s)	İyileşme (%)
100	Plan 1	[8.3, 8, 8, 8]	48.33	44.69	24.44	45.32
100	Plan 2	[9.7, 8, 8.7, 8]	50.33	45.00	24.75	44.99
100	Plan 3	[8, 8.3, 8, 8, 8, 8]	68.33	57.94	26.93	53.52
400	Plan 1	[22, 22.3, 22, 22]	104.33	53.71	52.58	2.10
400	Plan 2	[16.7, 8, 17, 8]	65.67	54.53	30.86	43.42
400	Plan 3	[8, 8.3, 8, 8, 8.7, 8.3]	69.33	63.02	30.61	51.43
600	Plan 1	[48, 51.7, 43, 41.3]	200.00	494.29	418.43	15.35
600	Plan 2	[31.7, 8, 31.3, 8]	95.00	504.26	40.26	92.02
600	Plan 3	[11.7, 17.7, 11.7, 11.7, 17.7, 12]	102.33	79.65	45.51	42.87
800	Plan 1	[44.3, 47, 44.3, 42.3]	194.00	544.57	506.98	6.90
800	Plan 2	[72.3, 11, 72.3, 11]	182.67	556.19	119.42	78.53
800	Plan 3	[17, 63, 18, 8, 63.3, 10.7]	200.00	244.46	179.89	26.41

100 araç/saat/kol talebinde algoritma bütün planlarda yeşil süreleri alt sınıra yakın değerlere çekmiş ve çevrim süresini belirgin biçimde azaltmıştır. Mutlak olarak en düşük optimum zaman kaybı değeri 24.44 s ile Faz Planı 1'de elde edilmiştir. Buna karşın görece iyileşme oranı en yüksek plan Faz Planı 3'tür; ancak Faz Planı 3'ün optimize edilmiş mutlak gecikmesi yine de Faz Planı 1 ve Faz Planı 2'nin üzerinde kalmıştır. Bu durum, düşük doyumluk koşullarında daha kısa ve yalın çevrimlerin yeterli olduğunu göstermektedir.

400 araç/saat/kol talebinde Faz Planı 1 neredeyse temel durum düzeyinde kalmış ve yalnızca %2.10 iyileşme sağlamıştır. Buna karşılık Faz Planı 2 ve Faz Planı 3 yaklaşık yarı yarıya iyileşme üretmiş; en düşük optimum zaman kaybı değeri 30.61 s ile Faz Planı 3'te görülmüştür. Bununla birlikte Faz Planı 2'nin 30.86 s ile çok yakın bir performans sergilemesi, orta doyumluk koşullarında karşılıklı akımları birlikte işleyen yapıların belirgin bir üstünlük sağladığını göstermektedir.

600 araç/saat/kol senaryosu, faz yapısının etkisini en açık biçimde ortaya koymaktadır. Faz Planı 1, çevrim süresi üst sınırı olan 200 s'ye ulaşmasına rağmen 418.43 s'lik yüksek zaman kaybı üretmiştir. Faz Planı 2 ise yeşil süreleri yaklaşık [31.7, 8, 31.3, 8] biçiminde paylaştırarak ortalama 40.26 s'ye kadar düşmüş ve temel duruma göre %92.02 iyileşme sağlamıştır. Faz Planı 3'te de anlamlı bir düşüş vardır; ancak 45.51 s ile Faz Planı 2'nin gerisinde kalmıştır. Bu sonuç, artan doyumluk altında karşılıklı ana akımların birlikte işletilmesinin kapasite kullanımını belirgin biçimde artırdığını göstermektedir.

800 araç/saat/kol düzeyinde yüksek doyumluk altında en başarılı yapı yine Faz Planı 2 olmuştur. Bu plan, baskın iki akıma yaklaşık 72 s düzeyinde yeşil verip dönüş fazlarını 11 s civarında tutarak 119.42 s'lik ortalama optimum zaman kaybı üretmiştir. Aynı talepte Faz Planı 1'in 506.98 s düzeyinde kalması, yaklaşım kolu bazı ayrı servis mantığının ağır talepte verimsizleştiğini göstermektedir. Faz Planı 3 ise iki baskın faza yaklaşık 63 s düzeyinde yeşil atayarak 179.89 s'ye inmiş, ancak Faz Planı 2 kadar başarılı olamamıştır. Genel eğilim, trafik talebi arttıkça HHO'nun yeşil süreleri eşit dağıtmaktan uzaklaştığını ve baskın akımlara yönlendirdiğini göstermektedir. Tüm senaryoların ortalama optimum zaman kaybı değerleri birlikte değerlendirildiğinde Faz Planı 2, üç plan arasında en düşük genel ortalamayı üretmiştir. Ayrıca rassal tohum bazlı kararlılık bakımından özellikle 600 ve 800 araç/saat/kol düzeylerinde Faz Planı 2'nin daha istikrarlı sonuçlar verdiği, Faz Planı 3'ün ise yüksek talepte daha oynak sonuçlar ürettiği görülmüştür.

TARTIŞMA

Elde edilen bulgular, HHO algoritmasının yalnızca daha kısa ya da daha uzun çevrim aramadığını; talep yapısına bağlı olarak çevrim süresi ile faz içi yeşil paylarını birlikte dengeleyen bir atama stratejisi kurduğunu göstermektedir. Düşük talepte hemen tüm planlarda yeşiller alt sınıra yaklaşmış, böylece gereksiz bekleme azaltılmıştır. Orta ve yüksek talepte ise algoritma, baskın yönler daha fazla yeşil süre aktarırken ikincil fazları minimuma yakın tutmuştur. Bu davranış, özellikle ana akımın açık biçimde baskınlaştığı 600 ve 800 araç/saat/kol düzeylerinde daha belirgin hâle gelmiştir.

Faz planı seçiminin optimizasyon başarısını doğrudan etkilemesinin temel nedeni, aynı toplam yeşil bütçesinin farklı servis mantıklarıyla dağıtılmasıdır. Faz Planı 1'de her yaklaşım kolunun bağımsız işletilmesi, yüksek doyumlukta çevrim içindeki kayıp zamanları artırmakta ve etkin yeşil kullanımını azaltmaktadır. Bu nedenle algoritma çevrim süresini yükseltse bile zaman kaybını yeterince düşürememektedir. Faz Planı 2'de ise karşılıklı akımların birlikte servis edilmesi, ana doğrultularda daha yoğun yeşil konsantrasyonuna izin vermiş ve özellikle 600 ile 800 araç/saat/kol düzeylerinde kapasite kullanımını belirgin biçimde iyileştirmiştir.

Faz Planı 3'ün esnek yapısı kuramsal olarak avantajlı görünmekle birlikte, artan serbestlik derecesi her zaman daha iyi sonuç üretmemiştir. Orta doyumlukta rekabetçi sonuçlar vermesine rağmen, yüksek talepte altı yeşil fazın dağıtımını daha karmaşık hâle gelmiş; algoritma belirli yönlerde iyileşme sağlasa da toplam performansta ve kararlılıkta Faz Planı 2 seviyesine ulaşamamıştır. Bu durum, daha esnek faz kurgularının

her zaman daha iyi sonuç vermediğini; faz yapısının trafik akımı bileşimiyle uyumlu olmasının belirleyici olduğunu göstermektedir.

İyileşme oranları HHO'nun başarısını açık biçimde ortaya koymaktadır. Özellikle Faz Planı 2 için 600 araç/saat/kol düzeyinde yaklaşık %92 ve 800 araç/saat/kol düzeyinde yaklaşık %79 azalma sağlanması, temel durumdaki eşit süreli planın yüksek doyumluk altında yetersiz kaldığını göstermektedir. Bununla birlikte 100 araç/saat/kol düzeyinde Faz Planı 1'in en düşük mutlak zaman kaybı değerini vermesi ve 400 araç/saat/kol düzeyinde Faz Planı 3'ün çok sınırlı bir farkla en iyi sonucu üretmesi, tek bir faz planının her talep düzeyinde otomatik olarak en iyi olmayacağını da ortaya koymaktadır. Dolayısıyla bu çalışmanın temel çıktılarından biri, sinyal optimizasyonu probleminin yalnızca süre optimizasyonu değil, aynı zamanda faz yapısı seçimi problemi olduğudur.

SONUÇ

Bu çalışmada, SUMO benzetim ortamında tanımlanan dört kollu izole bir sinyalizasyon kavşakta üç farklı faz planı ve dört farklı trafik talep düzeyi için yeşil süreler Harris Hawks Optimizasyonu ile optimize edilmiş ve sonuçlar temel durumdaki eşit süreli sinyalizasyon düzeniyle karşılaştırılmıştır. Bulgular, HHO'nun tüm talep seviyelerinde zaman kaybını azaltabildiğini, ancak iyileşmenin büyüklüğünün doğrudan faz planı yapısına bağlı olduğunu göstermiştir. Düşük talepte kısa çevrimli ve yalın çözümler yeterli olurken, orta talepte Faz Planı 2 ile Faz Planı 3 benzer biçimde öne çıkmış; yüksek talepte ise karşılıklı akımları birlikte işleten Faz Planı 2 en başarılı ve en istikrarlı yapı olarak belirlenmiştir. Pratik açıdan bu sonuç, sinyalizasyon kavşak iyileştirmelerinde yalnızca yeşil süre revizyonuna odaklanmanın yeterli olmadığını; faz planı mimarisinin de optimizasyon sürecine dâhil edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Gelecek çalışmalarda amaç fonksiyonuna kuyruk uzunluğu, dur-kalk sayısı, emisyon ve yaya gecikmesi gibi ek ölçütlerin dâhil edilmesi; HHO'nun SMA, PSO ve GA gibi yöntemlerle aynı deney seti üzerinde karşılaştırılması; ayrıca farklı kavşak tipleri ve koordineli kavşak koridorlarında benzer analizlerin yapılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Behrisch, M., Bieker, L., Erdmann, J., & Krajzewicz, D. (2011). SUMO – Simulation of Urban MObility: An overview. In *Proceedings of SIMUL 2011: The Third International Conference on Advances in System Simulation* (pp. 55–60).

Foy, M. D., Benekohal, R. F., & Goldberg, D. E. (1992). Signal timing determination using genetic algorithms. *Transportation Research Record*, 1365, 108–115.

He, J., & Hou, Z. (2012). Ant colony algorithm for traffic signal timing optimization. *Advances in Engineering Software*, 43(1), 14–18.

Heidari, A. A., Mirjalili, S., Faris, H., Aljarah, I., Mafarja, M., & Chen, H. (2019). Harris hawks optimization: Algorithm and applications. *Future Generation Computer Systems*, 97, 849–872.

Jamal, A., Rahman, M. T., Al-Ahmadi, H. M., Ullah, I., & Zahid, M. (2020). Intelligent intersection control for delay optimization: Using meta-heuristic search algorithms. *Sustainability*, 12(5), 1896.

Krajzewicz, D., Erdmann, J., Behrisch, M., & Bieker, L. (2012). Recent development and applications of SUMO – Simulation of Urban MObility. *International Journal on Advances in Systems and Measurements*, 5(3–4), 128–138.

Liang, X. J., Guler, S. I., & Gayah, V. V. (2020). A heuristic method to optimize generic signal phasing and timing plans at signalized intersections using connected vehicle technology. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 111, 156–170.

Zhang, X., Fan, X., Yu, S., Shan, A., Fan, S., Xiao, Y., & Dang, F. (2022). Intersection signal timing optimization: A multi-objective evolutionary algorithm. *Sustainability*, 14(3), 1506.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE PROFILING AND PREDICTIVE MODELING FOR EARLY DETECTION AND CHARACTERIZATION OF GASTROINTESTINAL AND HEMATOLOGICAL PARASITIC INFECTIONS: A REVIEW

Bello Magaji BAKORI

Department of Biological Sciences, Faculty of Life Sciences, Federal University Dutsin-Ma, Katsina
State.

ORCID: 0009-0005-2136-4430

Sani IBRAHIM

Department of Biological Sciences, Faculty of Life Sciences, Federal University Dutsin-Ma, Katsina
State

ORCID: 0009-0004-0428-1564

ABSTRACT

Parasitic infections affecting the gastrointestinal tract and blood continue to be major contributors to illness and mortality across the globe, particularly in tropical and subtropical regions where these infections are endemic. Conventional diagnostic methods, such as microscopic examination, serological testing, and molecular assays, have long been the cornerstone of detecting these parasites. However, these approaches often face significant limitations, including subjective interpretation, high costs, reliance on specialized laboratory infrastructure, and reduced sensitivity in cases of low parasite load. In recent years, advances in artificial intelligence (AI), particularly through machine learning (ML) and deep learning (DL) techniques, have opened new avenues for enhancing diagnostic accuracy and efficiency. AI-driven approaches offer the ability to analyze complex datasets, identify subtle patterns, and perform predictive modeling that can support early detection and precise characterization of parasitic infections. This review provides a detailed exploration of AI-enabled diagnostic strategies for gastrointestinal and blood parasites, examining the diverse types of data used, the computational models implemented, and their applications in both clinical and environmental contexts. Additionally, it discusses the advantages these AI tools offer, such as increased speed, reproducibility, and scalability, alongside existing challenges like data quality, interpretability, and integration into routine healthcare workflows. Finally, this review highlights future directions for research, emphasizing the potential for AI to transform parasite diagnostics and improve global health outcomes through more timely and accurate detection.

Keywords: Artificial intelligence, machine learning, predictive modeling, biomarkers, parasitic infections, gastrointestinal parasites, hematological parasites.

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF PRECURSOR CONCENTRATION (SbCl_3) ON THE OPTICAL PROPERTIES OF CuSbS_2 THIN FILMS AS-DEPOSITED

J.C. Echewodo*, B.C. Anusionwu, E.C. Mbamala, O.K. Echendu

Department of Physics, Federal University of Technology, P.M.B. 1526, Owerri, Nigeria

ABSTRACT

This research investigated the impact of different concentrations of antimony trichloride (SbCl_3) on the optical characteristics of copper antimony sulfide (CuSbS_2) thin films in their as-deposited state. These films were synthesized using the Chemical Bath Deposition (CBD) method, with precursors including $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, SbCl_3 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, and thiourea (NH_2CSNH_2). Triethanolamine (TEA) and acetone served as complexing agents, while an $\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$ solution acted as the buffer. The resulting films were characterized using X-ray Diffraction (XRD), Energy Dispersive X-ray Fluorescence (EDXRF), and UV-Vis Spectroscopy. Findings revealed that increasing the SbCl_3 concentration altered the bandgap of the CuSbS_2 films, with the highest bandgap of 1.92 eV recorded at a concentration of 1.8 M. The films showed strong absorption in both the UV and visible ranges, suggesting their suitability for applications in photodetectors and solar cell absorber layers.

Keywords: Solar cells, CuSbS_2 as-deposited, Precursors, Bandgap, Thin films

INNOVATION IN AGRICULTURE IN ARID REGIONS: CHALLENGES AND PROSPECTS THE CASE OF BISKRA, ALGERIA

Mokhnane Tarek ^{1*} Reguia Khiari^{2*}, Sabah Adjlane^{*3}

^{1,2,3} Scientific and Technical Research Center on Arid Regions CRSTRA, Biskra, Algeria,

ABSTRACT

Agriculture in arid regions is confronted with major environmental and socio-economic challenges, particularly water scarcity, soil salinity, desertification, and increasing climate variability. In this context, agricultural innovation has become a key driver for improving productivity, ensuring food security, and achieving sustainable rural development. This paper examines the role of innovation in agricultural development in arid areas, with a particular focus on the province of Biskra, Algeria, which represents one of the most dynamic agricultural regions in the Sahara.

The study adopts a descriptive and analytical approach based on the analysis of agricultural development programs, the expansion of irrigated areas, and the introduction of modern farming techniques. In Biskra, several innovative practices have contributed to the transformation of the agricultural sector, including drip irrigation systems, greenhouse cultivation, the use of solar energy for water pumping, the expansion of date palm plantations, and the integration of high-value crops. These innovations have significantly increased agricultural productivity and enhanced the region's role in national food supply, particularly in the production of dates and early-season vegetables.

However, despite these positive outcomes, the study identifies several constraints that limit the sustainability of these innovations, such as overexploitation of groundwater resources, rising production costs, limited access to agricultural finance, and the need for stronger technical support and training for farmers.

The paper concludes that the experience of Biskra demonstrates the importance of combining technological innovation with effective resource management and institutional support. Promoting sustainable agricultural innovation in arid regions requires integrated policies, rational water use, capacity building, and the encouragement of investment in climate-smart agriculture.

Keywords: Arid regions, agricultural innovation, Biskra, sustainable agriculture, drip irrigation, greenhouse farming, date palm cultivation.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A PLASTIC WATER TANK BIOGAS DIGESTER FOR HOUSEHOLD GREEN ENERGY APPLICATIONS

Rabiu Ahmad Abubakar

ORCID: 0000-0001-8001-9788

¹Institute of Mechanical Engineering
Design Department of Mechanical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310058China.

Tasán Cruz dany

ORCID: 0000-0001-5778-4633

Higher Technical School of Building Engineering, Polytechnic University of Madrid, Spain;
Faculty of Engineering, Architecture Program, National University of Chimborazo. Ecuador.

Oviedo salas gonzalo paul:

³orcid:0 000-0003-3140-4684

Molina ruiz victor

orcid: 0009-0007-9465-6041,

Becerra Martinez Marcelo Alejandro

orcid: 0000-0003-3163-5802

^{3,4,5}Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingenieria, Carrera de Arquitectura

ABSTRACT

Agricultural biomass constitutes a significant renewable energy resource that can be harnessed through various conversion technologies, particularly anaerobic digestion for biogas production. Biogas offers a clean and sustainable alternative capable of partially or fully substituting conventional fossil fuels currently in use. This study presents the design and development of a 0.5 m³ fixed-dome plastic biogas digester, together with a manually operated biogas compressor, for the generation and storage of biogas derived from domestic biodegradable wastes, including dry leaves, kitchen residues, and freshly cut grass. A total of 120 kg of organic waste was mixed with 300 kg of water and fed into the digester. Three batch experiments were conducted over three consecutive months. The first two trials were unsuccessful in producing combustible gas. However, during the third month, stable biogas production was achieved within an ambient temperature range of 34–35°C, yielding approximately 1 kg of biogas. An initial negative pressure was observed, indicating a short aerobic phase prior to the onset of anaerobic digestion. The peak internal pressure recorded was 7172.75 Pa on the ninth day, corresponding to a gas yield of 0.15 kg. Combustible gas production commenced after 20 days of retention, and the gas generated over a 30-day period was successfully compressed into a cylinder for improved portability. The successful operation of the system demonstrates the feasibility of small-scale plastic digesters for household energy generation. Wider adoption of this technology could contribute meaningfully to diversifying the national energy mix and addressing prevailing energy supply challenges.

Keywords: Biogas; Anaerobic digestion; Plastic digester; Renewable energy; Biomass conversion.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A WATER MANOMETER FOR BIOGAS FIXED-DOME DIGESTERS IN RESIDENTIAL BUILDING APPLICATIONS

Rabiu Ahmad Abubakar

ORCID: 0000-0001-8001-9788

¹Institute of Mechanical Engineering
Design Department of Mechanical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310058China.

Tasán Cruz dany

ORCID: 0000-0001-5778-4633

Higher Technical School of Building Engineering, Polytechnic University of Madrid, Spain;
Faculty of Engineering, Architecture Program, National University of Chimborazo. Ecuador.

Oviedo salas gonzalo paul:

³orcid:0 000-0003-3140-4684

Molina ruiz victor

orcid: 0009-0007-9465-6041,

Becerra Martinez Marcelo Alejandro

orcid: 0000-0003-3163-5802

^{3,4,5}Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingenieria, Carrera de Arquitectura

ABSTRACT

In this study, a water manometer was designed and applied to monitor the biogas production of a plastic digester over a 15-day period. The manometer was specifically tailored to measure pressure changes within the digester, providing real-time data on gas accumulation and system performance. The biogas digester, constructed from low-cost materials, was employed to convert organic waste into biogas through anaerobic digestion. Over the course of the experiment, pressure readings were collected, analyzed, and correlated with biogas yield. The results demonstrated that the water manometer was an effective tool for tracking biogas production, offering a reliable and accessible method for small-scale biogas systems. This application provided insights into the efficiency of biogas generation and highlighted the potential of the water manometer for further use in similar renewable energy projects.



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
Mühendislik Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-19120693-300-1577490
Konu : Dilekçe (Prof.Dr. Nuray GÜZELER)

11/03/2026

GIDA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜM BAŞKANLIĞINA

İlgi : 28865886 - 10/03/2026 tarihli, 1577067 sayılı ve "Dilekçe (Prof. Dr. Nuray GÜZELER)" konulu yazı,

İlgi yazınızda belirtilen; Bölümünüz Öğretim Üyesi Prof.Dr. Nuray GÜZELER'in "Kongre Düzenleme Kurulu Akademisyen Temsilcisi" olarak görevlendirilmesi Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Ali KESKİN
Dekan

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : *BSMSNHPZ5Z* Pin Kodu : 65703

Belge Takip Adresi : <https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5540&eD=BSMSNHPZ5Z&eS=1577490>

Adres:Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi 01330 Balcalı, Sarıçam / Adana
Telefon:0 (322) 338 63 57 Faks:0 (322) 338 61 26
e-Posta:mmf@cu.edu.tr Web:www.cu.edu.tr
Kep Adresi:cukurovauniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Hürü Sinem BENLİ
Unvanı: Bilgisayar İşletmeni
Tel No: 0(322) 338 70 50



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ YÖNETİM KURULU KARARI

Toplantı Sayısı	Karar Sayısı	Tarih
13	13	11 Mart 2026
Kararı İlişkili Olduğu 2024-2028 Dönemli Stratejik Plan Amaç ve Hedefi	A2:Eğitimi sürdürülebilir bir anlayışla çağın sürekli gelişen koşullarına uyumlu içerik, yöntem ve olanaklarla donanmış bir hale getirmek. H5.4: Yükseköğretim kalite güvencesi yapısını güçlendirmek.	
Kararı İlişkili Olduğu Yükseköğretim Kalite Alt Ölçütü	B.4.1. Atama, yükseltme ve görevlendirme kriterleri A.3.2.: İnsan kaynakları yönetimi	

Fakültemiz Zootekin Bölümü Başkanlığından alınan 10.03.2026 tarih ve E.1577306 sayılı yazısı ve ekleri okunarak incelendi:

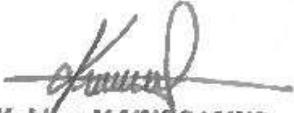
Fakültemiz Uluslararası Akademik Platform (AKAP), GREFF Reklam Mat. Org. Tur. Dan. ve Tic. Ltd. Şti. ve GREFF Yayıncılık iş birliğiyle 13-15 Mart 2026 tarihlerinde Adana'da düzenlenecek olan Çukurova Uluslararası Temel ve Uygulamalı Bilimler Kongresi kapsamında, anılan Bölüm Öğretim Üyelerinden Prof. Dr. Serap GÖNÇÜ'nün Üniversitemizin Akademik Temsilcisi olarak "Düzenlenme ve Bilim Kurulu Üyesi" olarak görevlendirmesinin uygun olduğuna, durumun gereği için Rektörlüğe arzına ve ilgili öğretim üyesine bildirilmesine oy birliği ile karar verildi.



Prof. Dr. Nazan KOLUMAN
Dekan

KATILANLARI

Prof. Dr. N. Yeşim YALÇIN MENDİ
Üye



Prof. Dr. Kubilay K. VURSAVUŞ
Üye

Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜ
Üye



Doç. Dr. Seyit HAYRAN
Üye



Doç. Dr. Kerem GÜLÜT
Üye



Dr. Öğr. Üyesi Orhan BOZAN
Üye



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
Karaisalı Meslek Yüksekokulu Müdürlüğü

Sayı : E-38352607-903.07-1575203
Konu : Görevlendirme (Doç. Dr. Hakan
KAVUR)

09/03/2026

Sayın Doç. Dr. Hakan KAVUR

İlgi : 09/03/2026 tarihli ve 1575137 sayılı dilekçeniz

İlgi dilekçenize istinaden Uluslararası Akademik Platform (AKAP), GREFF Reklam Mat. Org. Tur. Dan. ve Tic. Ltd. Şti. ve GREFF Yayıncılık iş birliğiyle 13–15 Mart 2026 tarihleri arasında gerçekleştirilecek olan Çukurova Uluslararası Temel ve Uygulamalı Bilimler Kongresi kapsamında, söz konusu kongrede Düzenleme Kurulu Üyesi (Akademisyen Temsilcisi) olarak görev almanız nedeniyle, anılan tarihlerde Çukurova Üniversitesi'nde görevlendirilmeniz Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.

Gereğini bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. Füsun DOBA KADEM
Yüksekokul Müdürü

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : *BSMS6YPRM2* Pin Kodu : 21582

Belge Takip Adresi :

<https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5540&eD=BSMS6YPRM2&eS=1575203>

Adres:Çukurova Üniversitesi Karaisalı Meslek Yüksekokulu 01770 Karaisalı /Adana
Telefon:0 (322) 551 20 57 Faks:0 (322) 551 22 55
e-Posta:karmyo@cu.edu.tr Web:www.cu.edu.tr
Kep Adresi:cukurovauniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: HÜSEYİN ÇULHA
Unvanı: Hizmetli





T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
Fen Edebiyat Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-50745110-903.07-1577834
Konu : Prof.Dr.Güray Kılınççeker
(Görevlendirme)

11/03/2026

KİMYA BÖLÜM BAŞKANLIĞINA

İlgi : 31903149 - 10/03/2026 tarihli, 1576960 sayılı ve "Prof.Dr.Güray Kılınççeker (Görevlendirme)" konulu yazı,

Bölümünüz öğretim üyelerinden Prof.Dr.Güray Kılınççeker'in, Uluslararası Akademik Platform (AKAP) GREFF Yayıncılık işbirliği ile 13-15 Mart 2026 tarihlerinde Adana'da düzenlenecek olan Çukurova Uluslararası Temel ve Uygulamalı Bilimler Kongresinde "Kongre Düzenleme ve Bilim Kurulu Akademisyen Temsilcisi" olarak 2547 sayılı Yükseköğretim Kanununun 39. maddesi uyarınca görevlendirilmesi Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerini ve adı geçenin göreve başlama tarihinin Dekanlığımıza bildirilmesini rica ederim.

Prof. Dr. Faruk KARADAĞ
Dekan

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : *BS5SNM8NSZ* Pin Kodu : 01903

Belge Takip Adresi :

<https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5540&eD=BS5SNM8NSZ&eS=1577834>

Adres:Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi 01330 Balcalı, Sarıçam/Adana
Telefon:0 (322) 338 64 25 Faks:0 (322) 338 60 70
e-Posta:cufef@cu.edu.tr Web:www.cu.edu.tr
Kep Adresi:cukurovauniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Hatice SARICA
Unvanı: Teknisyen
Tel No: 0(322) 338 64 25



23.03.2026

Konu: Akademik Teşvik

İlgili Makama,

Çukurova Uluslararası Sosyal ve Beşeri Bilimler Kongresi, 13-15 Mart 2026 tarihleri arasında Adana'da gerçekleştirilmiştir. Kongreye Türkiye Cumhuriyeti, Arnavutluk, Azerbaycan, Bulgaristan, Cezayir, Çin, Ekvador, Fas, Hindistan, İrlanda, İspanya, İtalya, Malezya, Moldova, Nijerya, Pakistan, Romanya, Sırbistan, Tunus, Vietnam olmak üzere toplam 20 farklı ülkeden akademisyen ve araştırmacılar katılım sağlamıştır. Kongre kapsamında Türkiye'den 41, diğer ülkelerden 48 olmak üzere toplam 89 bildiri sunulmuştur. Kongre, 16 Ocak 2020 tarihli Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğinde yapılan "Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurt dışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışında en az beş farklı ülkeden sözlü tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarından fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır." hükmüne uygun şekilde düzenlenmiştir.

Bilgilerinize arz ederim.

Saygılarımla.

Prof. Dr. Serap GÖNCÜ
Congress Organizing Board

Doç. Dr. Hakan KAVUR
Congress Organizing Board



Çukurova International Congress of Basic and Applied Sciences

13 - 15 March, 2026
Adana, TÜRKİYE